



LANDRATSAMT
BODENSEEKREIS

Bau- und Liegenschaftsamt

ENERGIEBERICHT 2020



Energiebericht 2020

Impressum

Herausgegeben vom Landratsamt Bodenseekreis

Bearbeitet von

M.Eng. Dorothea Hose-Groeneveld
(Konzeption, Berechnungen, Text)

Bau- und Liegenschaftsamt Energie- und Klimaschutzmanagement

Glärnischstr. 1 - 3
88045 Friedrichshafen

dorothea.hose-groeneveld@bodenseekreis.de

Erstellt am: 01.08.2021, Datenlage bis 31.12.2020

Inhalt

1	Vorwort.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Energie- und Klimaschutzziele Bodenseekreis	6
4	Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften	7
5	Energie- und Wasserverbräuche: Auswertung gesamt.....	8
5.1	Das Wetter 2020 im Bodenseekreis	8
5.2	Berechnungsgrundlagen.....	9
5.3	Umfang des Berichts.....	9
5.4	Gesamtverbrauchsentwicklung und Gesamtkostenentwicklung der Liegenschaften ..	10
5.5	Verwendete Energieträger	14
5.6	Entstandene Emissionen	17
6	Energieverbräuche und Auswertung der einzelnen Liegenschaften.....	18
6.1	Auswertung Verwaltungsgebäude	18
6.1.1	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77)	21
6.1.2	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)	24
6.1.3	Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL)	28
6.2	Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen	32
6.2.1	Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN)	37
6.2.2	Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB)	48
6.2.3	Bildungszentrum Markdorf (BZM).....	59
6.2.4	Elektronikschule Tettnang (EST).....	67
6.2.5	Hotel- und Gaststättenschule Tettnang (HoGa)	71
6.2.6	Pestalozzischule Markdorf.....	75
7	Resümee.....	80
8	Ausblick.....	81
9	Abbildungsverzeichnis.....	83
10	Anhang.....	86

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, die Treibhausgasemissionen und die Ressourceninanspruchnahme zu reduzieren sowie den Auswirkungen des Klimawandels entgegen zu treten.

Auch im Bodenseekreis sind die Folgen der Klimakrise von Jahr zu Jahr deutlicher zu spüren, späte Fröste, große Hitze, Sturm- und Hagelschäden, Trockenheit und Schädlinge wie der Borkenkäfer 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. Dieser Aufgabe stellt sich der Bodenseekreis und wirkt konsequent auf eine nachhaltige Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen sowie der Schonung von Ressourcen in kreiseigenen Einrichtungen hin.

Die effiziente Verwendung von Energie in den kreiseigenen Liegenschaften trägt ganz maßgeblich zum Klimaschutz und somit zur Erreichung der kreiseigenen Klimaschutzziele bei. Außerdem bedeutet die Einsparung von Energie Kosteneinsparung und führt damit zu einer nachhaltigen Entlastung des Kreishaushaltes.

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 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.

2 Zusammenfassung

Aufgrund der eingeschränkten Nutzung der Schulen und Sporthallen sowie des Arbeitens im Homeoffice sind die Verbräuche in den Liegenschaften im Jahr 2020 zurückgegangen und haben sich auf die Verbräuche im Wohnbereich verlagert.

Die 7-Tagesnutzung der Verwaltungsgebäude AL 75 und AL 77 hat zu erhöhten Stromverbräuchen und im Gebäude AL 75 auch zu erhöhten Wärmeverbräuchen geführt.

Die Auswertung der erfassten Energiedaten der kreiseigenen Gebäude ergab, dass trotz eingeschränkter Nutzung bei allen Verbrauchsarten weiterhin Einsparpotenziale vorhanden sind und sowohl aus Kosten- als auch aus Klimaschutzgründen weiterhin erschlossen werden sollten.

Wärme:

Das Jahr 2020 ist in Deutschland mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,4 Grad Celsius (°C) das zweitwärmste Jahr seit Beginn flächendeckender Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881.

Geringfügig wärmer war nur das Jahr 2018 mit 10,5 °C. Auch in der Region Bodensee-

Oberschwaben war das Jahr 2020 über fast alle Monate hinweg zu warm und sehr trocken.

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr in Summe um 8,3% reduziert.

Strom:

Der Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften ist um 5,2% zurückgegangen. Dies ist zum größten Teil auf die eingeschränkte Nutzung in den Liegenschaften zurückzuführen. Die positive Entwicklung bei der Stromerzeugung auf den Dächern der kreiseigenen Liegenschaften ist in 2020 vor allem auf die vielen Sonnenstunden und die damit hohen Werte bei der Stromerzeugung aus den Photovoltaikanlagen sowie die Inbetriebnahme der neuen Anlage auf der Sporthalle I am Bildungszentrum Markdorf zurückzuführen.

Wasser:

Der Wasserverbrauch hat sich um 16,4% verringert. Diese starke Reduzierung ist aufgrund des eingeschränkten Unterrichts und des vermehrten Arbeitens von zuhause aus eingetreten.

Emissionen:

Die Emissionen sind im Wärme-/Kältebereich weiter zurückgegangen. Die Gesamtemissionen haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 9% reduziert.

Kosten:

Die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme, Kälte, Licht-/Kraftstrom und Wasser haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 21.177 Euro bzw. 1,8% reduziert. Die Gesamtreduktion setzt sich zusammen aus einer Stromkostenreduktion von 7,9% und einer Wasserkostenreduktion von 1,8% sowie einer Kostensteigerung bei der Wärme-/Kälteversorgung von 9%.

Prioritätenliste:

- Energieverbrauchsreduktion durch Dämmmaßnahmen
- Dezentralisierung der Warmwasserversorgungen
- Maßnahmen zur Reduzierung des Stromeinkaufs (Erweiterung der Eigenstromerzeugung mit Photovoltaikanlagen und vermehrtem BHKW-Einsatz bei Einsatz erneuerbarer Energien (Biogas))
- Maßnahmen zur Reduktion des Wärmeeintrags (langfristige Vermeidung des Einsatzes elektrisch erzeugter Kühlung)
- Reduzierung fossiler Energien zur Wärme-/Kälteversorgung.

Empfehlungen:

- Ein kontinuierlich fortgeführtes Energiemanagement ist dauerhaft notwendig, um die bisherigen Einsparungen zu sichern und weitere Einsparpotenziale zu erschließen, die personellen Ressourcen für ein dauerhaftes Energiemanagement sollten bereitgestellt werden.
- Für alle kreiseigenen Liegenschaften sollten Maßnahmen geprüft werden, um Zubauraten von Photovoltaikanlagen zu ermöglichen. Der tagsüber erzeugte Strom kann direkt in den Liegenschaften genutzt werden, die Energiekosten und die CO₂-Emissionen lassen sich hierdurch langfristig reduzieren.
- Die dezentrale Warmwasserbereitstellung sollte in allen Liegenschaften weiter ausgebaut werden, diese Maßnahme ermöglicht das Abschalten der Heizungsanlagen in den Sommermonaten, Wärmeverbräuche und Heizkosten werden auf Dauer reduziert.
- Bei allen Sanierungen der Heizungsanlagen sollten – sofern wirtschaftlich darstellbar – zur Effizienzsteigerung BHKWs bzw. Brennstoffzellen zum Einsatz kommen und zur Grundlastversorgung ein deutlich höherer Einsatz Erneuerbarer Energien verwendet werden.
- 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 offenen Auffangbecken/Teichen 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:

Fast alle kreiseigenen Liegenschaften haben hohe bis sehr hohe Endenergieverbräuche pro Quadratmeter. Nur durch eine deutliche Verringerung der gesamten Energieverbräuche und einem vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien sind die kreiseigenen Klimaschutzziele im Gebäudebereich zu erreichen. Deshalb müssen sowohl die energetische Qualität der Gebäude als auch die Qualität der technischen Gebäudeausrüstung weiterhin kontinuierlich verbessert werden.

3 Energie- und Klimaschutzziele Bodenseekreis

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 zur klimaneutralen Verwaltung bis 2040 verpflichtet.

In der folgenden Tabelle sind die derzeit aktuellen Klimaschutzziele zusammengefasst. Es wird deutlich, dass auch ohne weitere Verschärfungen vermehrte Anstrengungen bis hin zur klimaneutralen Verwaltung notwendig sind.

Ziel	CO ₂ -Emissionsminderung				klimaneutral
	bis 2020	2023 - 2030	2031 - 2040	bis 2050	
EU		-55%			2050
Deutschland ¹⁾		-65%	-88%		2045
Baden-Württemberg ²⁾	-25%	-42%		-90%	
Bodenseekreis					
Energie- u. Klimaschutzkonzept (EPAP)	-40%	-55%	-70%	-95%	
Klima- und energiepolitisches Leitbild³⁾	-20%	-55%	-80%	-100%	
Klimaschutzpakt Baden-Württemberg (nahezu klimaneutrale Verwaltung)⁴⁾					2040

1) Kabinettsbeschluss vom 12.05.2021

2) Klimaschutzgesetz BW vom 31.07.2013, novellierte Fassung vom 24.10.2020

3) 12.10.2016 unterzeichnet, 2020 fortgeschrieben

4) im Kreistag 10.2020 verabschiedet

Das Ziel der klimaneutralen Verwaltung kann im Gebäudebereich u. a. erreicht werden durch

- die energetische Sanierung der Gebäudehüllen,
- die Erneuerung der alten Heizungsanlagen,
- die Wärmeversorgung durch 100% regenerative Energien,
- den Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen bei Heizungssanierungen und
- das Unterschreiten des gesetzlichen Baustandards bei eigenen Gebäuden.

Die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf kreiseigenen Dächern kann bei technischer Voraussetzung zur kostengünstigen Versorgung (Eigenstromverbrauch) der Liegenschaften beitragen.

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 Liegenschaftsamts und muss in allen energierelevanten Bereichen tätig werden. Zu den Aufgaben des Energiemanagements gehören

- 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 Liegenschaftsamts 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 300 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.

5 Energie- und Wasserverbräuche: Auswertung gesamt

Die Schwerpunkte des vorliegenden Energieberichts liegen auf der Dokumentation der Aufgaben Verbrauchskontrolle und Gebäudeanalyse, sowie Planung und Umsetzung von Energiesparmaßnahmen. Die bisherigen Ergebnisse in diesen Aufgabenbereichen sowie die Wettersituation als auch die Berechnungsgrundlagen werden nachfolgend vorgestellt.

5.1 Das Wetter 2020 im Bodenseekreis

Das Jahr 2020 ist in Deutschland mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,4 Grad Celsius (°C) das zweitwärmste Jahr seit Beginn flächendeckender Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881, geringfügig wärmer war mit 10,5 °C nur das Jahr 2018. „Das sehr warme Jahr 2020 darf uns nicht kalt lassen. Die wissenschaftlichen Klimafakten des nationalen Wetterdienstes sind alarmierend. Klimaschutz ist das Gebot der Stunde. Wir müssen jetzt handeln.“ Dies unterstreichen auch weitere Klimadaten des DWD: So seien hierzulande neun der zehn wärmsten Jahre im 21. Jahrhundert beobachtet worden, davon die vier wärmsten Jahre in der zurückliegenden Dekade 2011-2020. Diese Dekade war zugleich die wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.¹

Der Erwärmungstrend in Deutschland mit + 1,6 °C liegt über dem weltweiten linearen Trend von 1°C. In Baden-Württemberg liegt der lineare Trend bei 1,5 °C (siehe Abbildung 1). Allein in den vergangenen 30 Jahren ist die Jahresmitteltemperatur um 1,1 Grad Celsius gestiegen. Kennzeichnend für das vergangene Jahr in Baden-Württemberg war zudem: 2020 war sehr sonnenscheinreich und das Dritte zu trockene Jahr in Folge, mit einer außergewöhnlichen Niedrigwassersituation in den Fließgewässern.

Auch in der Region Bodensee-Oberschwaben war 2020 das zweitwärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. 2020 war über fast alle Monate hinweg zu warm und sehr trocken, die Niederschlagsverteilung war extrem unterschiedlich. Gleichzeitig hat es sehr viele Sonnenstunden gegeben.

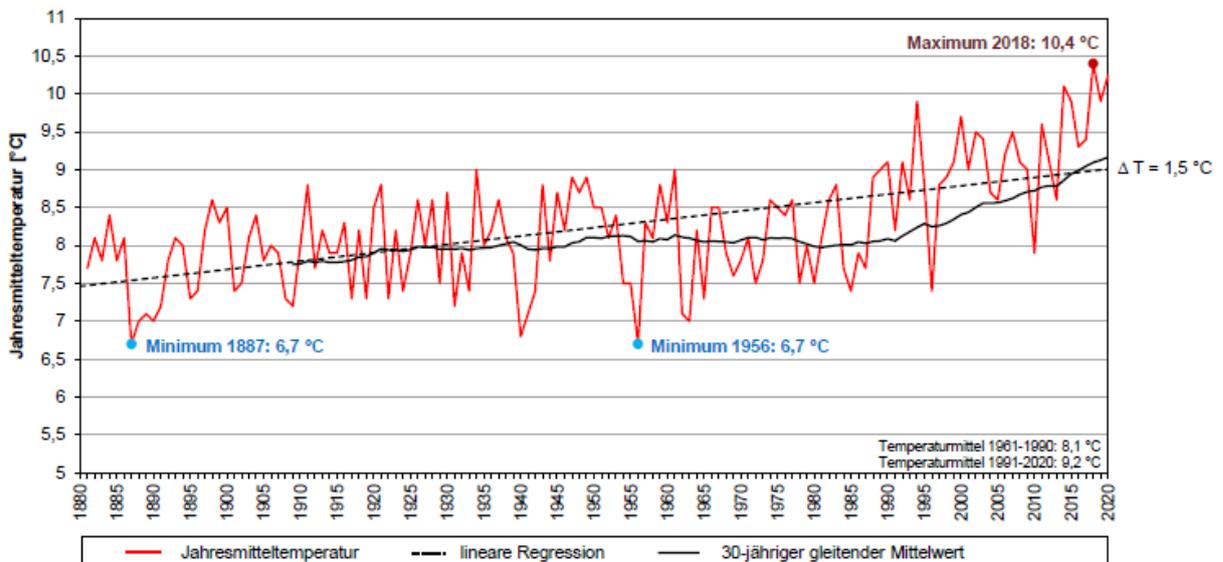


Abbildung 1 Jahresmitteltemperatur seit 1881 in Baden-Württemberg²

¹ [Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Presse - Deutschlandwetter im Jahr 2020 \(dwd.de\)](https://www.dwd.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/07/20200701_2020_104.html)

² LUBW, veröffentlicht 2021 in: *Hohe Temperaturen und Trockenheit hinterlassen ihre Spuren*

5.2 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) und dem *Leitstern Energieeffizienz* 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.

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.

5.3 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.

Kreiseigene Asylunterkünfte sowie weitere angemietete Liegenschaften und ihre Verbräuche sind in den dargestellten Zahlen nicht berücksichtigt, sie sind im Energiebericht nicht mit aufgenommen.

Bei der Kostendarstellung sind die tatsächlich gelieferten Energie- und Wassermengen abgebildet.

³ [CO2-Bilanzierung \(kea-bw.de\)](https://www.kea-bw.de), letzter Zugriff 01.08.2021

5.4 Gesamtverbrauchsentwicklung und Gesamtkostenentwicklung der Liegenschaften

Die folgende Tabelle zeigt die absoluten Verbräuche aller Objekte und deren prozentuale Verteilung auf die verschiedenen Energieträger im Jahr 2020.

Übersicht Gesamtverbräuche 2020

	Energieträger	absolute Verbräuche	Prozentuale Anteile
Wärme	Heizöl	93.360 kWh	1,03%
	Erdgas	5.516.303 kWh	61,02%
	BHKW	464.594 kWh	5,14%
	Regenerative	2.768.841 kWh	30,63%
Kälte	Kältestrom	197.000 kWh	2,18%
Wärme-/Kälteversorgung gesamt		9.040.097 kWh	100,00%
Licht-/Kraftstromversorgung		3.772.553 kWh	
Summe Energieversorgung		12.812.650 kWh	
Wasserversorgung		19.457 m³	

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 in 2020 dargestellt.

Die Entwicklung der kumulierten Wärme-/Kälte- und der Licht-/Kraftstromverbräuche aller neun Objekte zeigt die folgende Grafik:

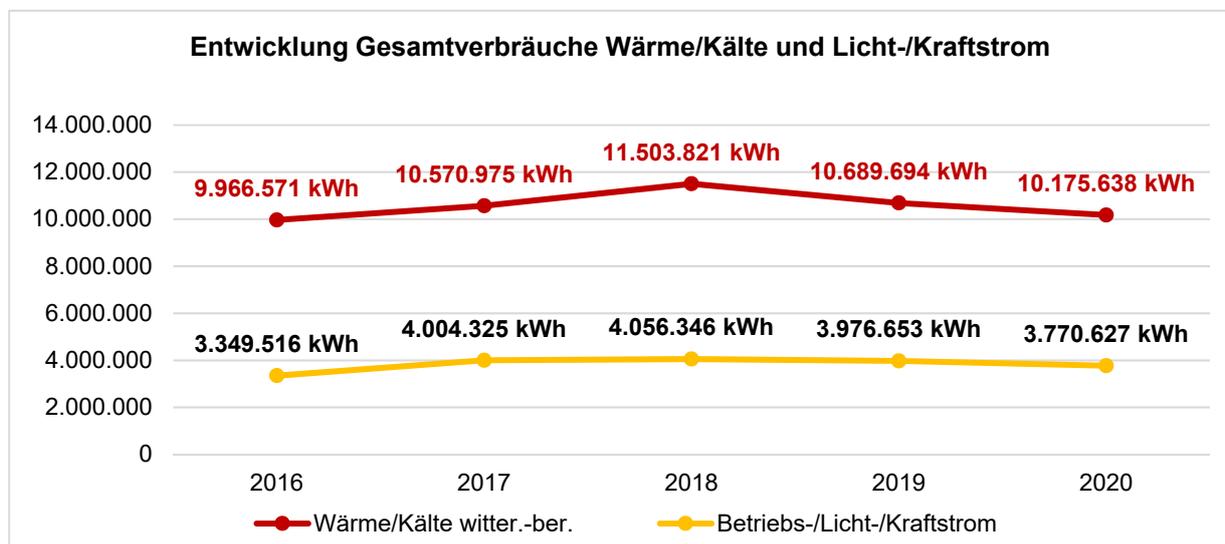


Abbildung 2 Entwicklung der Gesamtverbräuche der Liegenschaften (Wärme/Kälte witterungsbereinigt)

Im Vergleich zu 2019 ist der Energieverbrauch in 2020 deutlich zurückgegangen. Dies resultiert aus der veränderten Nutzung der Gebäude infolge der Pandemie.

Die Rückgänge im Bereich Wärme-/Kälte- und Licht-/Kraftstrom traten in fast allen Liegenschaften auf und werden in den folgenden Grafiken deutlich.

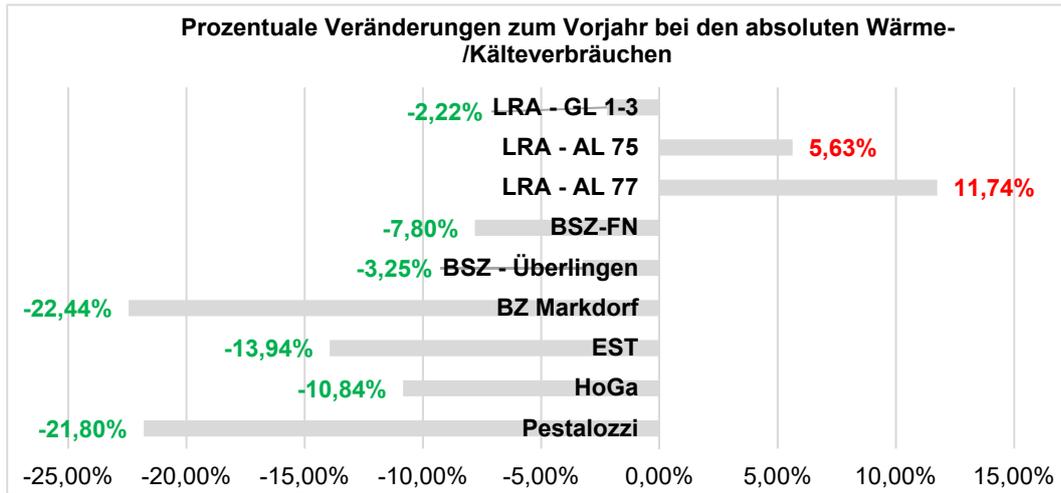


Abbildung 3
Prozentuale
Veränderun-
gen Wärme-
/Kältever-
brauch

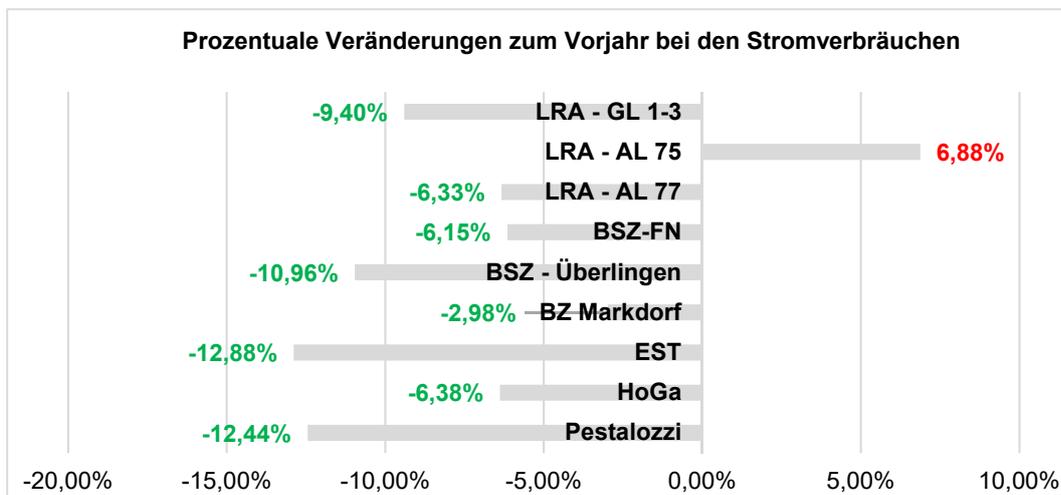
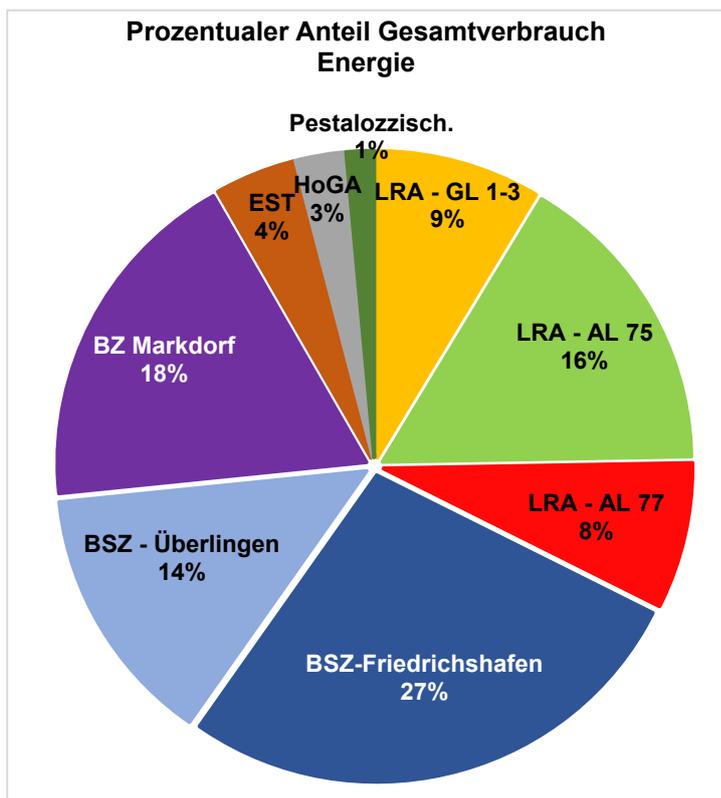
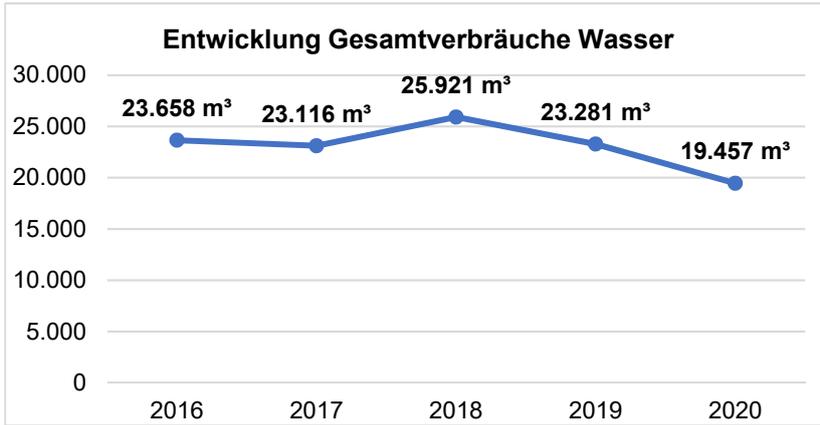


Abbildung 4
Prozentuale
Veränderun-
gen Licht-
/Kraftstrom-
verbrauch



Der Energieverbrauch (Wärme/Kälte und Licht-/Kraftstromversorgung) entfällt zu 60% auf die drei großen Schulkomplexe. Energie- und CO₂-reduzierende Maßnahmen sind in diesen Liegschaften unter dem Aspekt der Kosten und der kreiseigenen Klimaziele am wirkungsvollsten.

Abbildung 5 Prozentualer Anteil der Liegschaften am Gesamtenergieverbrauch



Bei den Wasserverbräuchen ist der größte Verbrauchsrückgang zu verzeichnen.

Abbildung 6 Entwicklung des Gesamtwasserverbrauchs

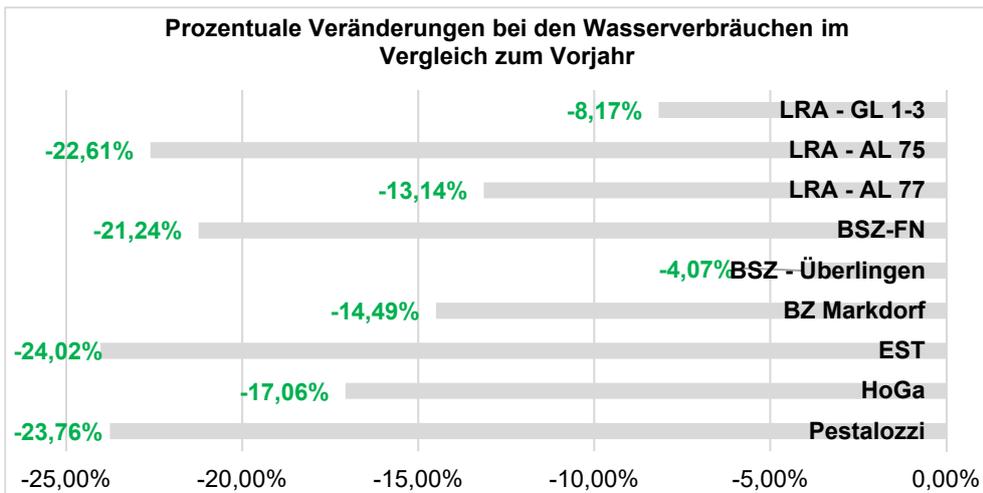


Abbildung 7 Prozentuale Veränderungen beim Wasserverbrauch

Der Verbrauchsrückgang schlägt sich aufgrund von Preiserhöhungen nicht im gleichen Maße bei den Kosten nieder. Die Entwicklung der Gesamtkosten ist in der folgenden Grafik dargestellt:

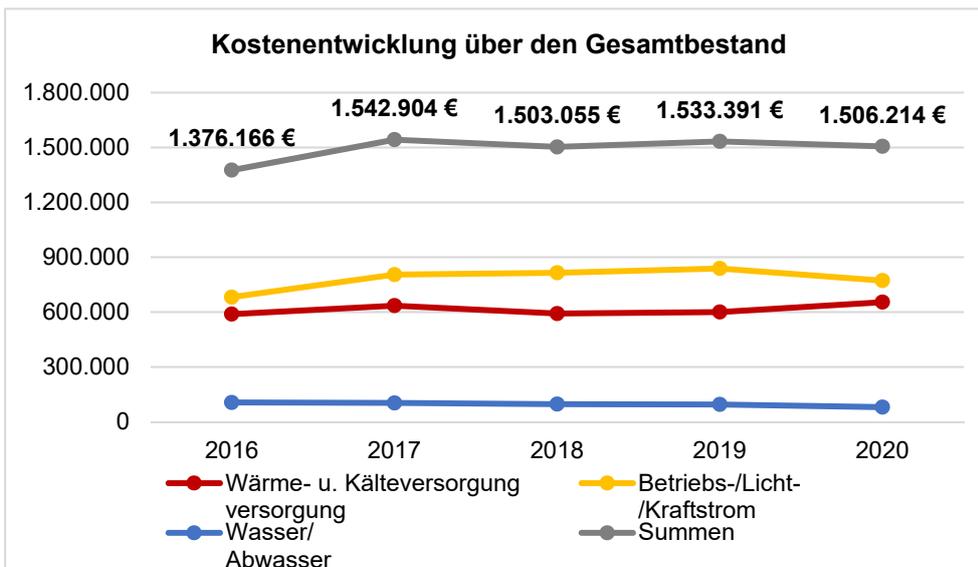


Abbildung 8 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser

Die folgende Grafik zeigt die prozentualen Veränderungen der Verbräuche und Kosten im Vergleich zum Vorjahr:

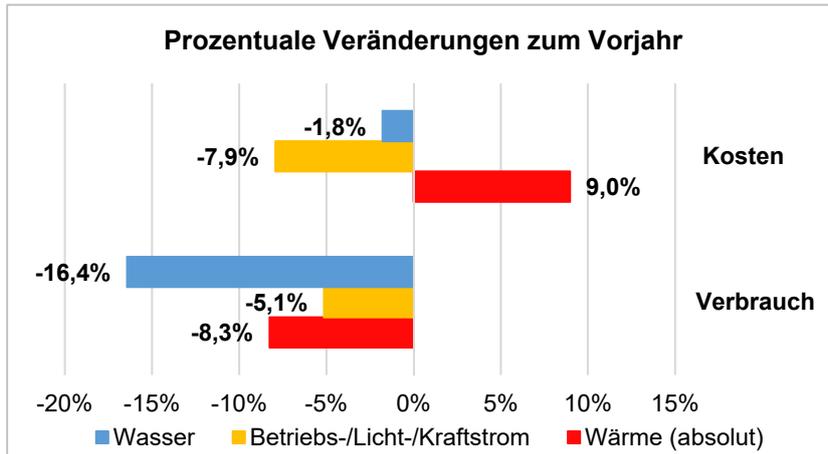


Abbildung 9 Prozentuale Veränderungen bei Verbrauch und Kosten

Die gesamten Aufwendungen für Energie und Wasser der dargestellten Liegenschaften bewegen sich seit 2016 im Bereich von 1,38 bis 1,54 Millionen Euro. Die Mehraufwendungen für Wärme in 2020 betragen 53.873 Euro, dies entspricht einem Plus von 9% im Vergleich zum Vorjahr. In Summe haben sich die Gesamtkosten um 1,8% reduziert.

Jahr	Wärme- u. Kälteversorgung	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom	Wasser/Abwasser	Summen
2020	654.148 €	771.919 €	80.147 €	1.506.214 €
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 €

Die Energie- und Wasserversorgungskosten je Objekt sind in Kapitel 6 bei den jeweiligen Objekten aufgeführt. Eine Übersicht der Energie- und Wasserversorgungskosten ist dem Anhang zu entnehmen.

Wärme-/Kälteverbräuche:

In den Verwaltungsgebäuden AL 75 und AL 77 ist der Wärme-/Kälteverbrauch aufgrund von mehr Nutzungstagen angestiegen, in allen anderen Objekten ist er zurückgegangen.

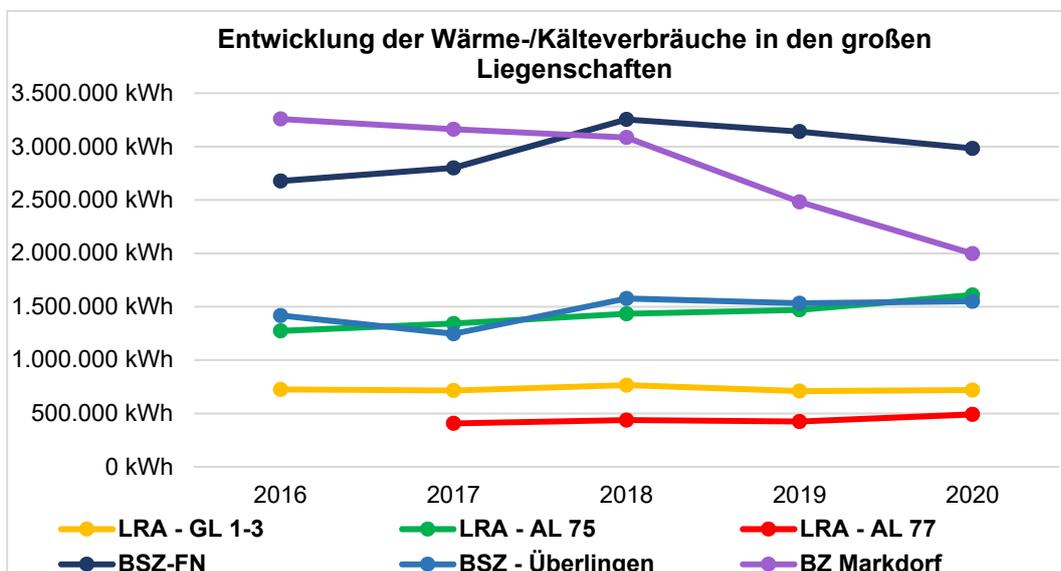


Abbildung 10 Entwicklung des witterungsbereinigten Wärme-/Kälteverbrauchs der großen Liegenschaften von 2016 – 2020

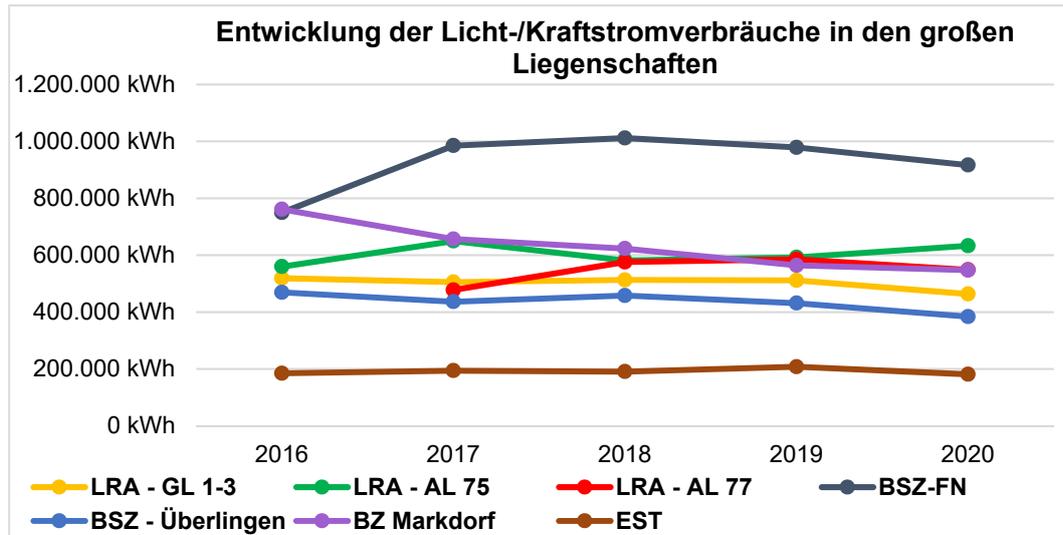
Licht-/Kraftstromverbräuche:

Abbildung 11
Entwicklung
der Stromver-
bräuche der
großen Lie-
genschaften
von 2016 -
2020

Im Verwaltungsgebäuden AL 75 ist der Stromverbrauch angestiegen, in den anderen Objekten ist er zurückgegangen, auch aufgrund des vermehrten Arbeitens und Lernens von zuhause aus.

Wasserverbräuche:

Die Wasserverbräuche haben sich in fast allen Liegenschaften deutlich reduziert. Diese Reduzierung ist auf das vermehrte Arbeiten und Lernen von zuhause aus zurückzuführen.

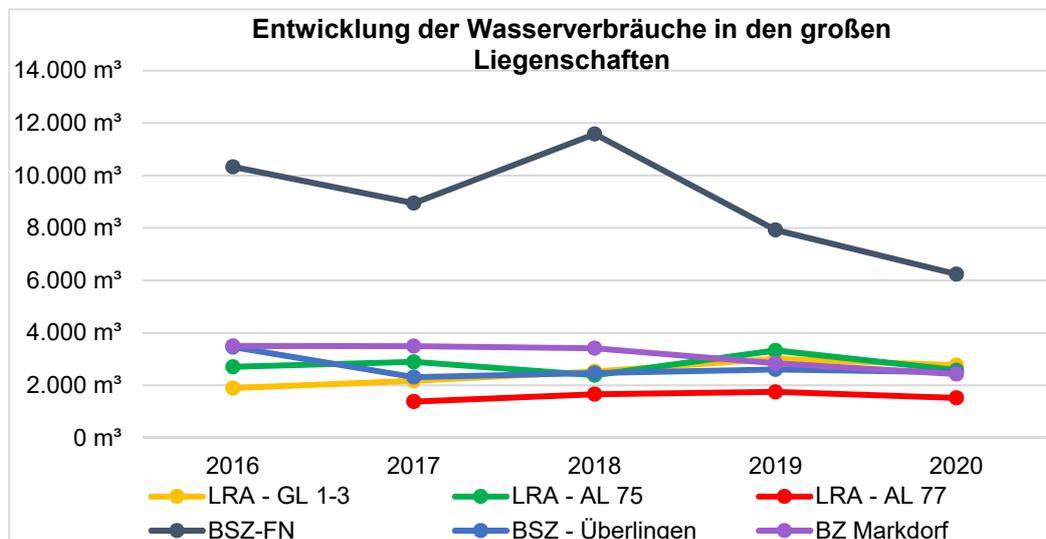


Abbildung 12
Entwicklung
der Wasser-
verbräuche
der großen
Liegenschaf-
ten

5.5 Verwendete Energieträger

Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung der eingesetzten fossilen und regenerativen Energieträger in Summe sowie die Anteile der regenerativen Energieträger.

Wärme/Kälte:

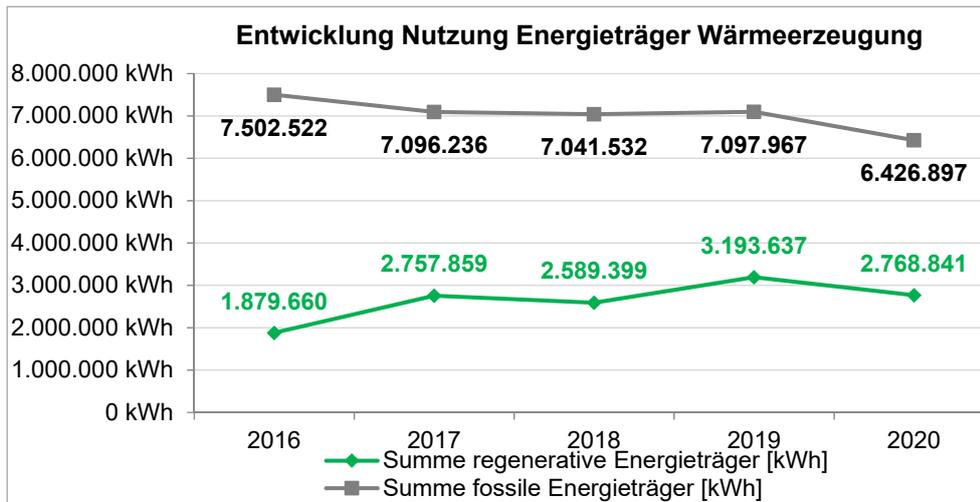
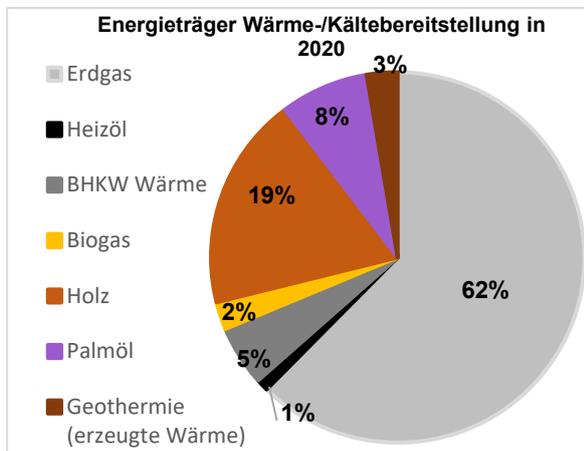


Abbildung 13
Entwicklung der regenerativen Energieträger zur Wärmeerzeugung



Die Wärme und ein ganz geringer Anteil Kälte wird aus fossilen und erneuerbaren Energien generiert. Der überwiegende Teil der Wärme wird mit fossilen Energieträgern erzeugt. Heizöl hat einen Anteil von 1%, Gas 62% und der Wärmeanteil aus den BHKWs beträgt 5%, der Energieträger ist hier ebenfalls Gas.

Abbildung 14 Prozentualer Anteil der Energieträger zur Wärme-/Kältebereitstellung

Die Energieträger der regenerativen Energien sind Biogas (10% des Gasbezugs in jeder Liegenschaft ohne Contracting), Palmöl (Verwaltungsgebäude) sowie Holz und Geothermie (Berufsschulzentrum Friedrichshafen. Der gesamte Anteil der regenerativen Energien für die gesamten Liegenschaften lag 2020 bei 32% und hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 3% reduziert. Der Rückgang ist vor allem im geringeren Hackschnitzeleinsatz begründet.

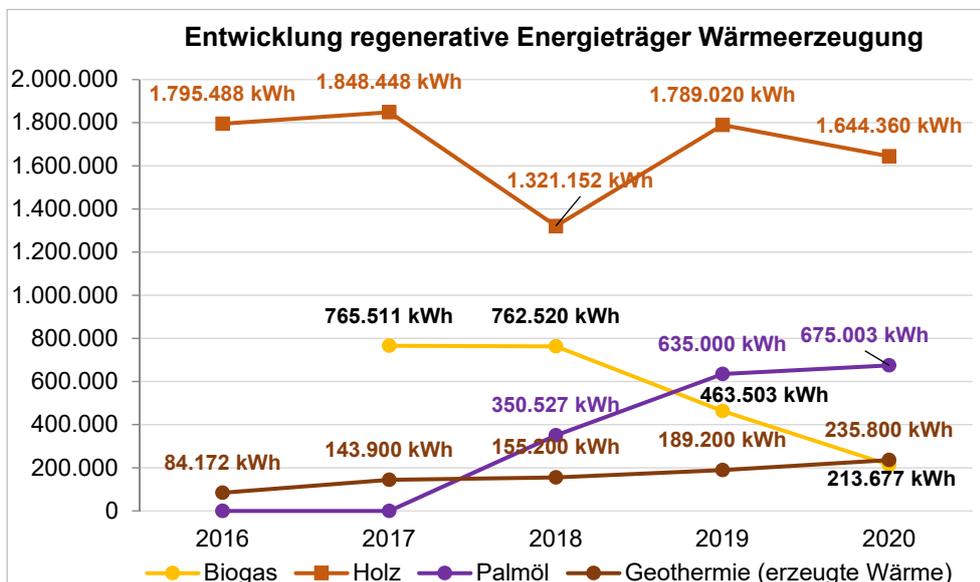


Abbildung 15
Entwicklung der Energieträger zur Wärmeversorgung von 2016 – 2020

Verwendete Energieträger						
Jahr	Erdgas	Biogas	Heizöl	Holz	Palmöl	Geothermie
2020	5.516.303 kWh	213.677 kWh	93.360 kWh	1.644.360 kWh	675.003 kWh	235.800 kWh
2019	6.276.640 kWh	623.451 kWh	127.980 kWh	1.789.020 kWh	635.000 kWh	189.200 kWh
2018	6.862.682 kWh	762.520 kWh	178.850 kWh	1.321.152 kWh	350.527 kWh	186.240 kWh
2017	6.889.596 kWh	765.511 kWh	206.640 kWh	1.848.448 kWh		151.095 kWh
2016	7.183.922 kWh		318.600 kWh	1.795.488 kWh		89.222 kWh

Die Entwicklung der regenerativen Energieträger ist sehr unterschiedlich: Das BHKW im Landratsamt sowie die Geothermieanlage im Berufsschulzentrum haben mehr Wärme als im Vorjahr geliefert. Im Berufsschulzentrum Friedrichshafen hat sich der Einsatz der Holzhackschnitzel analog zur Gesamtwärmemenge reduziert, der Pelletkessel im Bildungszentrum Markdorf trug ab Oktober zur Wärmeerzeugung bei. Der Gasbezug hat sich verringert und damit auch der Biogasbezug, außerdem wird im BZM und im BSZ FN kein Biogas in der Heizzentrale verwendet.

Strom:

Der bezogene Strom stammt fast vollständig aus erneuerbaren Energiequellen (zertifizierter Ökostrom, siehe Anhang). Durch die Eigennutzung des in den BHKWs erzeugten Stroms fallen Emissionen an, die BHKWs werden mit Erdgas betrieben.

2020 wurden auf den Dachflächen der kreiseigenen Liegenschaften insgesamt 541.752 kWh Strom aus Photovoltaikanlagen erzeugt, der größte Anteil mit 430.00 kWh davon auf dem Dach des BSZ in Friedrichshafen. Die kreiseigenen Photovoltaikanlagen haben insgesamt 85.520 kWh Strom eingespeist. 25.232 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]
2020	BSZ Friedrichshafen	unbekannt	430.000	-	430.000
	BZM Sporthalle 1	99,80	28.045	25.232	2.813
	HOGA Tettnang	59,00	4.162	-	4.162
	Pestalozzischule Markdorf	29,41	32.644	-	32.644
	Tannenhagschule Fischbach	38,10	46.901	-	46.901
	Summen			541.752	25.232

5.6 Entstandene Emissionen

Im folgenden Schaubild werden die durch den Energieverbrauch entstandenen Emissionen und ihre Entwicklung im Zeitraum 2016 – 2020 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 Gewinnung von Licht-/Kraftstrom entstehen.

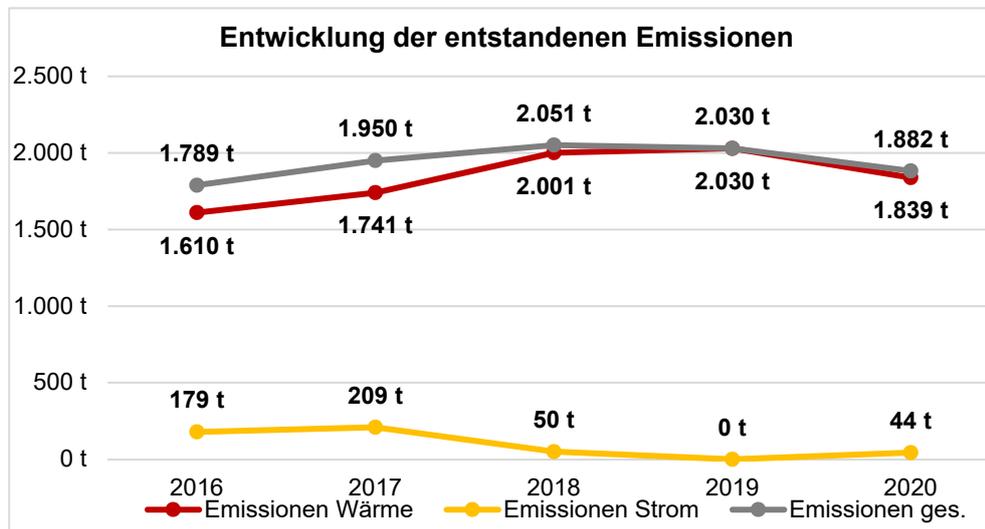


Abbildung 16
Entwicklung der Emissionen aus dem verbrauchten Energiebedarf von 2016 – 2020

Bei der Energieversorgung der kreiseigenen Liegenschaften haben sich die Emissionen in Summe um 191 t bzw. 9% reduziert. Die Emissionsreduktion bei der Wärmeversorgung ist auf den Rückgang des Wärmebedarfs in 2020 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 CO_{2eq}-Emissionen 2020 auf 366 Gramm pro Kilowattstunde⁴, bei Ökostrom auf null Gramm pro Kilowattstunde⁵. Dies bedeutet, dass für die Stromversorgung der kreiseigenen Liegenschaften im Jahr 2020 insgesamt 1.243 Tonnen CO₂-Emissionen - im Vergleich zum deutschen Strommix - eingespart werden konnten.

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.

⁴ Quelle: UBA, 45/2021 Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020, ISSN 1862-4359, 05.2020

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 2018 und 2019 für Kunden des Stadtwerks am See“.

6 Energieverbräuche und Auswertung der einzelnen Liegenschaften

Im Folgenden werden die einzelnen Liegenschaften mit ihren Verbräuchen und ihren Verbrauchsentwicklungen für den Zeitraum 2016 – 2020 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 in den Tabellen 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.

Die Angabe des Wasserverbrauchs pro Person bezieht sich auf die Schülerzahl bzw. die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Landratsamt.

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.

6.1 Auswertung Verwaltungsgebäude

Die Wärmeverbräuche haben sich in den Verwaltungsgebäuden AL 75 (+5,6%) und AL 77 (+11,7%) aufgrund der 7-Tagesnutzung im Jahr 2020 erhöht. Der Kälteverbrauch ist in 2020 leicht zurückgegangen.

Die Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

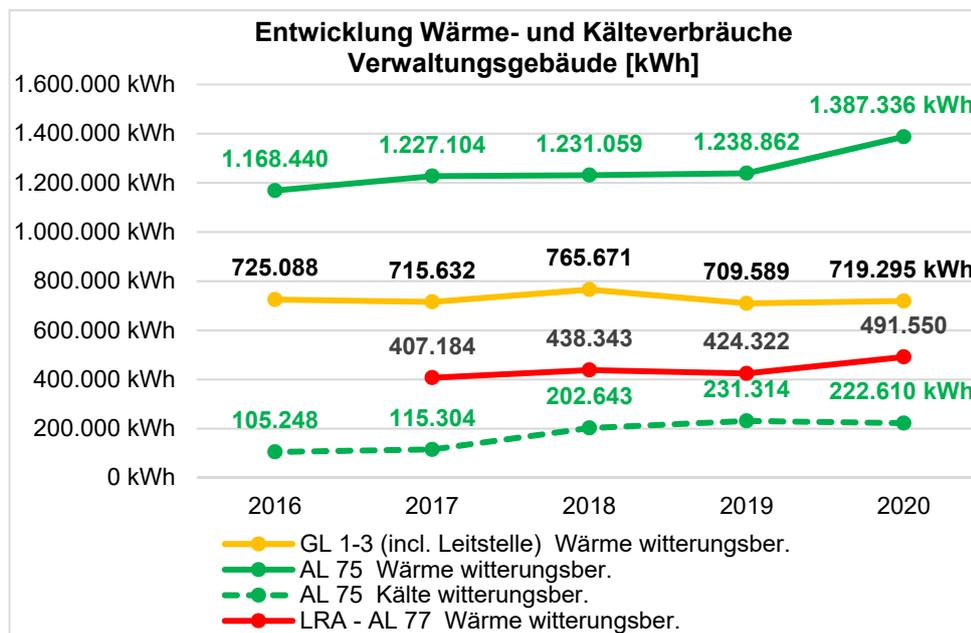


Abbildung 17
Entwicklung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche der Verwaltungsgebäude

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2020 für die Wärme- und Kälteversorgung absolut 2.496.275 kWh benötigt, 107.204 kWh (+4,5%) mehr als im Vorjahr. Der Kälteverbrauch hat insgesamt einen Anteil von knapp 8% am gesamten Kälte-Wärmeverbrauch. Der hohe Anteil für die Wärmeversorgung in der AL 75 ist auf den sehr schlechten energetischen Zustand des Gebäudes zurückzuführen.

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2020 für die Stromversorgung 1.644.894 kWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr 2,6% weniger.

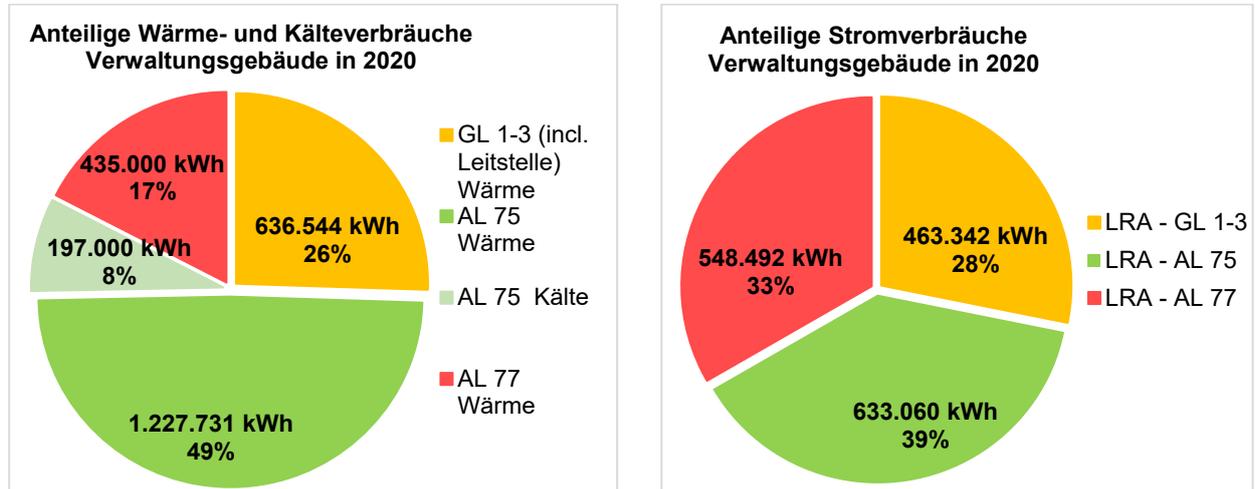


Abbildung 18 Verteilung der Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) der Verwaltungsgebäude in 2020
Abbildung 19 Verteilung der Stromverbräuche der Verwaltungsgebäude in 2020

Im Gebäude GL wurden 9,4% und in der AL 77 6,3% weniger, in der AL 77 6,9% mehr Strom verbraucht. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Stromverbräuche seit 2017:

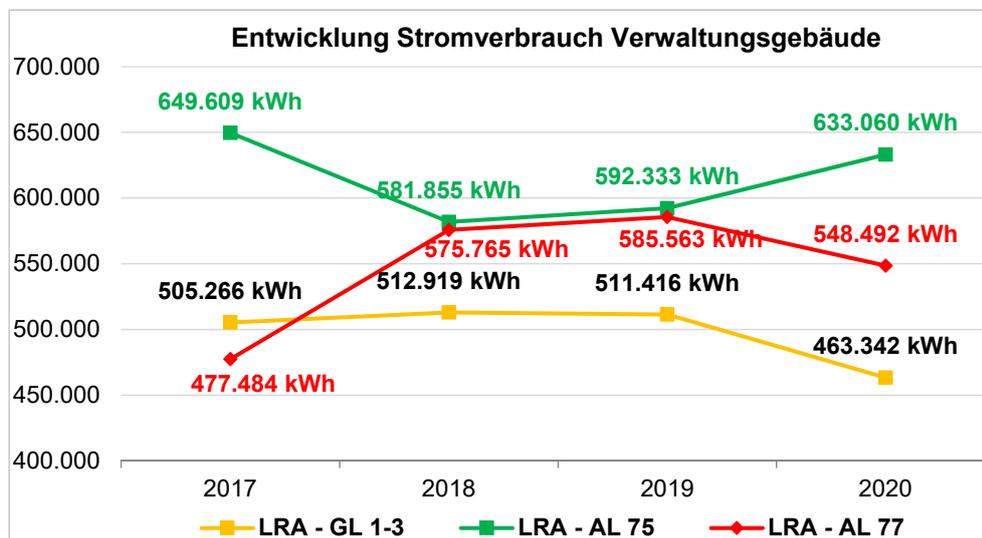


Abbildung 20 Entwicklung der Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche der Verwaltungsgebäude

Kosten Verwaltungsgebäude:

Für die Verwaltungsgebäude sind 2020 Versorgungskosten in Höhe von 533.281 € angefallen. Bei den Wärme-/Kältekosten entfällt analog zum Verbrauch der größte Anteil auf das Gebäude AL 77, beim Strom entfallen 36% der Kosten auf das Gebäude AL 77, 35% auf das Gebäude AL 75 und 29% auf das Gebäude GL 1-3.

26% der Gesamtkosten entfallen auf das Gebäude GL 1-3, 28% auf das Gebäude AL 77 und 46% auf das Gebäude AL 75.

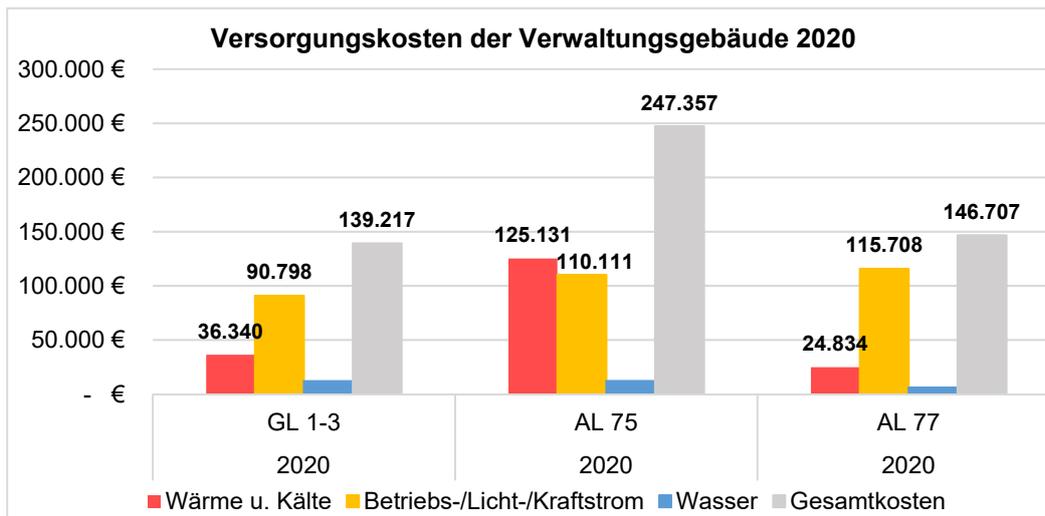


Abbildung 21
Angefallene
Versorgungskosten in den
Verwaltungsgebäuden in
2020

Die Entwicklung der Gesamtkosten zeigt die nachfolgende Grafik:

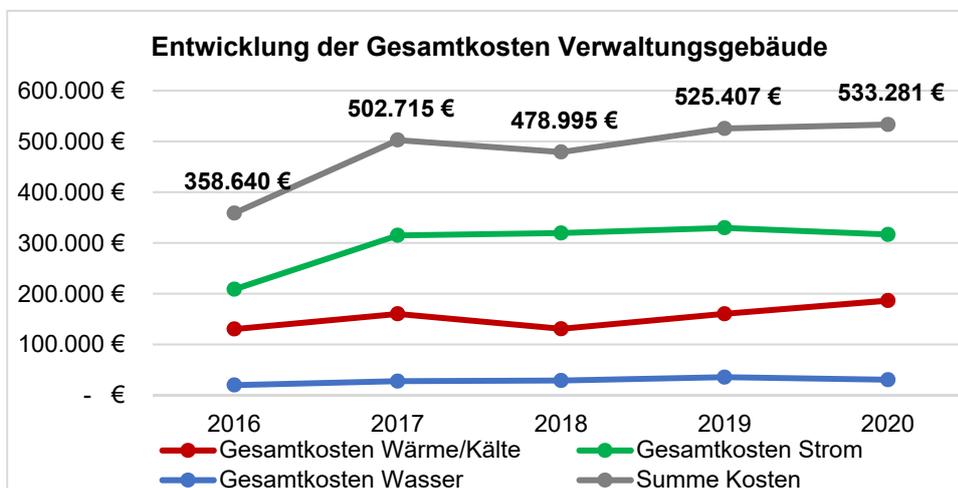


Abbildung 22
Entwicklung der
Gesamtversorgungskosten
Verwaltungsgebäude

Zusammenfassend ist für die Verwaltungsgebäude festzustellen, dass im Vergleich zum Vorjahr

- sich der Wärme-/Kälteverbrauch absolut um 4,5% erhöht hat,
- sich der Stromverbrauch mit - 44.418 kWh um 2,6% reduziert hat,
- sich der Wasserverbrauch mit einem Minus von 1.229 m³ um 15,2% reduziert hat und
- die Kosten leicht angestiegen sind.

Aus technischer Sicht lassen sich mit der Umstellung aller Leuchtkörper der Innen- und Außenbeleuchtung auf LED-Leuchtkörper sowie mit der Erneuerung verschiedener Heizungspumpen die Stromverbräuche reduzieren. Wenn alle Warmwasserpumpen dezentral versorgt werden, lassen sich die Verbräuche reduzieren, da die Wärmebereitstellung während der Sommermonate entfällt. Die Arbeitsstättenrichtlinie schreibt für teil- und vollklimatisierte Büroräume eine Temperatur von mindestens 21° Celsius während der Heizperiode und von höchstens 26° Celsius außerhalb der Heizperiode vor. 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 vier Mal so hoch wie die für Wärme. Die detaillierten Verbrauchs- und Kostenentwicklungen werden in den Kapiteln 6.1.1 bis 6.1.3 dargestellt.

6.1.1 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77)

Das Verwaltungsgebäude in der Albrechtstraße 77 ist ein Leasingobjekt. Es wurde 2017 mit in den Energiebericht aufgenommen, aus diesem Grund können vergleichende Verbrauchswerte für die Wärme nur für die vergangenen zwei Jahre dargestellt werden.

Die Wärmeversorgung des Gebäudes erfolgt aus der Heizzentrale in der Glärnischstraße. Der Sänitissaal und zwei weitere Räume sind klimatisiert.

Zur Versorgung der E-Autos stehen zwei Wallboxen und drei Steckdosen zur Verfügung.



Verwaltungsgebäude LRA - AL 77			
Baujahr 2006		Wärmeversorgung aus Heizzentrale Gl.-Str.	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	7780	4 Wärme- u. 2 Kältekreisläufe je Etage	
Qualität Wärmedämmung	gut	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Nutzer	310	Absenkung täglich in h	12
Windfang vorhanden	ja	Thermostatventile	ja
Anzahl Aufzüge	3	Lüftungsanlage	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Wärmerückgewinnung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Klimatisierung	teilweise
Zentrale Wärmeversorgung	ja		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			
Regelmäßige Abendtermine im Sitzungssaal			

In der folgenden Grafik ist die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche dargestellt:

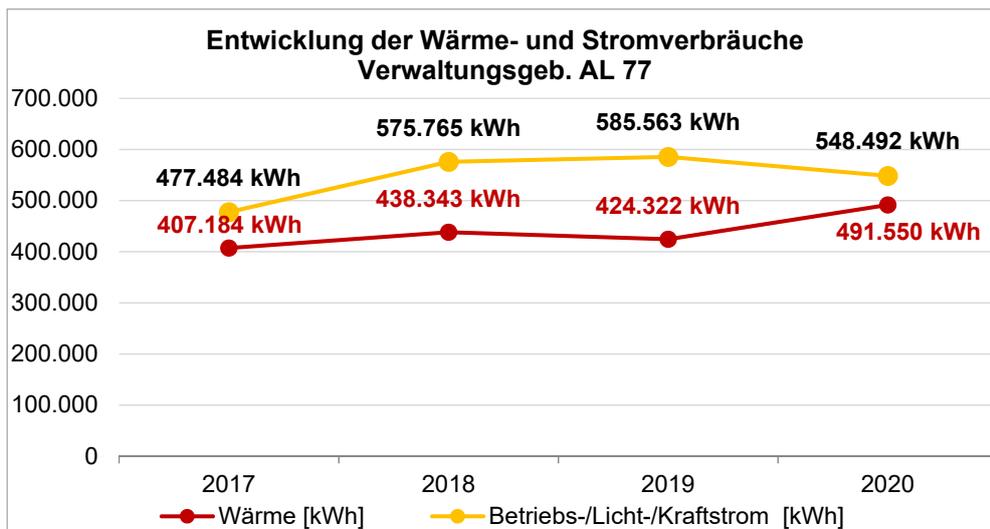


Abbildung 23
Entwicklung der
Wärme- und
Stromverbräuche
Verwaltungsgebäude AL 77
(Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch für das Verwaltungsgebäude AL 77 ist absolut um 45.714 kWh bzw. 11,7% angestiegen, witterungsbereinigt hat sich der Verbrauch um 15%,8 erhöht.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas u. Palmöl	kWh	435.000	491.550	01.01.2020	31.12.2020	24.834
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	389.286	424.322	01.01.2019	31.12.2019	21.048
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	374.652	438.348	01.01.2018	31.12.2018	17.241
2017	Erdgas	kWh	399.200	407.184	01.01.2017	31.12.2017	21.400

Das Gebäude ist teilklimatisiert, d.h. die zugeführte Frischluft wird im Winter vorgewärmt und im Sommer vorgekühlt. Die Vorwärmung erfolgt mit Hilfe der Wärmezufuhr aus der Heizzentrale in der Glärnischstraße, die Kühlung über Strom direkt im Gebäude.

Der Stromverbrauch hat sich um 37.071 kWh (6,3%) reduziert.

Licht-/Kraftstromversorgung incl. Betriebsstrom Wärme					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	548.492	01.01.2020	31.12.2020	115.708
2019	kWh	585.563	01.01.2019	31.12.2019	120.386
2018	kWh	575.765	01.01.2018	31.12.2018	115.242
2017	kWh	477.484	01.01.2017	31.12.2017	94.710

Der Wasserverbrauch hat sich um 230 m³ (13,1%) reduziert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	1.521	01.01.2020	31.12.2020	6.165
2019	m ³	1.751	01.01.2019	31.12.2019	7.126
2018	m ³	1.662	01.01.2018	31.12.2018	6.651
2017	m ³	1.382	01.01.2017	31.12.2017	5.867

Spezifische Verbräuche in 2020

Wärme	56 kWh/m ²
Strom (incl. Betriebsstrom)	71 kWh/m ²
Wasser (Liter pro Person u. Jahr)	4.906 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2020:

Im Jahr 2020 wurden keine energetisch relevanten Sanierungen am Gebäude durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche	Summe Kosten [€]
Amtsgebäude AL 77	435.000	24.834	548.492	115.708	1.521	6.165	7.780	146.707

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 77 stellen sich in 2020 wie folgt dar:

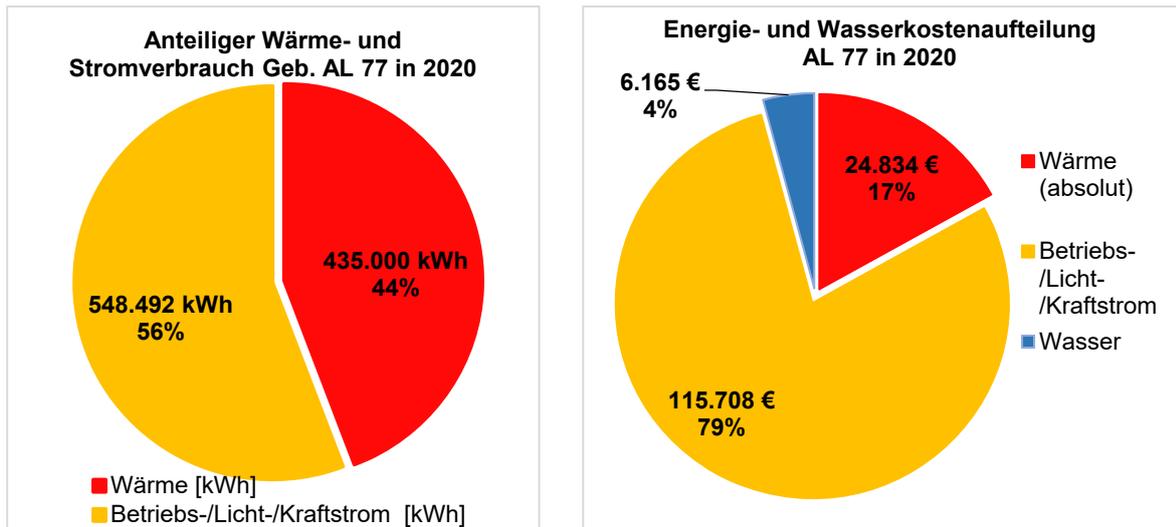


Abbildung 24 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2020
Abbildung 25 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 77 in 2020

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

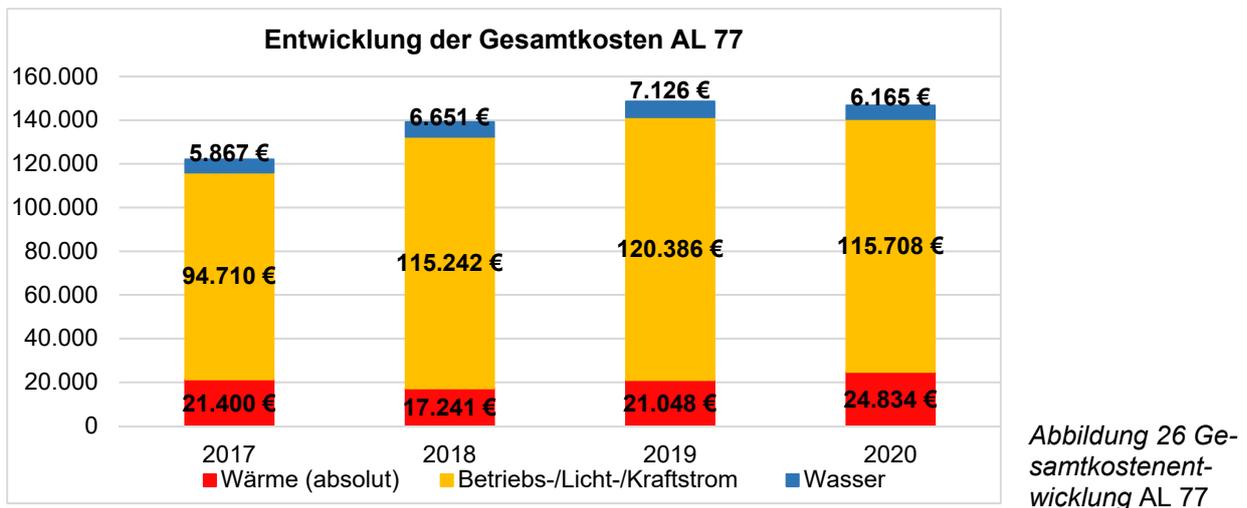


Abbildung 26 Gesamtkostenentwicklung AL 77

Die Kosten für Wärme haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 18% erhöht. Ursachen für den Kostenanstieg bei der Wärmebereitstellung sind der absolute Mehrverbrauch und die Kostenerhöhung beim Einkauf. Die Kosten für Licht-/Kraftstrom haben sich um 3,9% reduziert, die Wasserkosten analog zum Verbrauch um 13,6%. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

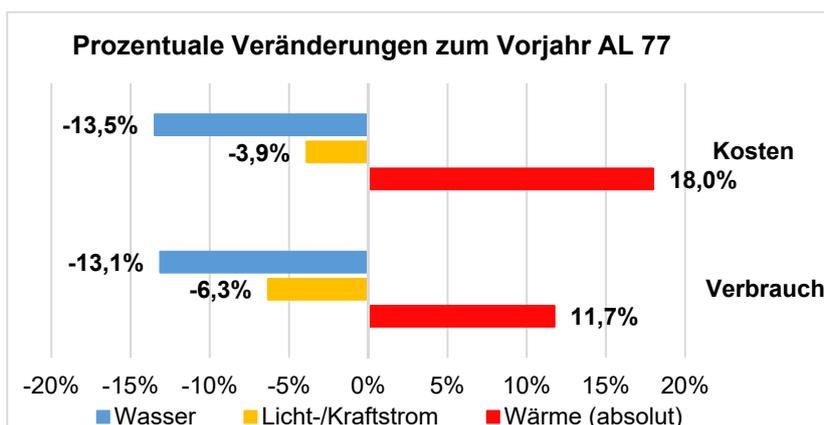


Abbildung 27 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

Zusammenfassend ist für das Verwaltungsgebäude AL 77 festzustellen, dass im Vergleich zum Vorjahr

- sich der Wärmeverbrauch absolut um 11,7 erhöht hat,
- der Stromverbrauch um 6,3% und
- der Wasserverbrauch um 13,1% zurückgegangen sind.

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. Mit geringem Aufwand lässt sich der Verbrauchstrom durch Austausch der vorhandenen Energiesparlampen in LED-Leuchtkörper verringern. Diese Maßnahme ist für 2022 geplant.

Auch 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.

6.1.2 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)

Das Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75 ist vollklimatisiert, es hat keine zu öffnenden Fenster. Seit 2020 stehen zur Versorgung der E-Autos 25 Ladepunkte im Parkdeck zur Verfügung.



Verwaltungsgebäude LRA - AL 75			
Baujahr 1973		Wärmeversorgung aus Heizzentrale Gl.-Str.	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	5810	Anzahl Regelungsgruppen	3
Qualität Wärmedämmung	sehr schlecht	4 Wärme- u. 2 Kältekreisläufe je Etage	
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	311	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Anzahl Aufzüge	3	Thermostatventile	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Vollklimatisierung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			

In der folgenden Grafik ist die Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche sowie der Stromverbräuche dargestellt:

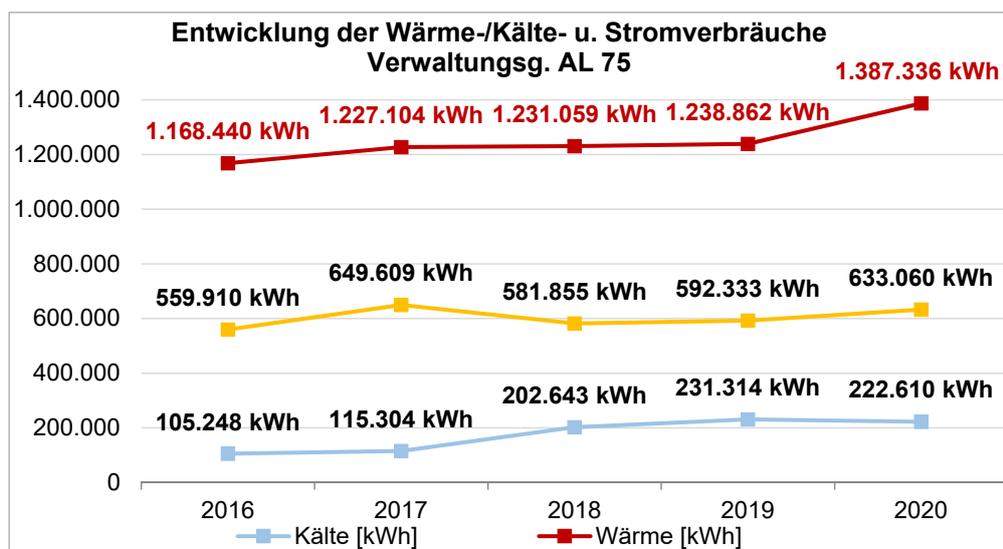


Abbildung 28
Entwicklung der
Wärme- und Kälte-
verbräuche Ver-
waltungsgebäude
AL 75 (witterungs-
bereinigt)

Der Energieaufwand zur Klimatisierung und der sehr schlechte energetische Zustand des Gebäudes führen zu extrem hohen Energie- und Wasserverbräuchen in diesem Gebäude. Absolut ist der Wärme-/Kälteverbrauch um 139.769 kWh angestiegen, witterungsbereinigt um 6%.

Wärme-/Kälteversorgung							
Jahr	Energieträger Wärme	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.424.731	1.609.946	01.01.2020	31.12.2020	125.131
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.348.786	1.470.177	01.01.2019	31.12.2019	104.026
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.225.386	1.433.702	01.01.2018	31.12.2018	83.329
2017	Erdgas	kWh	1.203.043	1.227.104	01.01.2017	31.12.2017	64.964
2016	Erdgas	kWh	1.123.500	1.168.440	01.01.2016	31.12.2016	58.488

Absolut ist der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr um 91.160 kWh angestiegen, unter Berücksichtigung der Witterung um 12%. Der Kälteverbrauch hat sich um 15.215 kWh reduziert, witterungsbereinigt um 4%.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.227.731	1.387.336	01.01.2020	31.12.2020	70.091
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.136.571	1.238.862	01.01.2019	31.12.2019	61.453
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.052.187	1.231.059	01.01.2018	31.12.2018	48.420
2017	Erdgas	kWh	1.203.043	1.227.104	01.01.2017	31.12.2017	64.964
2016	Erdgas	kWh	1.123.500	1.168.440	01.01.2016	31.12.2016	58.488

Kälteversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	197.000	222.610	01.01.2020	31.12.2020	55.040
2019	kWh	212.215	231.314	01.01.2019	31.12.2019	45.573
2018	kWh	173.199	202.643	01.01.2018	31.12.2018	34.905
2017	kWh	113.043	115.304	01.01.2017	31.12.2017	36.140
2016	kWh	101.200	105.248	01.01.2016	31.12.2016	35.432

Aufgrund der 7-Tagesnutzung und den damit einhergehenden höheren Klimatisierungsstunden ist der Stromverbrauch um 6,9% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung incl. Betriebsstrom Wärme u. Kälte					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	633.060	01.01.2020	31.12.2020	110.111
2019	kWh	592.333	01.01.2019	31.12.2019	110.457
2018	kWh	581.855	01.01.2018	31.12.2018	106.072
2017	kWh	649.609	01.01.2017	31.12.2017	122.066
2016	kWh	559.910	01.01.2016	31.12.2016	111.532

Der Wasserverbrauch hat sich mit einem Rückgang von 753 m³ um 22,6% reduziert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	2.578	01.01.2020	31.12.2020	12.115
2019	m ³	3.331	01.01.2019	31.12.2019	15.192
2018	m ³	2.386	01.01.2018	31.12.2018	11.137
2017	m ³	2.896	01.01.2017	31.12.2017	12.293
2016	m ³	2.705	01.01.2016	31.12.2016	11.376

Spezifische Verbräuche in 2020

Wärme	211 kWh/m ²
Kälte	34 kWh/m ²
Strom	109 kWh/m ²
Wasser (Liter pro Person u. Jahr)	8.316 l/Pa

Der hohe spezifische Wasserverbrauch – im Vergleich zu den beiden anderen Verwaltungsgebäuden – ist auf die Vollklimatisierung (Luftbefeuchtung) zurückzuführen.

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2020:

In 2020 wurde die Beleuchtung und die Fluchtwegsbeleuchtung vollständig auf LED umgestellt. Im Parkdeck wurden 25 Ladesäulen im Rahmen eines geförderten Projektes installiert. Im Zuge dieser Maßnahme wurde auch die Mittelspannungsanlage saniert.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme u. Kälte [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Verwaltungsgebäude AL 75	1.424.731	125.131	633.060	110.111	2.578	12.115	5.810	247.357

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 75 stellen sich in 2020 wie folgt dar:

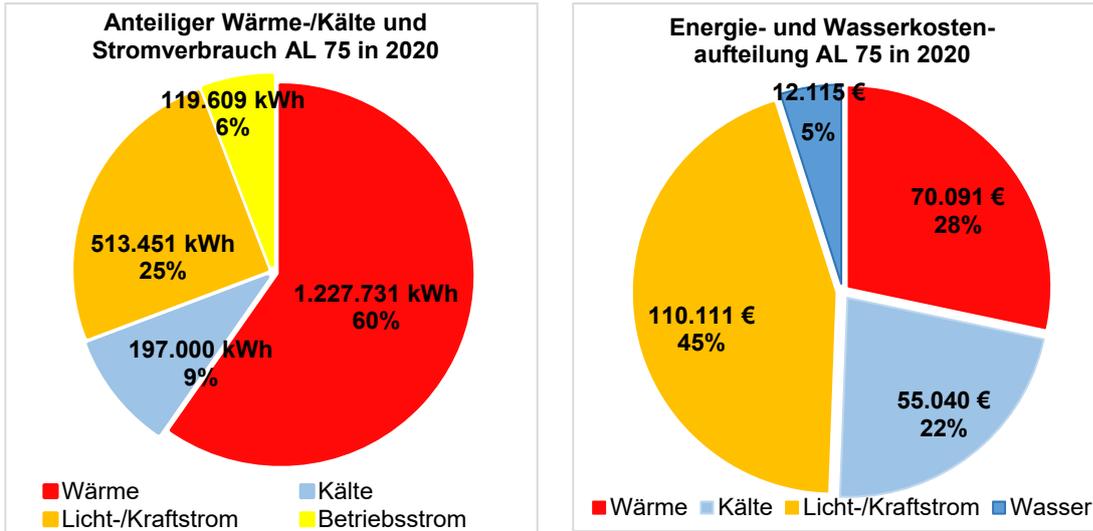


Abbildung 29 Verteilung Energieverbräuche Wärme u. Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2020
 Abbildung 30 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 75 in 2020

Im Vergleich zur Wärme ist der Kostenaufwand für eine kWh Kälte in 2020 mehr als vier Mal so hoch wie für eine kWh Wärme. Die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

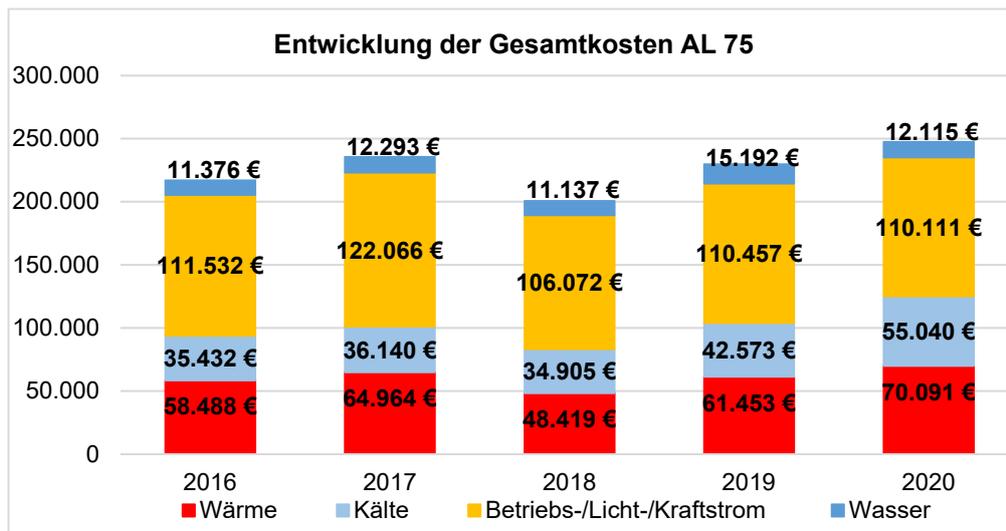


Abbildung 31 Kostenentwicklung der Verbräuche AL 75

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

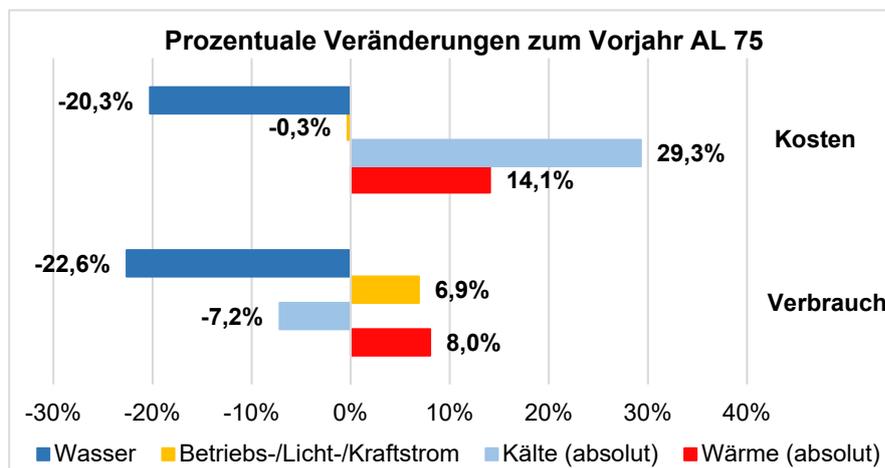


Abbildung 32 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

Zusammenfassend ist für das Verwaltungsgebäude AL 75 festzustellen, dass im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 91.160 kWh bzw. witterungsbereinigt um 12% angestiegen ist,
- sich der Energieverbrauch für Kälte absolut um 15.215 kWh bzw. bereinigt um 4% reduziert hat,
- der Stromverbrauch um 7% angestiegen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 22,6% bzw. 753 m³ reduziert hat.

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.

Im Rahmen des neuen Effizienzcontractingvertrages zur Wärme- und Kälteversorgung der Verwaltungsgebäude werden ab 2022 umfassende Sanierungsmaßnahmen an den technischen Anlagen durchgeführt.

6.1.3 Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL)

Im Verwaltungsgebäude in der Glärnischstraße befindet sich auch die Leitstelle für den Landkreis. Die Verbräuche der Leitstelle sowie die der Verwaltung werden seit 2017 im Energiebericht gesondert aufgeführt.

Zur Versorgung der E-Autos stehen drei Ladepunkte zur Verfügung.



Verwaltungsgebäude LRA – Glärnischstr. 1-3			
Baujahr 1978		Kessel Leistung in kW	900
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	8610	Baujahr Heizungsanlage	2006
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Anzahl Regelungsgruppen	4
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	368	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Anzahl Aufzüge	2	Thermostatventile	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage Abluft in Sanitäranlagen	
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Zentrale Wärmeversorgung	ja		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			

Die Entwicklung der Wärme-, Strom und Wasserverbräuche inclusive Betriebsstrom sind in der folgenden Grafik dargestellt:

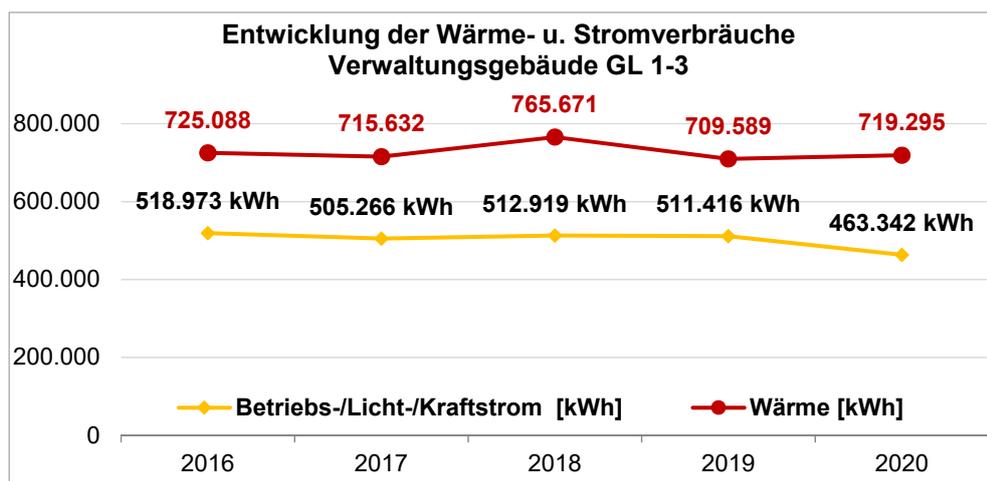


Abbildung 33
Entwicklung der
Wärme- und Strom-
verbräuche Verwal-
tungsgebäude
Glärnischstr. (Wär-
meverbräuche witterungs-
bereinigt)

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch im Jahr 2020 um 14.450 kWh reduziert, unter Berücksichtigung der Witterung ist er um 1,4% angestiegen.

Anmerkung zu den Wärmeverbräuchen: Alle drei Verwaltungsgebäude werden von der Heizzentrale in der Glärnischstraße 1-3 mit Wärme versorgt. Die dabei entstehenden Leitungsverluste sind in den Verbräuchen der Glärnischstraße enthalten.

Wärmeversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas u. Palmöl	kWh	636.544	719.295	01.01.2020	31.12.2020	36.340
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	650.999	709.589	01.01.2019	31.12.2019	35.199
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	654.420	765.671	01.01.2018	01.01.2018	30.115
2017	Erdgas	kWh	701.600	715.632	01.01.2017	31.12.2017	37.702
2016	Erdgas	kWh	697.200	725.088	01.01.2016	31.12.2016	36.317

Der Stromverbrauch im Verwaltungsbereich hat sich um 9,7% reduziert, dies ist auf die Umrüstung der Beleuchtung im Keller und in den WCs mit LED-Leuchtkörpern sowie die Sanierung der Aufzüge in 2019 zurückzuführen. 9% des Gesamtstrombedarfs für das Verwaltungsgebäude fielen in 2020 in der Leitstelle an.

Licht-/Kraftstromversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude (incl. Betriebsstrom Wärme)

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	463.342	01.01.2020	31.12.2020	90.798
2019	kWh	511.416	01.01.2019	31.12.2019	98.803
2018	kWh	512.919	01.01.2018	01.01.2018	98.167
2017	kWh	505.266	01.01.2017	31.12.2017	98.145
2016	kWh	518.973	01.01.2016	31.12.2016	97.059

Licht-/Kraftstromversorgung (Allgemeinstrom) Leitstelle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	42.385	01.01.2020	31.12.2020	8.583
2019	kWh	44.944	01.01.2019	31.12.2019	8.797
2018	kWh	59.977	01.01.2018	01.01.2018	12.087
2017	kWh	86.603	01.01.2017	31.12.2017	16.972

Der Wasserverbrauch ist in 2020 um 257 m³ bzw. 8,2% zurückgegangen.

Wasserversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	2.766	01.01.2020	31.12.2020	12.079
2019	m ³	3.012	01.01.2019	31.12.2019	13.170
2018	m ³	2.533	01.01.2018	01.01.2018	11.047
2017	m ³	2.174	01.01.2017	31.12.2017	9.427
2016	m ³	1.897	01.01.2016	31.12.2016	8.436

Spezifische Verbräuche Verwaltung in 2020

Wärme	74 kWh/m ²
Strom	52 kWh/m ²
Wasser	7.418 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2020:

Im Jahr 2020 wurde die Notbeleuchtung vollständig und die Beleuchtung im Untergeschoss auf LED-Beleuchtung mit Präsenzmeldern umgerüstet.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Verwaltung	622.719	35.551	378.572	82.215	2.730	11.921	8.423	129.688
Leitstelle	13.825	789	42.385	8.583	36	158	187	9.529
Summe	636.544	36.340	420.957	90.798	2.766	12.079	8.610	139.217

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärmeversorgung und Betriebs-, Licht- und Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude GL 1-3 stellen sich in 2020 wie folgt dar:

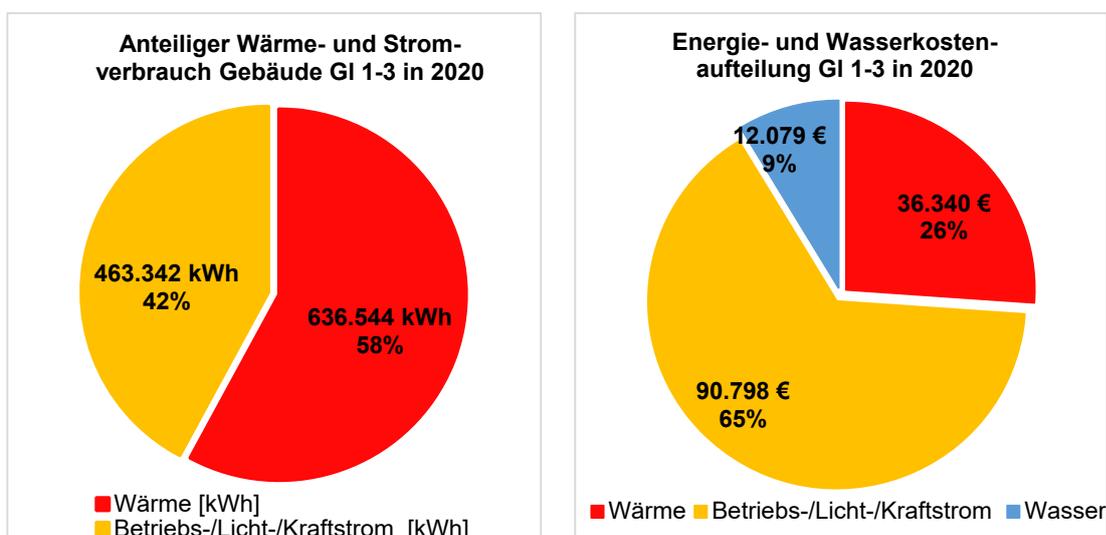


Abbildung 34 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom GL 1-3 in 2020
Abbildung 35 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten GL 1-3 in 2020

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

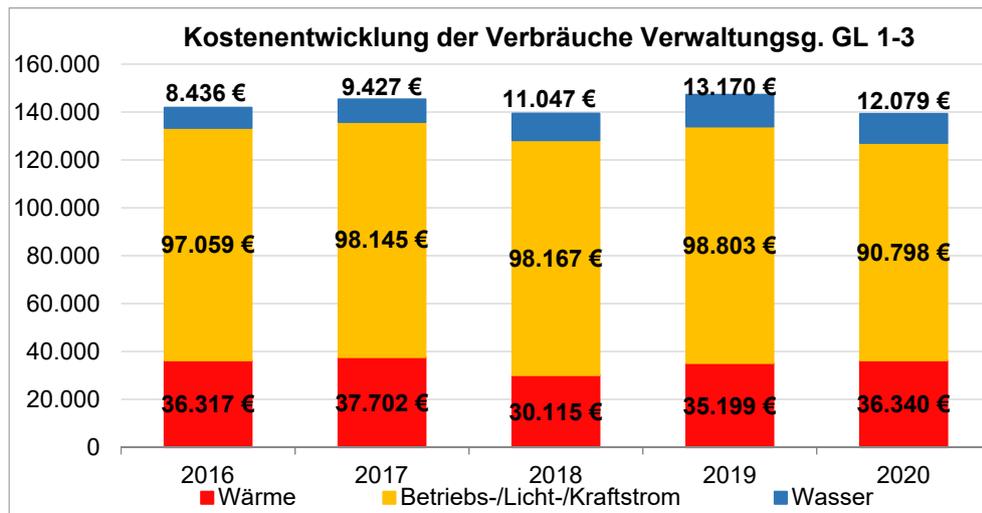


Abbildung 36
Kostenentwicklung
der Verbräuche
LRA GL 1-3

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

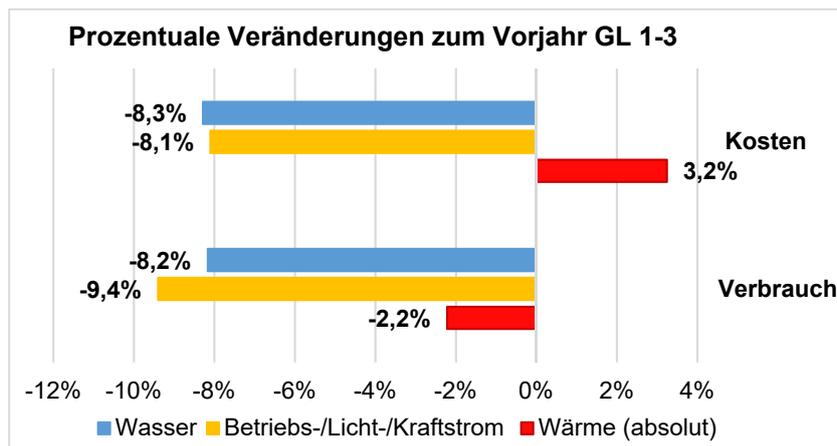


Abbildung 37 Prozentuale
Veränderungen bei Verbräuchen
und Verbrauchskosten im
Vergleich zum Vorjahr

Zusammenfassend ist für das Verwaltungsgebäude GL 1-3 festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 2,2% verringert hat,
- der Stromverbrauch um 9,4% geringer ausfiel und sich
- der Wasserverbrauch aufgrund der geringeren Anwesenheitsstunden der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter um 8,2% verringert hat.

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Geplant ist, in 2022 in den Fluren und im Treppenhaus Präsenzmelder zu installieren. Zudem wird die Beleuchtung einiger Restflächen (z. B. Flure) auf LED umgerüstet.

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

6.2 Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen

Verbrauchsentwicklung Schulgebäude:

Die Verbrauchsreduzierung bei Wärme, Strom und Wasser ist auf die eingeschränkte Nutzung der Schulen im Jahr 2020 zurückzuführen.

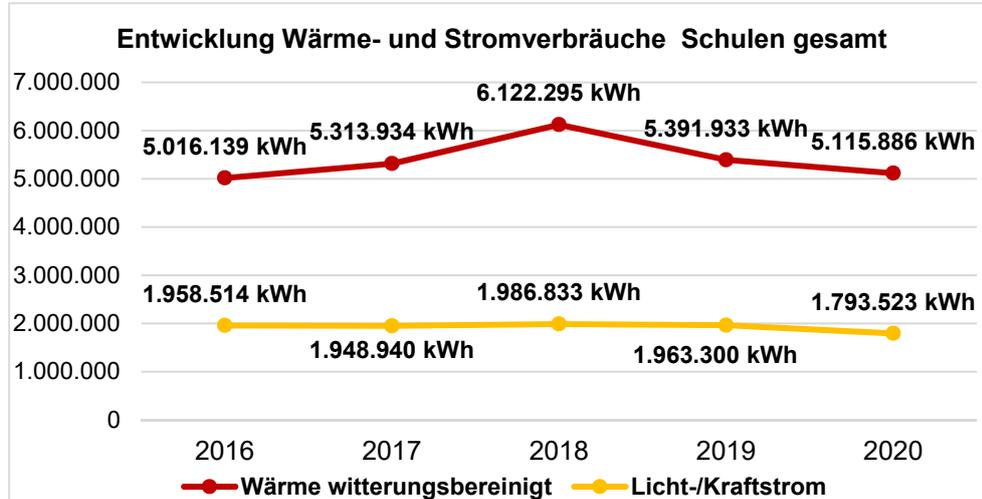


Abbildung 38
Entwicklung der
Gesamtverbräuche
Schulen (Wärme
witterungsbereinigt)

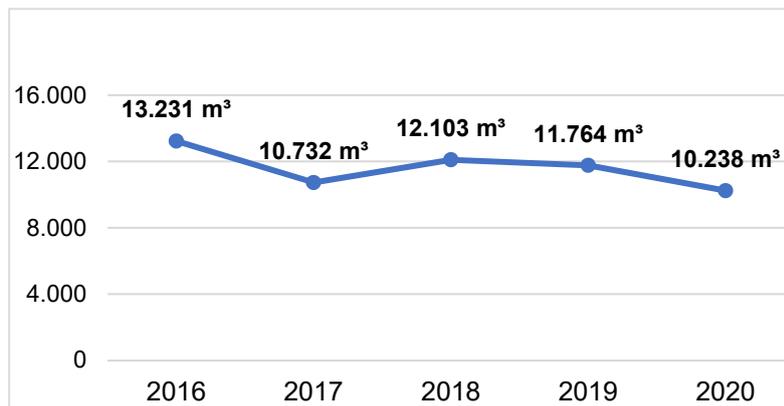


Abbildung 39 Entwicklung des Wasser-
serverbrauchs gesamt alle Schulen

Für die Wärmeversorgung der sechs Schulen sind in 2020 absolut 5.714.403 kWh angefallen, im Vergleich zum Vorjahr ist das ein Rückgang von 13,8%. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Wärmeverbräuche der einzelnen Schulen (ohne Sporthallenverbräuche):

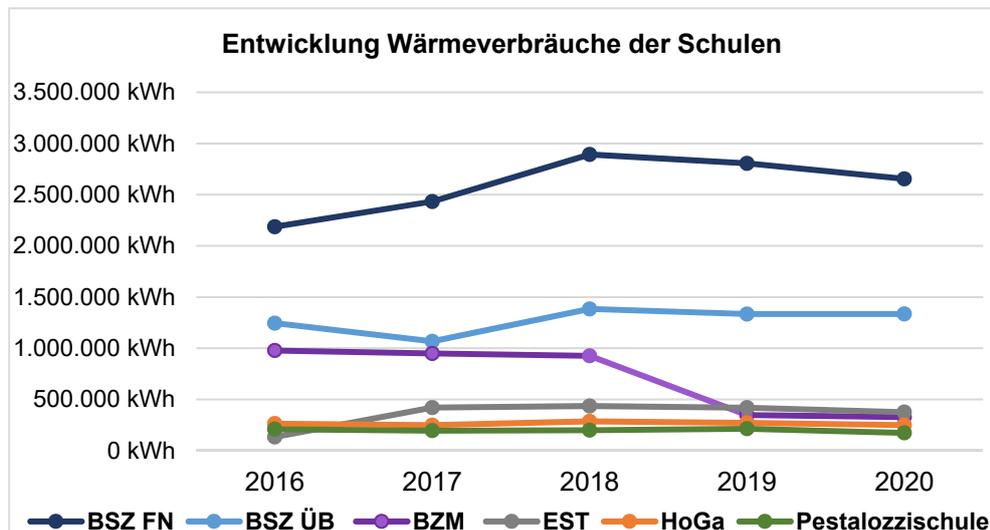


Abbildung 40
Entwicklung der
Wärmeverbräuche
der einzelnen
Schulen witterungs-
bereinigt)

Entwicklung der Stromverbräuche:

Die Stromverbräuche sind in Summe um 8,6% bzw. 169.777 kWh zurückgegangen.

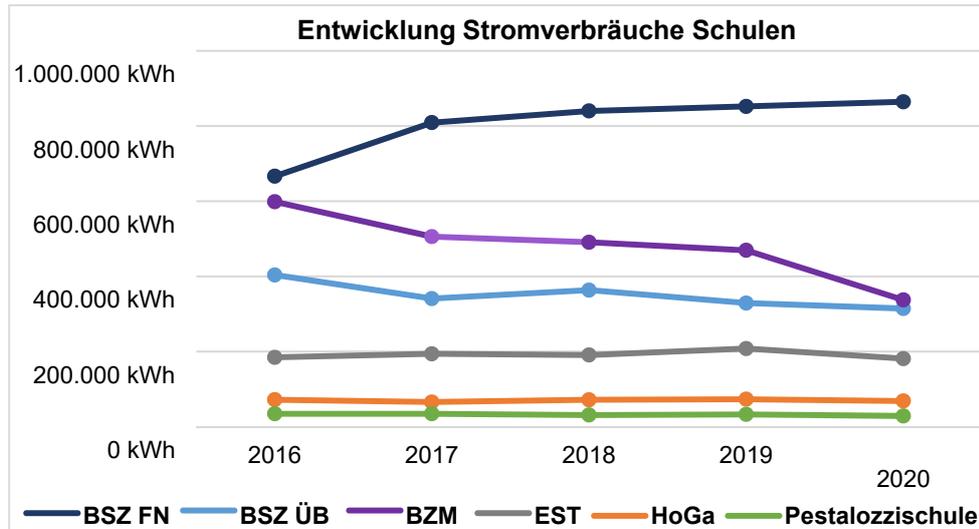


Abbildung 41
Entwicklung der
Licht-/Kraftstrom-
verbräuche der
einzelnen Schulen

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 und der Nutzung abhängig und zeigen, wo verstärkt Sanierungs- und Optimierungsbedarf besteht.

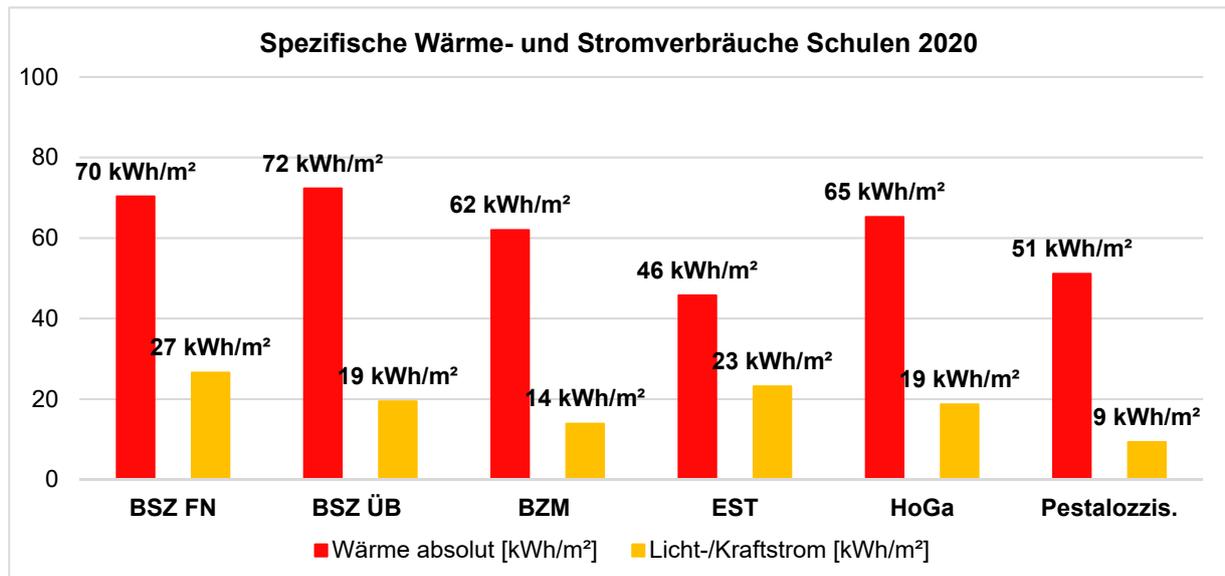


Abbildung 42 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche der Schulen in 2020

Wasserverbräuche:

Die Wasserverbräuche haben sich in Summe um 13% reduziert.

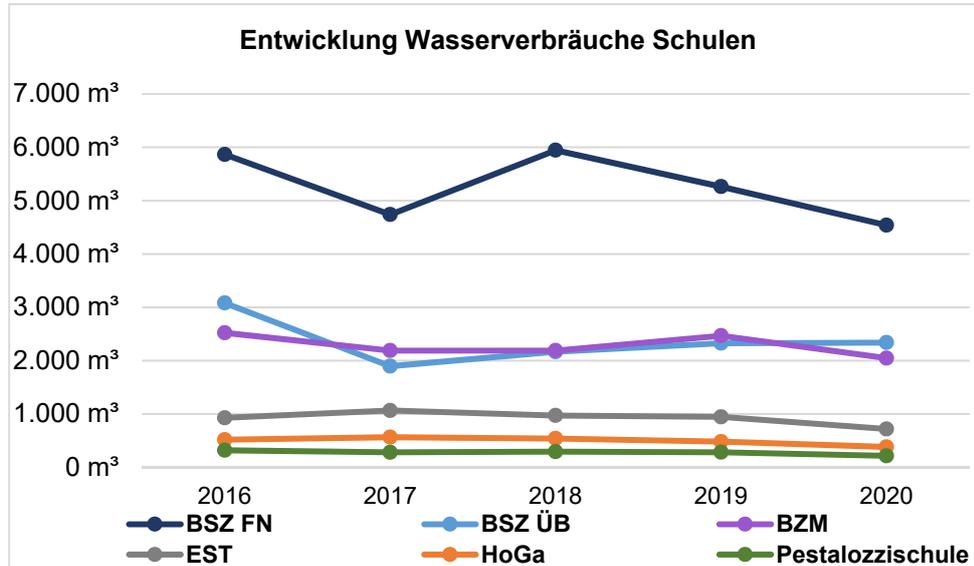


Abbildung 43 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Schulen

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

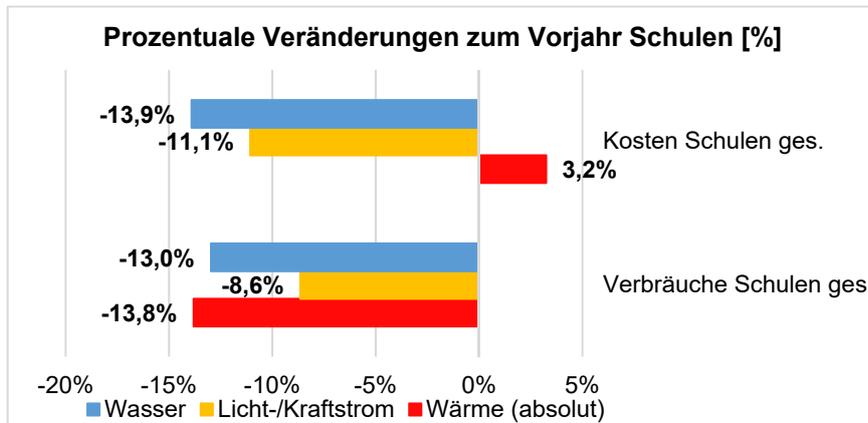


Abbildung 44 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Schulen gesamt im Vergleich zum Vorjahr

Die Versorgungskosten sind – trotz Verbrauchsreduktion – im Bereich Wärme angestiegen, dies ist auf die neue Wärmeversorgung im BZM zurückzuführen.

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. Für die Wärmeversorgung der Sporthallen wurden absolut 804.851 kWh benötigt, das sind 0,5% weniger als im Vorjahr. Die folgende Grafik zeigt die Wärmeverbrauchsentwicklung der Sporthallen:

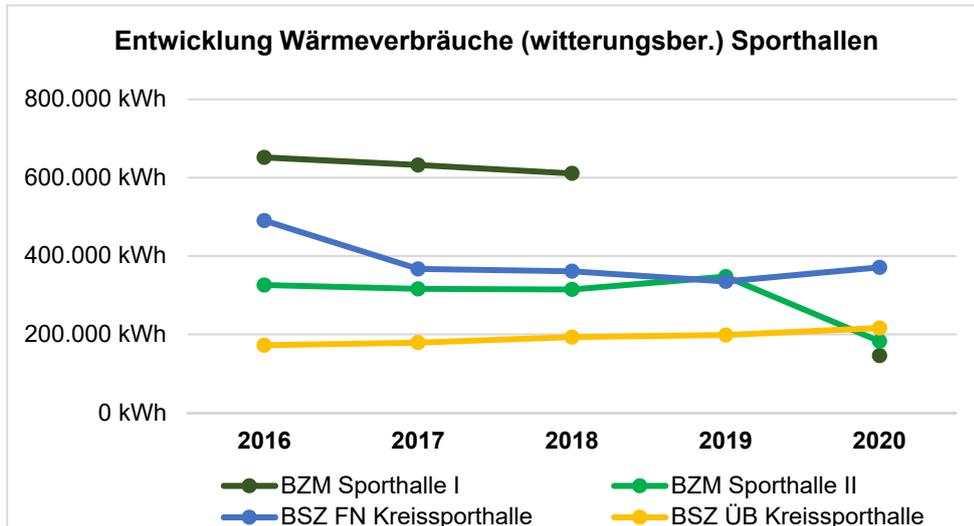


Abbildung 45
Entwicklung der
Wärmeverbräuche
Sporthallen

Die Sporthalle des BSZ ÜB ist während der Pandemie in den Wintermonaten von der kassenärztlichen Vereinigung genutzt worden, dies erklärt den Anstieg des Wärmeverbrauchs.

Stromverbrauchsentwicklung der Sporthallen:

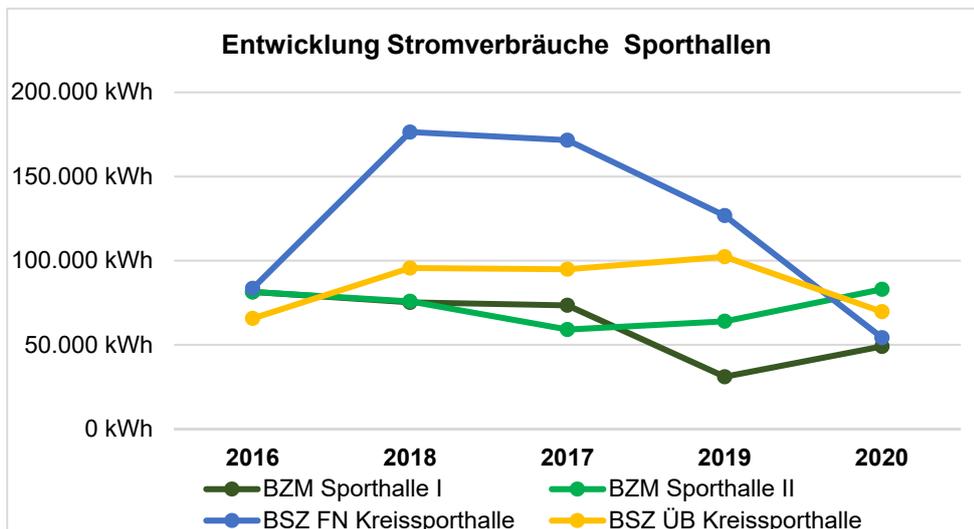


Abbildung 46
Entwicklung der
Stromverbräuche in
den Sporthallen

Der Stromverbrauch in den Sporthallen der Berufsschulen ist aufgrund der geringen Nutzung deutlich zurückgegangen, in der Sporthalle I am Bildungszentrum ist er im Vergleich zum Vorjahr angestiegen, da die Halle ab Juli 2020 wieder genutzt wurde.

Entwicklung der Wasserverbräuche der Sporthallen:

Die Wasserverbräuche in den Sporthallen sind mit 22,4% analog zur der eingeschränkten Nutzungszeit deutlich zurückgegangen.

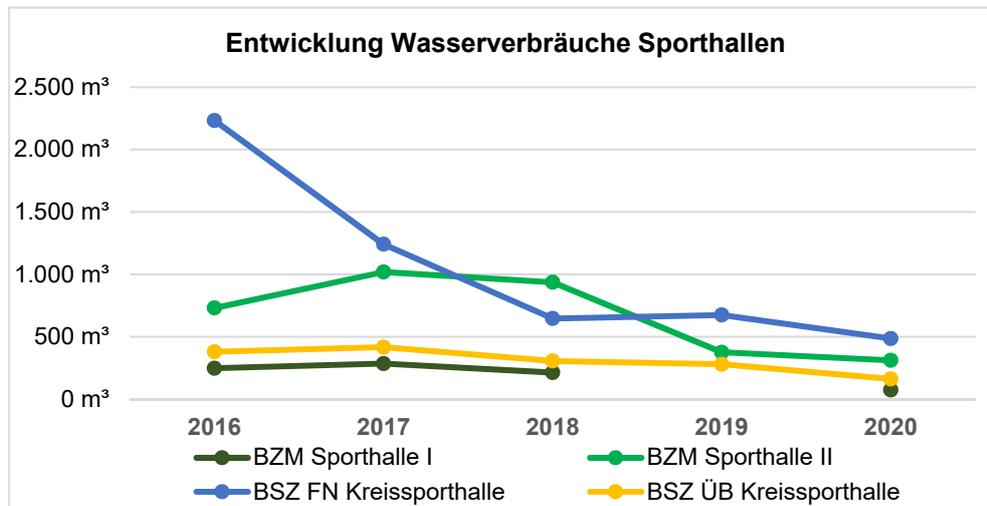


Abbildung 47
Entwicklung der Wasserverbräuche in den Sporthallen

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

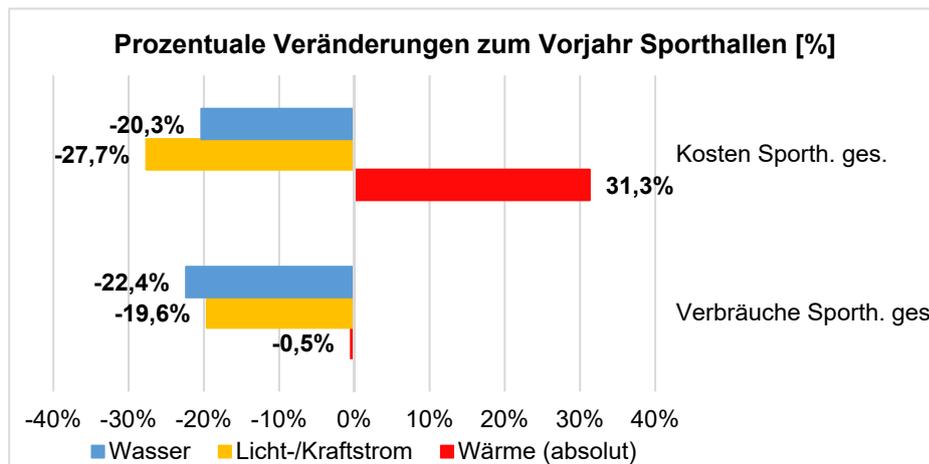


Abbildung 48
Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Sporthallen gesamt im Vergleich zum Vorjahr

Aufgrund der eingeschränkten Nutzungszeit aller vier Sporthallen haben sich die Strom- und Wasserverbräuche in Summe deutlich verringert, die Wärmeverbräuche nur geringfügig. Aufgrund der geänderten Wärmeversorgung im Bildungszentrum haben sich die Kosten für die Wärme deutlich erhöht.

Auf den folgenden Seiten (Kapitel 6.2.1 bis 6.2.6) werden die einzelnen Schulen mit den Verbräuchen der jeweils zugehörigen Gebäude ausführlich dargestellt.

6.2.1 Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN)

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 steht sowohl dem Schulsport, als auch dem Vereinssport der Stadt Friedrichshafen und dem Betriebssport des Landratsamtes zur Verfügung.



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 Warmwassererzeugung wird über einen Holzkessel (Holzhackschnitzel), einen Gaskessel und einen Heizölkessel erzeugt. Zwei BHKW (eines von Stadtwerk am See, eines vom Landkreis) ergänzen den Energiemix. Zusätzlich wird der Erweiterungsbau mittels einer Geothermieanlage mit Wärme und im Sommer mit Kälte versorgt.

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

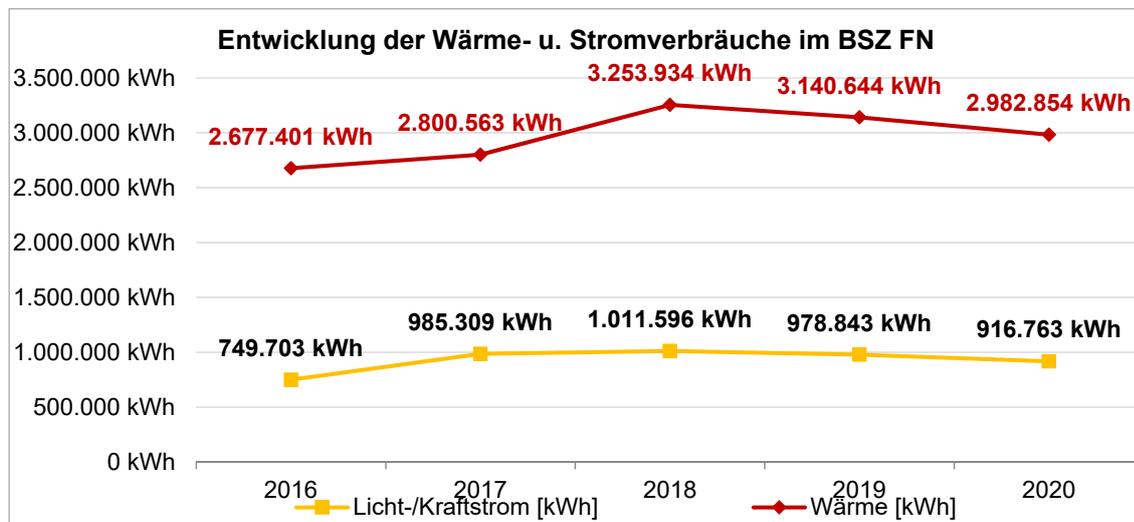
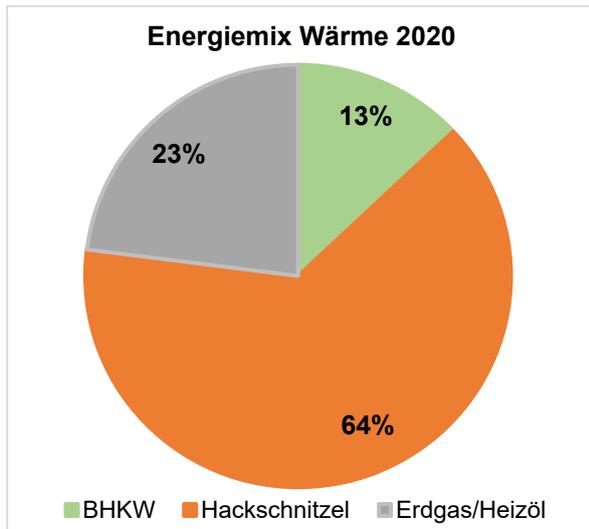


Abbildung 49 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

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

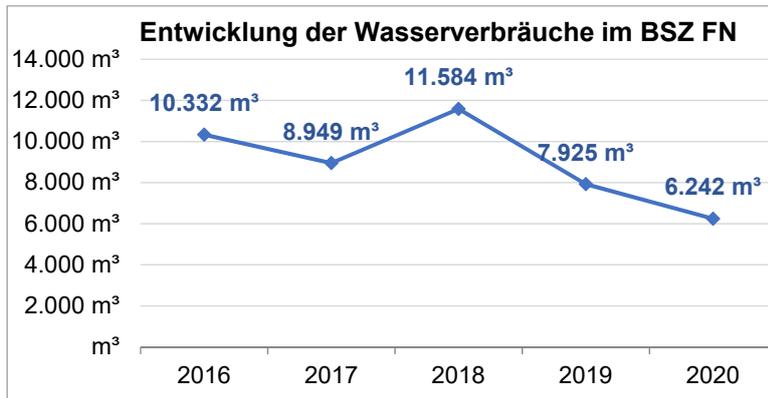
Energemix aus der Heizzentrale in 2020



Insgesamt wurden für die Liegenschaft 2.334.000 kWh Wärme aus der Heizzentrale abgenommen. Davon wurden 64% der Energiemenge aus dem Holzkessel, 19% aus dem Gaskessel, 13% aus dem BHKW und 4% aus dem Heizölkessel gewonnen.

Abbildung 50 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See

Zusätzlich wurden für den Erweiterungsbau 235.800 kWh Wärmemenge aus der Geothermie mittels Wärmepumpe generiert. Der gesamte Wärmeverbrauch (incl. Versorgung der Hausmeisterwohnungen) der Liegenschaft liegt absolut bei 2.608.602 kWh, witterungsbereinigt bei 3.025.978 kWh und hat sich im Vergleich zum Vorjahr absolut um 7,8% verringert. Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist um 6,1% zurückgegangen.



Die Wasserverbräuche in der gesamten Liegenschaft, einschließlich Sportplatz, sind im Vergleich zum Vorjahr um 21,2% gesunken.

Abbildung 51 Entwicklung der Wasserverbräuche (ges. Liegenschaft)

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

Berufsschulzentrum Friedrichshafen Hauptgebäude (Schulen, Kreismedienzentrum, Cafeteria)			
Baujahr 1984		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	20.140	Anzahl Regelungsgruppen	18
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	Ja
Anzahl Nutzer	3040	Absenkung täglich in h	10
Windfang vorhanden	ja	Thermostatventile	Ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Abluftanlage Küche	
Zirkulation Warmwasser	nein		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			
Abendschule in Teilgebäuden bis 22.00 Uhr			

Entwicklung der Verbräuche im Hauptgebäude:

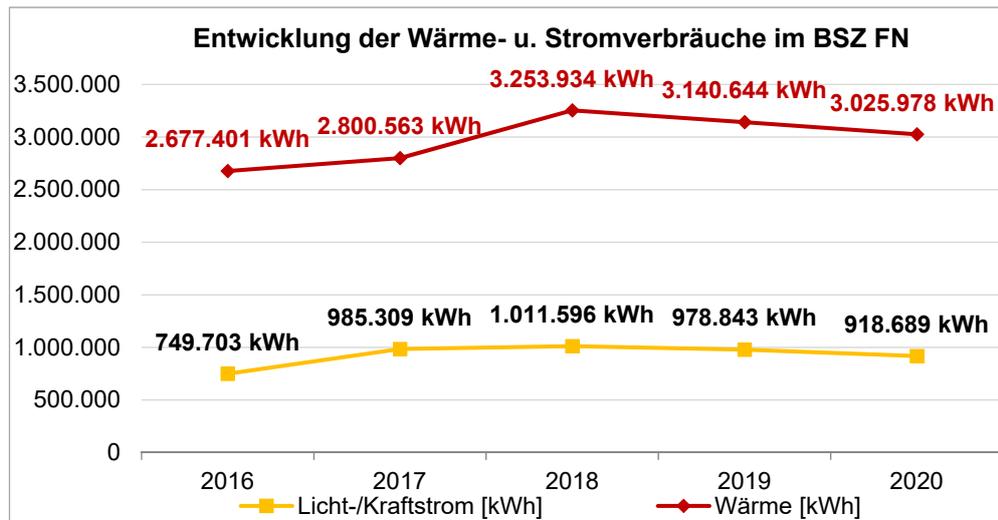


Abbildung 52
Entwicklung der
Wärme- und,
Stromverbräuche
Berufsschulzent-
rum FN Hauptge-
bäude (Wärmever-
bräuche witter-
ungsbereinigt)

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch um 12,2% verringert, witterungsbereinigt ist er ebenfalls zurückgegangen.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.415.101	1.641.517	01.01.2020	31.12.2020	90.884
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.770.980	1.965.787	01.01.2019	31.12.2019	120.728
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.668.751	2.002.501	01.01.2018	31.12.2018	117.726
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.809.868	1.900.361	01.01.2017	31.12.2017	120.085
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.762.078	1.867.803	01.01.2016	31.12.2016	115.049

Der Stromverbrauch ist mit 60.155 kWh bzw. 6,1% deutlich zurückgegangen. Neben der eingeschränkten Nutzungszeit ist der Rückgang auch auf die inzwischen intakte Außenbeleuchtung zurückzuführen.

Licht-/Kraftstromversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2020	kWh	474.980	01.01.2020	31.12.2020	116.753	
2019	kWh	559.659	01.01.2019	31.12.2019	131.300	
2018	kWh	527.978	01.01.2018	31.12.2018	109.547	
2017	kWh	525.982	01.01.2017	31.12.2017	107.851	
2016	kWh	511.812	01.01.2016	31.12.2016	102.811	

Auch der Wasserverbrauch hat sich mit 21,2% deutlich reduziert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	2.862	01.01.2020	31.12.2020	11.957
2019	m ³	3.659	01.01.2019	31.12.2019	15.573
2018	m ³	4.066	01.01.2018	31.12.2018	16.856
2017	m ³	4.003	01.01.2017	31.12.2017	15.836
2016	m ³	5.073	01.01.2016	31.12.2016	19.573

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Erweiterungsbau			
Baujahr 2009		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.390	Anzahl Regelungsgruppen	6
Qualität Wärmedämmung	gut	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	13
Warmwasserversorgung	dezentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Lüftungsanlage	ja
		Wärmerückgewinnung	ja
Wärmepumpe zur Geothermienutzung, versorgt Deckenheizung (Betonteilaktivierung)			
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			

Entwicklung der Verbräuche im Erweiterungsbau:

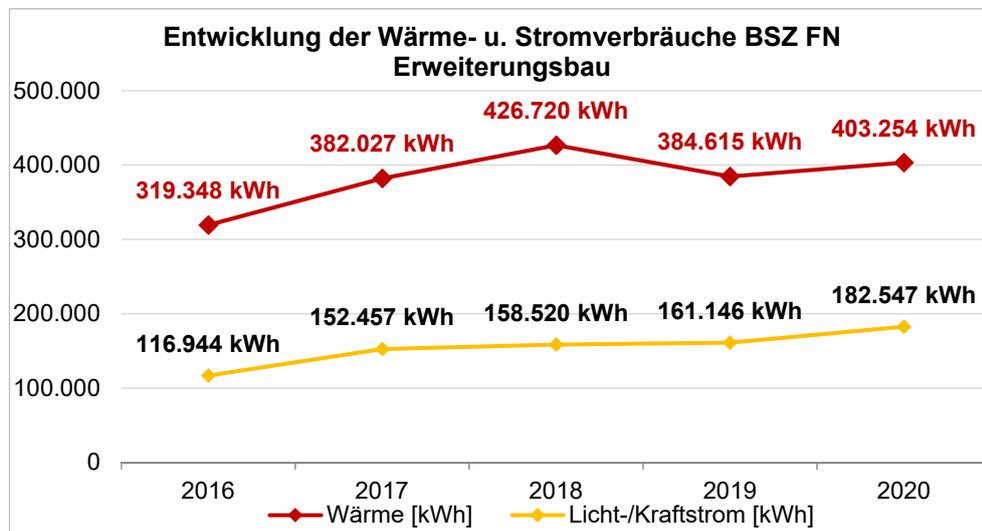


Abbildung 53
Entwicklung der
Wärme- und Strom-
verbräuche Berufs-
schulzentrum FN
Erweiterungsbau
(Wärmeverbräuche
witterungsbereinigt)

Insgesamt ist sowohl der Wärme- und Kälteverbrauch als auch der Stromverbrauch angestiegen. Der Wärmeverbrauch aus der Heizzentrale hat sich deutlich reduziert, aus der Geothermie Anlage wurde hingegen deutlich mehr Wärme und Kälte als im Vorjahr generiert.

Wärmeversorgung (aus Heizzentrale)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas, Holz, Öl	kWh	111.833	129.726	01.01.2020	31.12.2020	7.182
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	157.300	174.603	01.01.2019	31.12.2019	12.898
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	200.400	240.080	01.01.2018	31.12.2018	14.138
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	219.935	230.932	01.01.2017	31.12.2017	14.594
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	217.100	230.126	01.01.2016	31.12.2016	14.175

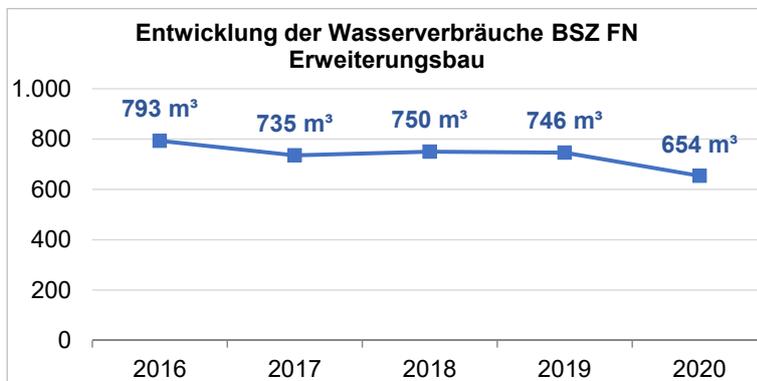
Wärme- und Kälteversorgung (Geothermie)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdwärme	kWh	235.800	273.528	01.01.2020	31.12.2020	8.035
2019	Erdwärme	kWh	189.200	210.012	01.01.2019	31.12.2019	7.518
2018	Erdwärme	kWh	155.200	186.240	01.01.2018	31.12.2018	6.494
2017	Erdwärme	kWh	143.900	151.095	01.01.2017	31.12.2017	6.241
2016	Erdwärme	kWh	84.172	89.222	01.01.2016	31.12.2016	7.513

Der Wärme-/ Kälteverbrauch hat sich in Summe absolut um 0,3% bzw. 1.133 kWh erhöht, witterungsbereinigt um 4,8%.

Wärme- u. Kälteversorgung Neubau gesamt							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungsbereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	347.633	403.254	01.01.2020	31.12.2020	13.969
2019	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	346.500	384.615	01.01.2019	31.12.2019	20.416
2018	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	355.600	426.720	01.01.2018	31.12.2018	20.631
2017	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	363.835	382.027	01.01.2017	31.12.2017	20.835
2016	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	301.272	319.348	01.01.2016	31.12.2016	14.175

Der Stromverbrauch (incl. Wärmepumpenstrom) ist im Vergleich zum Vorjahr um 21.401 kWh angestiegen. Dieser Mehrverbrauch ist für den Betrieb der Wärmepumpe (Geothermieanlage) angefallen. Die angeführten Kosten für den Wärmepumpenstrom sind in den Gesamtkosten der Licht-/Kraftstromversorgung enthalten.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	182.547	01.01.2020	31.12.2020	38.085
2019	kWh	161.146	01.01.2019	31.12.2019	37.806
2018	kWh	189.817	01.01.2018	31.12.2018	39.292
2017	kWh	152.457	01.01.2017	31.12.2017	31.261
2016	kWh	116.944	01.01.2016	31.12.2016	23.491



Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 12,03% verringert.

Abbildung 54 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ FN – Erweiterungsbau

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m³	654	01.01.2020	31.12.2020	2.731
2019	m³	746	01.01.2019	31.12.2019	3.179
2018	m³	750	01.01.2018	31.12.2018	3.107
2017	m³	735	01.01.2017	31.12.2017	2.909
2016	m³	793	01.01.2016	31.12.2016	2.696

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Werkstatt			
Baujahr 1984		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.000	Anzahl Regelungsgruppen	5
Qualität Wärmedämmung	mittel	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Warmwasserversorgung	zentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	ja
		Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Gesamtverbräuche in der Werkstatt:

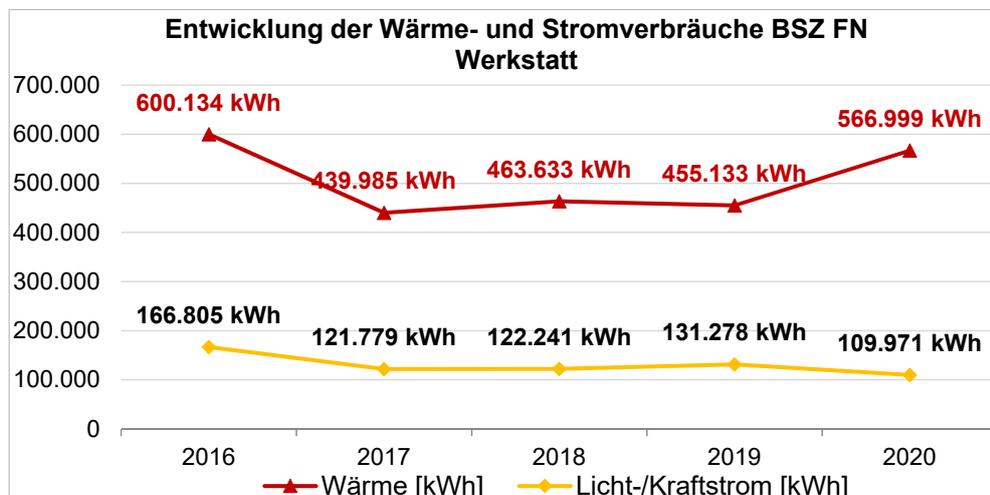


Abbildung 55
Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Werkstatt (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch ist im Vergleich zu den Vorjahren deutlich angestiegen. Dieser Anstieg ist auf die seit 2020 genauere Verbrauchsermittlung (Einbau Wärmemengenzähler in 2019) zurückzuführen. In der Vergangenheit wurden Wärmeverbräuche der Werkstatt dem Hauptgebäude zugeordnet. Im Hauptgebäude ist der Verbrauch 2020 dementsprechend geringer.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungsbereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas, Holz, Öl	kWh	488.792	566.999	01.01.2020	31.12.2020	31.393
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	410.030	455.133	01.01.2019	31.12.2019	27.951
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	386.361	463.633	01.01.2018	31.12.2018	27.257
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	419.033	439.985	01.01.2017	31.12.2017	27.803
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	566.164	600.134	01.01.2016	31.12.2016	36.966

Der Stromverbrauch hat sich um 16,2% reduziert.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	109.971	01.01.2020	31.12.2020	27.032
2019	kWh	131.278	01.01.2019	31.12.2019	30.799
2018	kWh	122.241	01.01.2018	31.12.2018	25.363
2017	kWh	121.779	01.01.2017	31.12.2017	24.970
2016	kWh	166.805	01.01.2016	31.12.2016	33.507

Der Wasserverbrauch ist um 4,1% zurückgegangen, auch hier auf den eingeschränkten Schulbetrieb zurückzuführen.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	823	01.01.2020	31.12.2020	3.437
2019	m ³	858	01.01.2019	31.12.2019	3.659
2018	m ³	941	01.01.2018	31.12.2018	3.903
2017	m ³	1.015	01.01.2017	31.12.2017	4.015
2016	m ³	1.922	01.01.2016	31.12.2016	6.535

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Sporthalle			
Baujahr 1984		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.440	Anzahl Regelungsgruppen	4
Qualität Wärmedämmung	mittel	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	zentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	ja
Beregnung Außenanlagen	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 22.00 Uhr			
Teilweise Wochenendnutzung			

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Energieverbräuche in der Sporthalle:

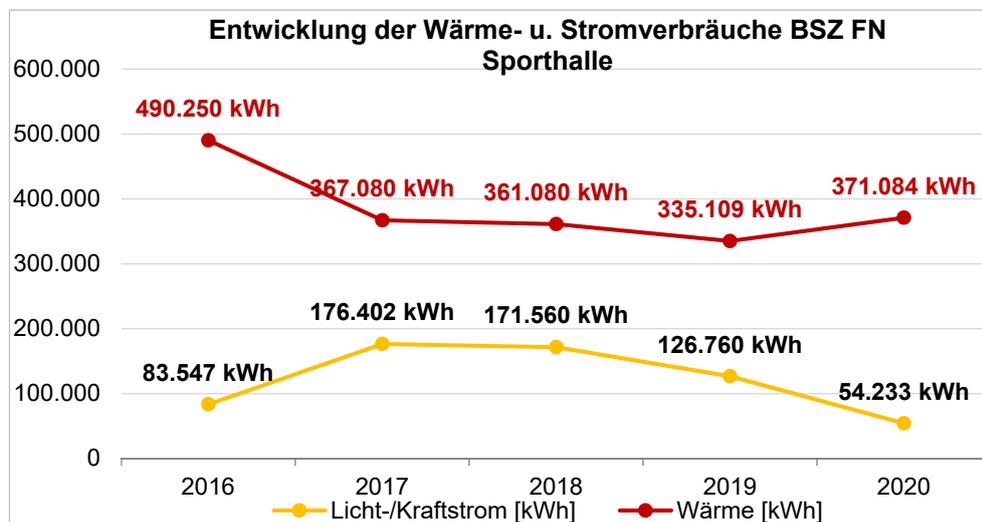


Abbildung 56
Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Die Wärmeverbräuche in der Sporthalle sind absolut um 18.000 kWh angestiegen, witterungsbereinigt um 10,7%. Dieser Anstieg ist auf fehlerhafte Einstellungen in der Gebäudeleittechnik zurückzuführen.

Wärmeversorgung

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas, Holz, Öl	kWh	319.900	371.084	01.01.2020	31.12.2020	20.545
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	301.900	335.109	01.01.2019	31.12.2019	20.581
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	300.900	361.080	01.01.2018	31.12.2018	21.228
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	349.600	367.080	01.01.2017	31.12.2017	23.198
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	462.500	490.250	01.01.2016	31.12.2016	30.197

Der Gesamtstromverbrauch der Sporthalle hat sich aufgrund der geringen Nutzungszeit um 57,2% reduziert. Durch die in 2018/19 erfolgte Umstellung der Beleuchtung auf LED in Verbindung mit Präsenzmeldern werden die Hallen, Umkleiden und Duschen nur noch während der Nutzung beleuchtet. Die Beleuchtung der Außentribüne wird getrennt und nur nach Bedarf geschaltet.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	54.233	01.01.2020	31.12.2020	13.331
2019	kWh	126.760	01.01.2019	31.12.2019	29.739
2018	kWh	171.560	01.01.2018	31.12.2018	35.596
2017	kWh	176.402	01.01.2017	31.12.2017	36.171
2016	kWh	83.547	01.01.2016	31.12.2016	16.782

Die Wasserverbräuche in der Sporthalle und zur Bewässerung des Sportplatzes haben sich deutlich verringert, in Summe um 960 m³, dies entspricht einer Reduzierung von 28%.



Abbildung 57 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Sporthalle u. Sportplatz

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	486	01.01.2020	31.12.2020	2.029
2019	m ³	674	01.01.2019	31.12.2019	2.875
2018	m ³	647	01.01.2018	31.12.2018	2.680
2017	m ³	1.241	01.01.2017	31.12.2017	4.911
2016*	m ³	2.233	01.01.2016	31.12.2016	5.266

* incl. Sportplatzbewässerung für einige Monate

Wasserversorgung Sportplatz					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	1.217	01.01.2020	31.12.2020	2.964
2019	m ³	1.988	01.01.2019	31.12.2019	4.580
2018	m ³	4.993	01.01.2018	31.12.2018	10.330
2017	m ³	2.969	01.01.2017	31.12.2017	5.964

Spezifische Verbräuche der einzelnen Gebäude:

Spezifische Verbräuche Altbau Schule, Cafeteria und Kreismedienzentrum in 2020

Wärme	70 kWh/m ²
Strom	24 kWh/m ²
Wasser in Liter/Nutzer (Person)	941 l/Pa

Spezifische Verbräuche Erweiterungsbau in 2020

Wärme	54 kWh/m ²
Strom	29 kWh/m ²

Spezifische Verbräuche Werkstatt in 2020

Wärme	81 kWh/m ²
Strom	18 kWh/m ²

Spezifische Verbräuche Sporthalle in 2020

Wärme	93 kWh/m ²
Strom	16 kWh/m ²
Wasser in Liter/m ² Fläche	141 l/m ² u. Jahr

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Friedrichshafen 2020

In der Energiezentrale wurden die Trafo- und Mittelspannungsanlagen saniert und ausgetauscht.

Sämtliche beschädigte Außenverglasungen werden ständig getauscht und mit einer deutlich besseren energetischen Qualität ersetzt, somit verringern sich die Wärmeverluste über die Glasflächen des Gebäudes.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten* [€]
Hauptgebäude	1.415.101	90.884	474.980	116.753	2.862	11.957	20.140	219.594
Erweiterungs- bau	347.633	13.969	182.547	38.085	654	2.731	6.390	54.785
Werkstatt	488.792	31.393	109.971	27.032	823	3.437	6.000	61.861
Sporthalle	319.900	20.545	54.233	13.331	486	2.029	3.440	35.905
Sportplatz					1.217	2.964	3.252	2.964
Summe	2.571.426	156.791	821.731	195.201	6.042	23.118	39.222	375.110

*Die Differenzen der Einzelverbrauchs- und Einzelkostensummen zu den nachfolgenden Grafiken ergeben sich aus den Leitungsverlusten und dem Eigenstromverbrauch der Schaltschranke.

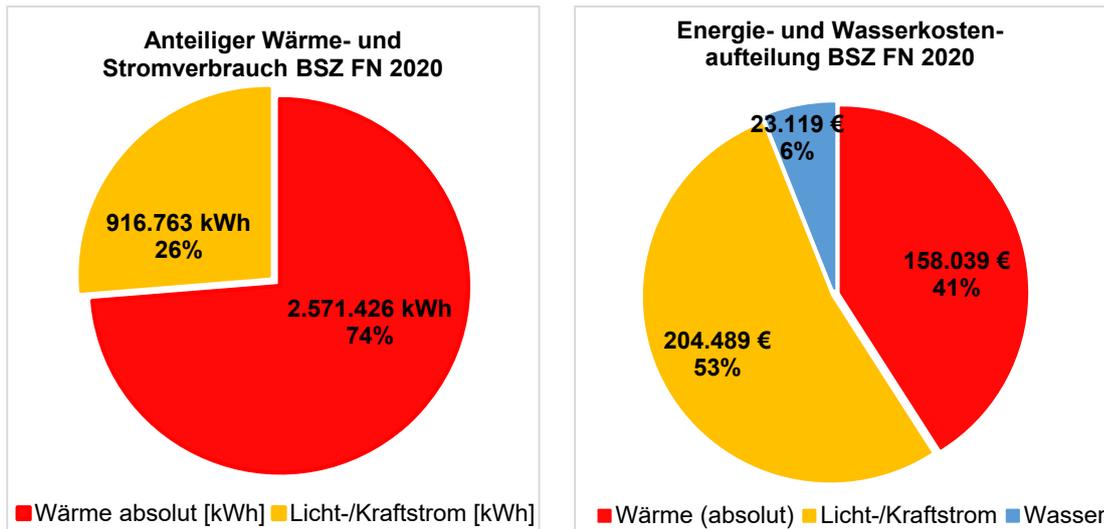


Abbildung 58 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-FN 2020
Abbildung 59 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-FN 2020

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

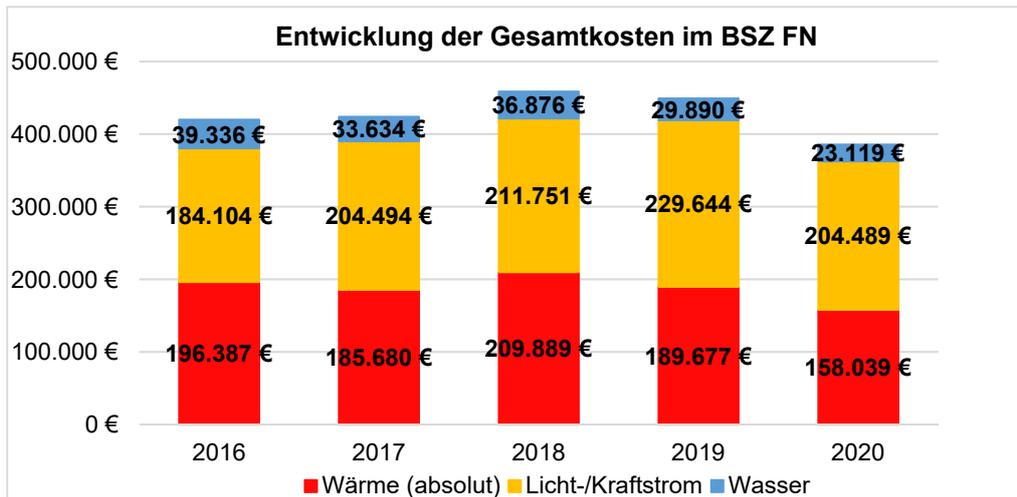


Abbildung 60
Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ-FN

Insgesamt haben sich sowohl die Verbräuche als auch die Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr reduziert. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

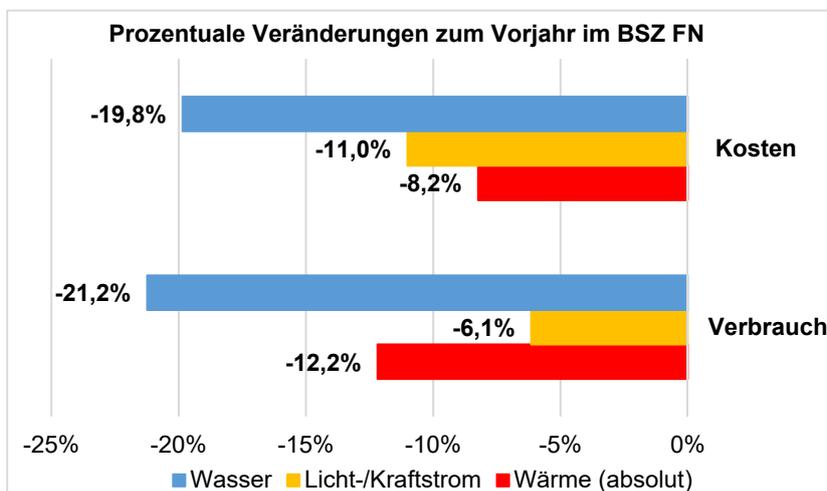


Abbildung 61 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-FN im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

Zusammenfassend ist für das Berufsschulzentrum Friedrichshafen festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- die Verbräuche und Kosten in Summe reduziert haben, diese Reduktion allerdings ganz unterschiedlich und auch nicht in allen Gebäuden entstanden ist,
- sich der Wärmeverbrauch um 12,2% und
- der Stromverbrauch um 6,1% reduziert haben,
- sich der Wasserverbrauch mit 21,2% am stärksten minimiert hat und
- die Wärmepumpe mehr Wärme und Kälte generiert hat, allerdings verbunden mit einem erhöhten Stromverbrauch.

Vorgesehene und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Sanierung der Beleuchtung in den Aulen (Umrüstung auf LED) ist in 2021 bzw. 2022 vorgesehen.
- Die Sanierung der Unterverteilung der CDS und der DHS sind in 2021 bzw. 2022 vorgesehen.
- Die Umrüstung der Beleuchtung auf LED-Technik in allen Klassenräumen ist für 2021 und 2022 geplant und wird zu deutlichen Stromeinsparungen führen.
- Die Erneuerung der Nahwärmeleitung im Medienkanal sowie der Einbau von Wärmetauschern für die einzelnen Gebäude ist für 2022 vorgesehen und soll die Wärmeverluste reduzieren sowie zu Energie- und Kosteneinsparungen im Bereich Wärme führen.
- Es ist geplant, ab 2023 die Verglasung in der Sporthalle und im Werkstattgebäude auszutauschen, eingesetzt werden soll Dreifach-Wärmeschutzverglasung.
- In der Sporthalle ist ein Lüftungsgerät von 1982 vorhanden. Der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung ist entsprechend schlecht. Aus diesem Grund sollen neue Motoren mit Drehzahlregelung über Frequenzumformer und einer CO₂-abhängig gesteuerten Luftmengenregelung eingebaut werden.

6.2.2 Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB)



Constantin-Vanotti-Schule



Justus-von-Liebig-Schule



Jörg-Zürn-Gewerbeschule Werkstatt



Jörg-Zürn-Gewerbeschule

Zur gesamten Liegenschaft gehören drei Schulgebäude, ein Werkstattgebäude sowie eine Sporthalle. Die Sporthalle wird vom Berufsschulzentrum sowie für den Vereinssport der Stadt Überlingen genutzt.

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 mit den Gaszentralheizungen der Justus-von-Liebig- und der Jörg-Zürn-Schule.

Insgesamt wurden 2020 für die Liegenschaft 1.360.222 kWh Wärme benötigt. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Verbrauch absolut um 3,2% zurückgegangen, witterungsbereinigt hat er sich um 1,2% verringert.

Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist um 11% gesunken. Die Wasserverbräuche in der gesamten Liegenschaft haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 4,1% reduziert.

Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung der Energie- und Wasserverbräuche der gesamten Liegenschaft:

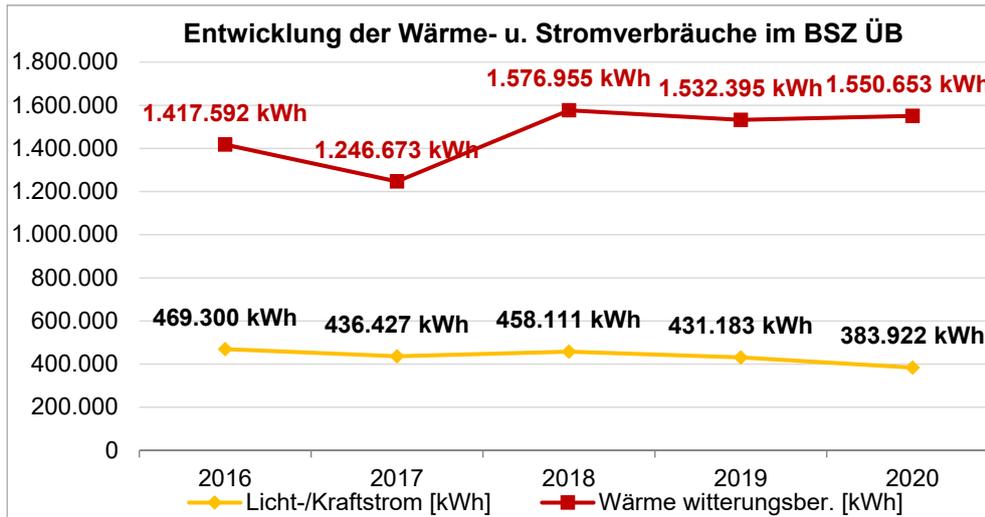


Abbildung 62
Entwicklung der
Verbräuche Berufs-
schulzentrum ÜB,
gesamte Liegen-
schaft (Wärmever-
bräuche witterungs-
bereinigt)

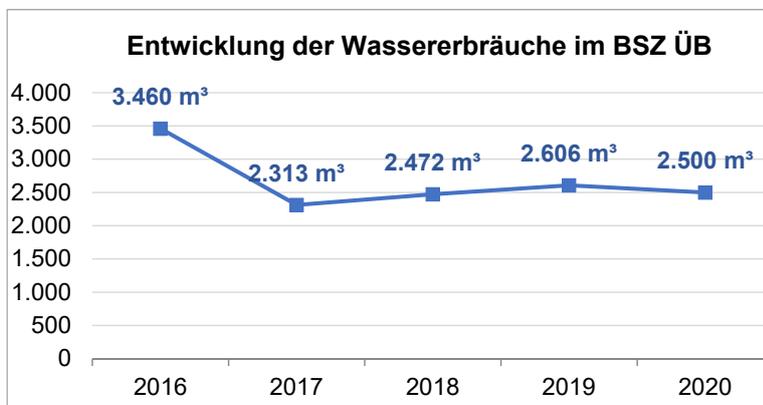


Abbildung 63 Entwicklung der Wasser-
verbräuche im BSZ ÜB

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

Berufsschulzentrum Überlingen – Kaufmännische Berufsschule (CVS)			
Baujahr 1987		Wärmeversorgung über Justus-von-Liebig Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	4.955	Anzahl Regelungsgruppen	3
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Nutzer	684	Absenkung täglich in h	8
Windfang vorhanden	ja	Einzelraumregelung	ja
Anzahl Aufzüge	2	Abluftanlage Sanitär u. Küche	
Warmwasserversorgung	dezentral		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Gesamtverbräuche in der Constantin-Vanotti-Schule werden in der folgenden Grafik gezeigt:

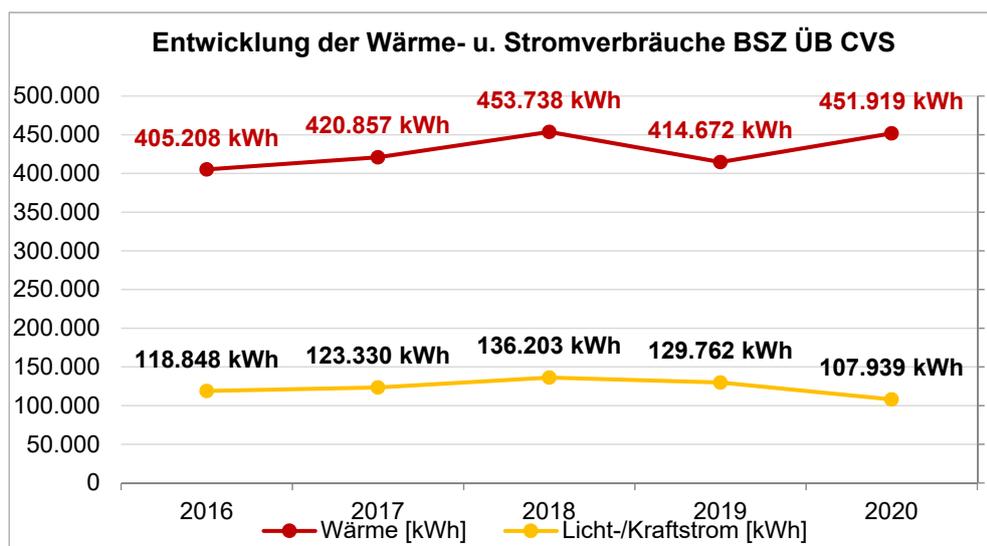


Abbildung 64
Entwicklung der
Wärme-, Strom- u.
Wasserverbräuche
BSZ-ÜB CVS (Wär-
meverbräuche witterungs-
bereinigt)

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut um 15.987 kWh erhöht, witterungsbereinigt um 9%.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	396.420	451.919	01.01.2020	31.12.2020	19.334
2019	Erdgas	kWh	380.433	414.672	01.01.2019	31.12.2019	19.269
2018	Erdgas	kWh	387.810	453.738	01.01.2018	31.12.2018	19.668
2017	Erdgas	kWh	408.599	420.857	01.01.2017	31.12.2017	21.583
2016	Erdgas	kWh	389.623	405.208	01.01.2016	31.12.2016	20.943

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Stromverbrauch um 3,6% reduziert.

Licht-/Kraftstromversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2020	kWh	118.848	01.01.2020	31.12.2020	25.980	
2019	kWh	123.330	01.01.2019	31.12.2019	26.372	
2018	kWh	136.203	01.01.2018	31.12.2018	28.318	
2017	kWh	129.762	01.01.2017	31.12.2017	26.519	
2016	kWh	107.939	01.01.2016	31.12.2016	21.658	

Der Wasserverbrauch ist mit 187 m³ um 24,1% angestiegen.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	966	01.01.2020	31.12.2020	3.214
2019	m ³	779	01.01.2019	31.12.2019	3.185
2018	m ³	800	01.01.2018	31.12.2018	3.161
2017	m ³	846	01.01.2017	31.12.2017	3.220
2016	m ³	1.120	01.01.2016	31.12.2016	4.999

Berufsschulzentrum Überlingen – Berufsschule für Hauswirtschaft (JvLS)			
Baujahr 1959		Kesselleistung in kW	640
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	2.662	Abgasverluste in %	8
Qualität Wärmedämmung	mittel	Baujahr Heizungsanlage	2010
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	4
Anzahl Nutzer	571	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	2	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	dezentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Abluftanlage. Küche	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Energieverbräuche der Justus-von-Liebig-Schule werden in der folgenden Grafik gezeigt:

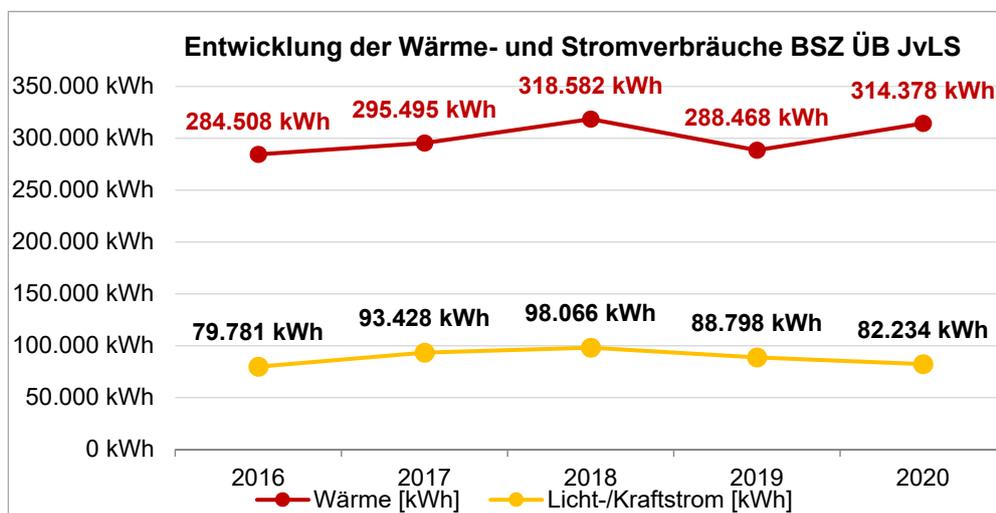


Abbildung 65 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB JvLS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut um 11.121 kWh, witterungsbereinigt um 9% erhöht.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	275.771	314.378	01.01.2020	31.12.2020	13.449
2019	Erdgas	kWh	264.649	288.468	01.01.2019	31.12.2019	14.418
2018	Erdgas	kWh	272.292	318.582	01.01.2018	31.12.2018	13.809
2017	Erdgas	kWh	286.888	295.495	01.01.2017	31.12.2017	15.154
2016	Erdgas	kWh	273.565	284.508	01.01.2016	31.12.2016	14.705

Der Stromverbrauch ist um 7,4% gesunken.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	82.234	01.01.2020	31.12.2020	17.976
2019	kWh	88.798	01.01.2019	31.12.2019	18.988
2018	kWh	98.066	01.01.2018	31.12.2018	20.389
2017	kWh	93.428	01.01.2017	31.12.2017	19.094
2016	kWh	79.781	01.01.2016	31.12.2016	16.008

Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 24,1% erhöht.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	791	01.01.2020	31.12.2020	2.629
2019	m ³	637	01.01.2019	31.12.2019	2.574
2018	m ³	654	01.01.2018	31.12.2018	2.586
2017	m ³	677	01.01.2017	31.12.2017	2.574
2016	m ³	928	01.01.2016	31.12.2016	4.053

Berufsschulzentrum Überlingen – Gewerbliche Berufsschule (JZG)			
Baujahr 1959		Kesselleistung in kW	910
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.050	Abgasverluste in %	8,5
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Baujahr Heizungsanlage	2010
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	5
Anzahl Nutzer	579	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	dezentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Lüftungsanlage ohne WRG	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Jörg-Zürn-Gewerbeschule (Schulgebäude) werden in der folgenden Grafik gezeigt:

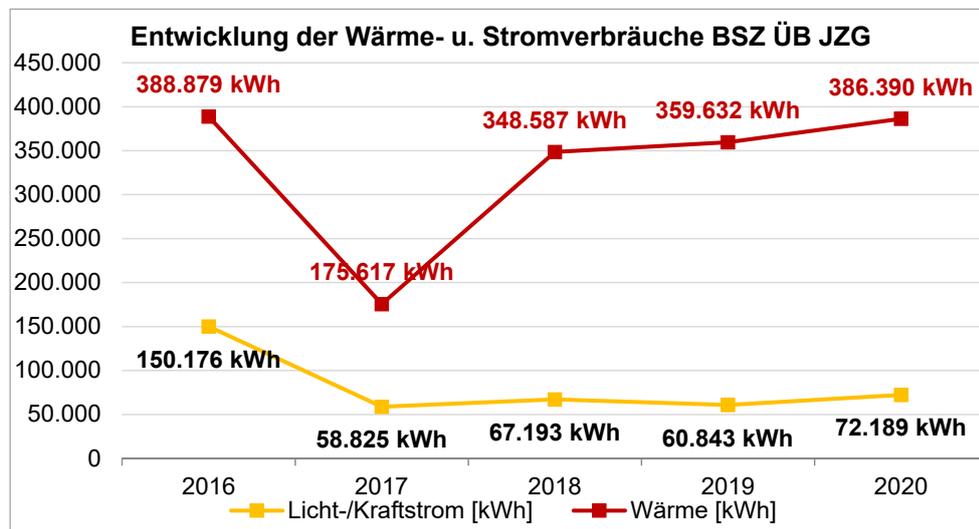


Abbildung 66
Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BSZ-ÜB JZG (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Sowohl der Wärme- als auch der Stromverbrauch im Schulgebäude der JZG ist angestiegen, Wärme absolut um 9.001 kWh, witterungsbereinigt um 7,4% und der Stromverbrauch mit 11.346 kWh um 18,6%.

Wärmeversorgung

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	338.939	386.390	01.01.2020	31.12.2020	19.319
2019	Erdgas	kWh	329.938	359.632	01.01.2019	31.12.2019	19.733
2018	Erdgas	kWh	297.938	348.587	01.01.2018	31.12.2018	18.625
2017	Erdgas	kWh	170.501	175.617	01.01.2017	31.12.2017	10.843
2016	Erdgas	kWh	373.922	388.879	01.01.2016	31.12.2016	20.636

Aufgrund von zu hohen Radonwerten in den Unterrichtsräumen im Untergeschoss ist der Luftwechsel stark erhöht. Dies führt zu höheren Wärme- und Stromverbräuchen als zu erwarten wäre. Bis zu einer umfassenden Sanierung des Gebäudes muss dauerhaft ein hoher Luftwechsel sichergestellt werden. Bei erhöhtem Luftwechsel entstehen auch erhöhte Wärmeverluste, die wiederum zu einem erhöhten Wärmebedarf in diesen Räumen führen.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	72.189	01.01.2020	31.12.2020	15.781
2019	kWh	60.843	01.01.2019	31.12.2019	13.010
2018	kWh	67.193	01.01.2018	31.12.2018	13.970
2017	kWh	58.825	01.01.2017	31.12.2017	12.022
2016	kWh	150.176	01.01.2016	31.12.2016	30.133

Der Wasserverbrauch hat sich um 36,1% reduziert.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	407	01.01.2020	31.12.2020	1.981
2019	m ³	637	01.01.2019	31.12.2019	2.854
2018	m ³	498	01.01.2018	31.12.2018	2.333
2017	m ³	186	01.01.2017	31.12.2017	1.091
2016	m ³	774	01.01.2016	31.12.2016	3.948

Berufsschulzentrum Überlingen - Werkstatt

Baujahr 1977			
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	2.520	Wärmeversorgung über J-Z-Schule	
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Anzahl Regelungsgruppen	4
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Heizungsabsenkung	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Absenkung täglich in h	8
Beregnung Außenanlagen	nein	Abluftanlage Holzwerkstatt u. Lackiererei	
Zentrale Wärmeversorgung	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			

Der absolute Wärmeverbrauch der Jörg-Zürn-Gewerbeschule – Werkstatt hat sich um 35,9% reduziert, der Stromverbrauch um 26,7%. Die folgende Grafik zeigt die Verbrauchsentwicklung:

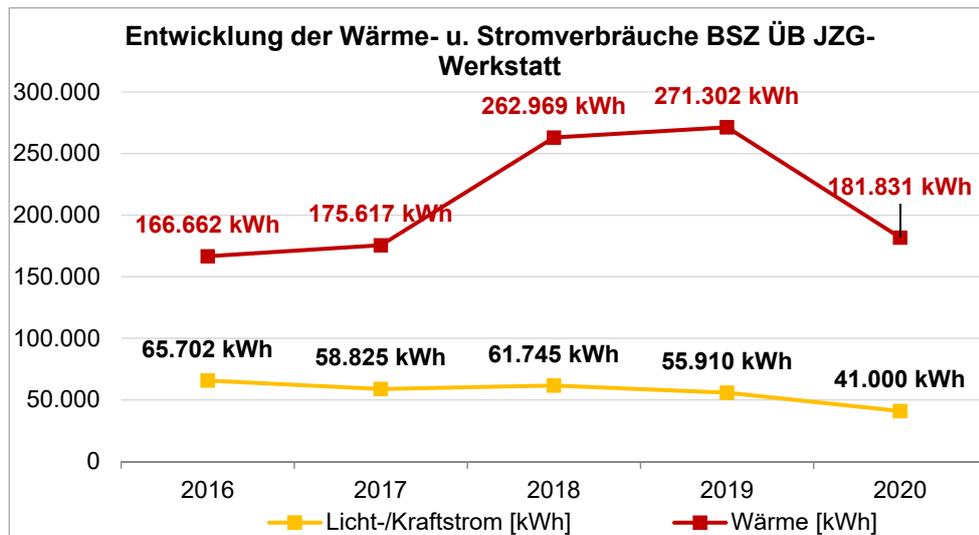


Abbildung 67 Energieverbrauchsentwicklung Werkstatt JZG

Der starke Rückgang der Verbräuche ist auf die geringe Nutzungszeit im Jahr 2020 zurückzuführen.

Wärmeversorgung Werkstatt							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	159.500	181.831	01.01.2020	31.12.2020	9.089
2019	Erdgas	kWh	248.901	271.302	01.01.2019	31.12.2019	14.887
2018	Erdgas	kWh	224.760	262.969	01.01.2018	31.12.2018	14.051
2017	Erdgas	kWh	170.501	175.617	01.01.2017	31.12.2017	10.843
2016	Erdgas	kWh	160.252	166.662	01.01.2016	31.12.2016	8.844

Licht-/Kraftstromversorgung Werkstatt						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2020	kWh	41.000	01.01.2020	31.12.2020	8.963	
2019	kWh	55.910	01.01.2019	31.12.2019	11.955	
2018	kWh	61.745	01.01.2018	31.12.2018	12.838	
2017	kWh	58.825	01.01.2017	31.12.2017	12.022	
2016	kWh	65.702	01.01.2016	31.12.2016	13.183	

Wasserversorgung Werkstatt					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	174	01.01.2020	31.12.2020	848
2019	m ³	273	01.01.2019	31.12.2019	1.223
2018	m ³	214	01.01.2018	31.12.2018	1.000
2017	m ³	186	01.01.2017	31.12.2017	1.091
2016	m ³	258	01.01.2016	31.12.2016	1.316

Berufsschulzentrum Überlingen - Sporthalle			
Baujahr 2005		Wärmeversorgung über JvL-Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	2.630	Anzahl Regelungsgruppen	9
Qualität Wärmedämmung	gut	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral u. dezentral	Absenkung täglich in h	8
Zirkulation Warmwasser	gesteuert	Lüftungsanlage	zentral
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			
Teilweise auch Wochenendnutzung			

Die Entwicklung der Energieverbräuche der Sporthalle werden in der folgenden Grafik gezeigt:

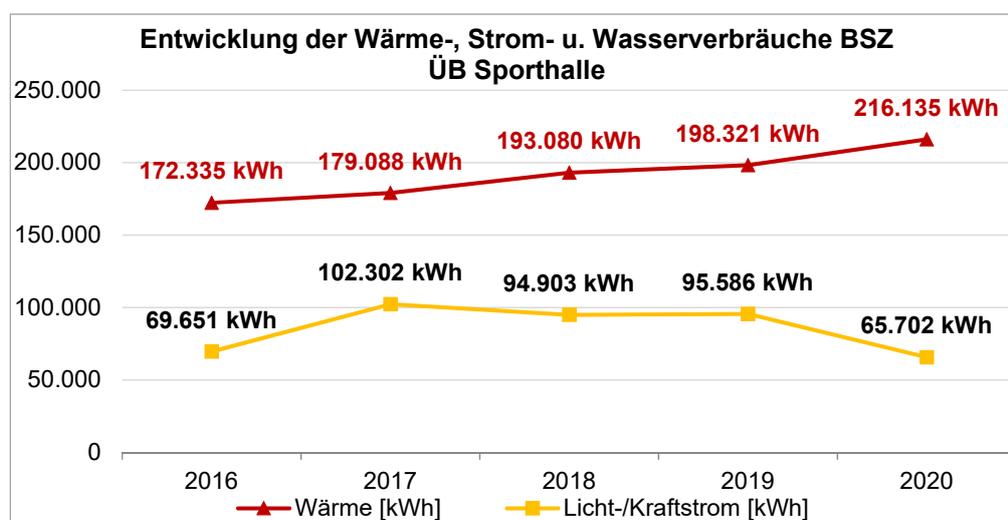


Abbildung 68
Entwicklung der
Wärme- und
Stromverbräuche
BSZ-ÜB Sport-
halle (Wärmever-
bräuche witterungs-
bereinigt)

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut um 7.646 kWh, witterungsbereinigt um 9% erhöht. Die Sporthalle wurde während der Pandemie von der Kassenärztlichen Vereinigung genutzt und musste aus diesem Grund in den Wintermonaten beheizt werden.

Wärmeversorgung Sporthalle							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	189.592	216.135	01.01.2020	31.12.2020	9.246
2019	Erdgas	kWh	181.946	198.321	01.01.2019	31.12.2019	9.912
2018	Erdgas	kWh	165.025	193.080	01.01.2018	31.12.2018	8.369
2017	Erdgas	kWh	173.872	179.088	01.01.2017	31.12.2017	9.184
2016	Erdgas	kWh	165.707	172.335	01.01.2016	31.12.2016	8.912

Der Stromverbrauch der Sporthalle hat sich um 31,9% reduziert. Die Halle wurde in 2020 nur sehr eingeschränkt - und von der Stadt Überlingen nicht mehr - für den Schulsport genutzt.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2020	kWh	69.651	01.01.2020	31.12.2020	15.226	
2019	kWh	102.302	01.01.2019	31.12.2019	21.875	
2018	kWh	94.903	01.01.2018	31.12.2018	19.732	
2017	kWh	95.586	01.01.2017	31.12.2017	19.535	
2016	kWh	65.702	01.01.2016	31.12.2016	13.183	

Der Wasserverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr um 118m³ bzw. 42,1% zurückgegangen.

Wasserversorgung Sporthalle					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	162	01.01.2020	31.12.2020	747
2019	m ³	280	01.01.2019	31.12.2019	1.192
2018	m ³	306	01.01.2018	31.12.2018	1.238
2017	m ³	417	01.01.2017	31.12.2017	1.552
2016	m ³	380	01.01.2016	31.12.2016	2.098

Spezifische Verbräuche CVS in 2020

Wärme	91 kWh/m ²
Strom	24 kWh/m ²
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.413 l/Pa

Spezifische Verbräuche JvLS in 2020

Wärme	118 kWh/m ²
Strom	31 kWh/m ²
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.385 l/Pa

Spezifische Verbräuche JZG in 2020

Wärme	55 kWh/m ²
Strom	25 kWh/m ²
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.003 l/Pa

Spezifische Verbräuche Werkstatt in 2020

Wärme	40 kWh/m ²
Strom	7 kWh/m ²

Spezifische Verbräuche Sporthalle in 2020

Wärmeverbrauch/m ²	72 kWh/m ²
Stromverbrauch/m ²	26 kWh/m ²
Wasserverbrauch Liter/m ² u. Jahr	62 l/m ²

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Überlingen 2020:

Im Berufsschulzentrum wurden in 2020 in der Constantin-Vanotti-Schule die Beleuchtungen in den Nebenräumen mit LED-Leuchtkörpern in Verbindung mit Präsenzmeldern umgerüstet. Ebenfalls umgerüstet auf LED wurde die Beleuchtung der Tiefgarage.

Verbräuche und Kosten gesamte Liegenschaft BSZ-Überlingen für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Constantin-Vanotti-Schule	396.420	19.334	118.848	25.980	966	3.214	4.955	48.528
Jörg-Zürn-Gewerbeschule	338.939	19.319	72.189	15.781	407	1.981	6.050	37.081
Justus-von-Liebig-Schule	275.771	13.449	82.234	17.976	791	2.629	2.662	34.055
Werkstatt	159.500	9.089	41.000	8.963	174	848	2.520	18.899
Sporthalle	189.592	9.246	69.651	15.226	162	747	2.630	25.219
Summe	1.360.222	70.431	383.922	83.926	2.500	9.417	18.847	163.774

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Berufsschulzentrum Überlingen im Jahr 2020 stellen sich wie folgt dar:

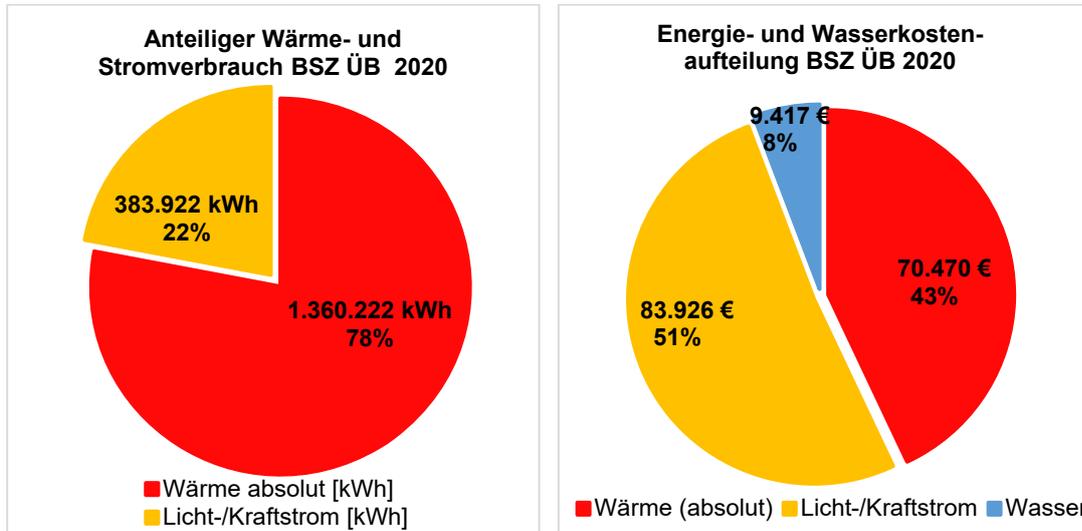


Abbildung 69 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-ÜB 2020
 Abbildung 70 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-ÜB 2020

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

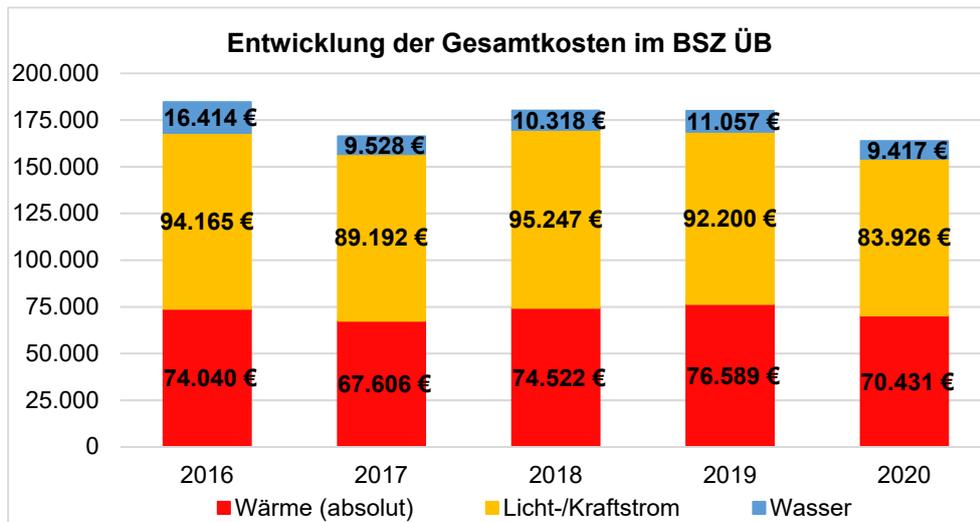


Abbildung 71 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)

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

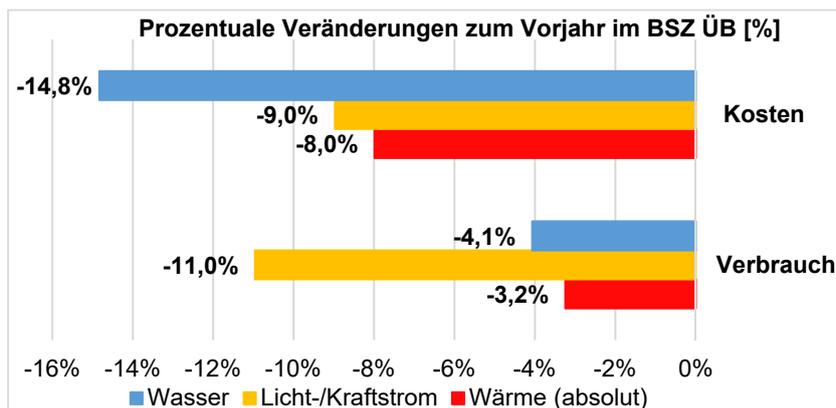


Abbildung 72 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ ÜB im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

Insgesamt haben sich die Kosten für die Wärme-, Energie- und Wasserverbräuche im Vergleich zu 2020 um 8,6% reduziert.

Zusammenfassend ist für das Berufsschulzentrum Überlingen festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 3,2% reduziert hat,
- der Stromverbrauch um 11% zurückgegangen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 4,1% reduziert hat.

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- In 2021 und 2022 wird die Erneuerung der Trinkwasserversorgung im Altbau der JZG erfolgen.
- In 2021 wurde die sehr alte und stromintensive Kühlzelle in der CVS ausgebaut.
- Ab 2022 ist das Anbringen einer Sonnenschutzvorrichtung an den Oberlichtern der Sporthalle geplant. Diese Maßnahme wird in den Sommermonaten die Lüftungslaufzeit verringern (Stromeinsparung). Der Antrag auf Förderung dieser Maßnahme soll 2022 eingereicht werden.
- Das Anbringen eines Sichtschutzes an der Glasfassade der Sporthalle wird zur Verringerung der Lichtlaufzeit (jetzt wird ganztägig verdunkelt) zur Stromeinsparung führen.
- 2022 ist der Austausch der alten Pumpen im Werkstattgebäude gegen Hocheffizienzpumpen geplant, auch diese Maßnahme wird zur Stromeinsparung führen.
- Ab 2022 ist die energetische Erneuerung der Fassade der Constantin-Vanotti-Schule geplant. Mit der Erneuerung der Fenster zur besseren Belüftung, ausgeführt als Wärmeschutzverglasung mit Sonnenschutz und der Möglichkeit der Nachtauskühlung, in Kombination mit einer Ablufteinrichtung sowie kombiniert mit automatisierter Fensteröffnung, wird eine deutliche Komfortverbesserung für die Nutzer erreicht. Außerdem können mit dieser Maßnahme erhebliche Einsparungen bei den Wärmeverbräuchen erzielt werden.
- Im Jahr 2022 soll die Beleuchtung der Werkstatt auf LED-Beleuchtung umgerüstet werden.
- 2023 ist die Umrüstung der Hallen- und Notbeleuchtung auf LED in Kombination mit Präsenzmeldern⁸ in der Sporthalle, den Umkleiden, Waschräumen und den Fluren geplant. Diese Maßnahmen werden zur Verbrauchsreduktion führen.
- Ab 2023 ist die Installation einer PV-Anlage auf dem Dach der CVS u. JZG Neubau zur Eigenstromerzeugung vorgesehen. Diese Maßnahme wird langfristig zur Reduktion der Stromkosten führen.

⁸ In der Sporthalle am Berufsschulzentrum Friedrichshafen konnten durch die Effizienzmaßnahmen im Beleuchtungsbereich 26% Energie eingespart werden.

6.2.3 Bildungszentrum Markdorf (BZM)

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 ab 2022 aus erneuerbaren Energien generiert werden. Die in 2020 installierte Photovoltaikanlage mit 99 kWp-Nennleistung dient in erster Line zur Eigenstromversorgung.

Insgesamt wurden 2020 für die Liegenschaft 1.798.744 kWh Wärme benötigt. Die Wärmeerzeugung setzte sich zusammen aus

BHKW th	161.200 kWh
Pellet	150.600 kWh
Gas (fossil)	1.486.944 kWh

Der Stromverbrauch betrug 547.305 kWh und setzt sich zusammen aus 25.232 kWh Eigenstromnutzung des erzeugten PV-Stroms, 73.688 kWh Erzeugung BHKW-Strom und 448.404 kWh Ökostrom.

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche der gesamten Liegenschaft:

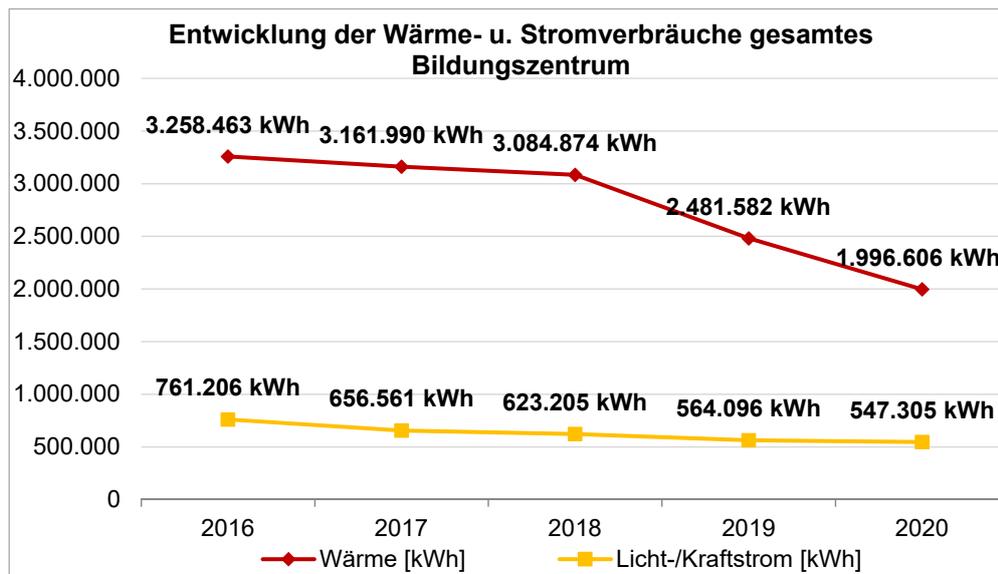


Abbildung 73
Entwicklung der
Wärme- und
Stromverbräuche
BZM ges. (Wärme
witterungsberei-
nigt)

In Summe hat sich der absolute Wärmeverbrauch um 520.491 kWh reduziert, witterungsbereinigt um 19,5%. Der Stromverbrauch hat sich mit -3,8% leicht reduziert. Nachfolgend werden die Verbräuche der einzelnen Gebäude dargestellt.

Bildungszentrum Markdorf - Schulgebäude			
Baujahr 1972		Kessel 1 u. 2 Leistung in kW	je 575
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	24.250	Kessel 3 (Pelletkessel)	270
Qualität Wärmedämmung	schlecht	BHKW	92 th
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2020
Anzahl Nutzer	1.581	Anzahl Regelungsgruppen	4
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	2	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Absenkung täglich in h	10
Zirkulation Warmwasser	ja	Einzelraumregelung	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Lüftungsanlage	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise Wochenendnutzung			

Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche des Schulgebäudes und der Bibliothek zeigt die folgende Grafik:

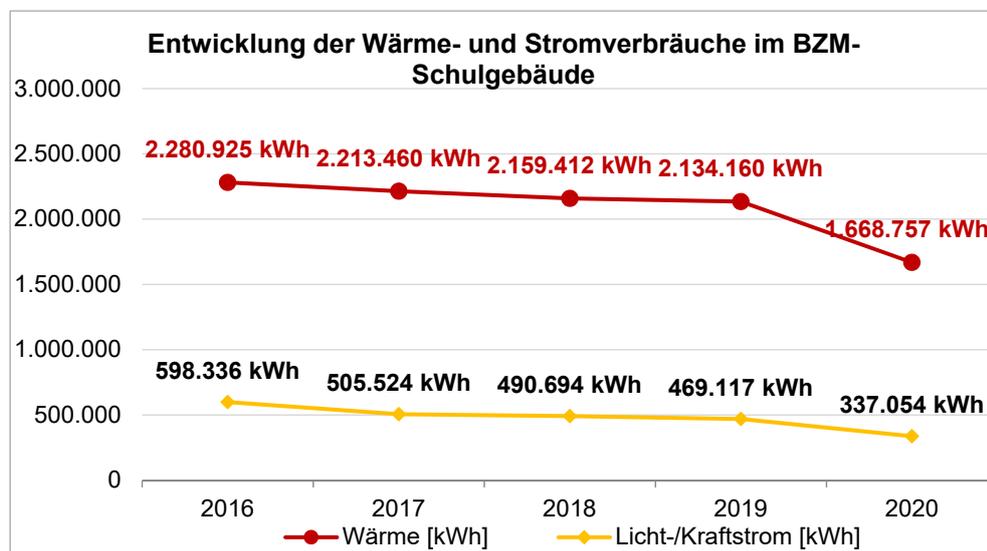


Abbildung 74
Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Schulgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch ist im Jahr 2020 absolut um 24,6% bzw. 491.157 kWh gesunken.

Wärmeversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungsbereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas/ Holzpellets	kWh	1.503.385	1.668.757	01.01.2020	31.12.2020	174.706
2019	Erdgas	kWh	1.994.542	2.134.160	01.01.2019	31.12.2019	112.525
2018	Erdgas	kWh	1.877.749	2.159.412	01.01.2018	31.12.2018	95.833
2017	Erdgas	kWh	2.191.544	2.213.460	01.01.2017	31.12.2017	122.778
2016	Erdgas	kWh	2.236.201	2.280.925	01.01.2016	31.12.2016	109.640

Der Stromverbrauch hat sich im Vergleich zu den Vorjahren weiterhin reduziert, in 2020 um 28,2% (132.063 kWh).

Licht-/Kraftstromversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	337.054	01.01.2020	31.12.2020	69.699
2019	kWh	469.117	01.01.2019	31.12.2019	97.246
2018	kWh	490.634	01.01.2018	31.12.2018	101.236
2017	kWh	505.524	01.01.2017	31.12.2017	105.071
2016	kWh	598.336	01.01.2016	31.12.2016	104.447



Der Wasserverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr mit 421 m³ um 17% zurückgegangen.

Abbildung 75 Entwicklung der Wasserverbräuche im Schulgebäude BZM

Wasserversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m³	2.046	01.01.2020	31.12.2020	8.504
2019	m³	2.467	01.01.2019	31.12.2019	9.802
2018	m³	2.189	01.01.2018	01.01.2018	8.532
2017	m³	2.189	01.01.2017	31.12.2017	16.399
2016	m³	2.522	01.01.2016	31.12.2016	17.692

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen im Schulgebäude 2020:

10 Klassenräume wurden in den Sommerferien komplett saniert. Die vorhandene Beleuchtung wurde durch LED-Leuchtkörper ersetzt.

Im naturwissenschaftlichen Bereich findet seit 2020 eine umfassende Sanierung der Unterrichtsräume und der Fassade statt. Außerdem wird die Cafeteria saniert und erweitert. Im Rahmen des Wärmeliefercontractings wurden die gesamten Wärmeerzeugungsanlagen erneuert.

Sporthallen Bildungszentrum Markdorf

2019/2020 wurde die Sporthalle I auf Effizienzstandard KfW 70 saniert. Auf dem Dach der Halle wurde eine PV-Anlage mit 99 kWp Nennleistung, ausgelegt auf Eigenstromnutzung, installiert. Die Sporthalle II wurde aufgrund der Sanierung der Sporthalle I (2019 – 2020) intensiv genutzt, dies spiegelt sich auch noch in den Verbräuchen 2020 wider.

Bildungszentrum Markdorf – Sporthalle I			
Baujahr 1969, saniert 2020		Wärmeversorgung über Hauptgebäude	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	3.420	Regelung witterungsgeführt	ja
Qualität Wärmedämmung	Sehr gut	Heizungsabsenkung	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage	zentral
Zirkulation Warmwasser	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise auch Wochenendnutzung			

Die Sanierung der Sporthalle wurde im Juni 2020 abgeschlossen. Durch die eingeschränkte Nutzung in 2019 und 2020 sind die Verbräuche nicht vergleichbar. Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche zeigt die folgende Grafik:

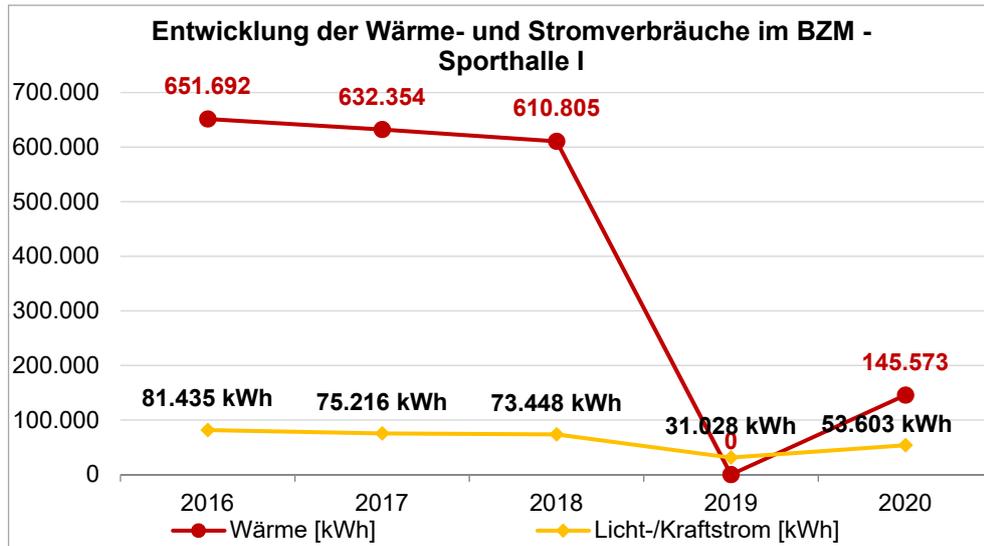


Abbildung 76
Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Schulgebäude BZM (Wärme witterungsbereinigt)

Wärmeversorgung Sporthalle 1							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas/ Holzpellets	kWh	131.147	145.573	01.01.2020	31.12.2020	17.063
2019	Erdgas	kWh	--	--	01.01.2019	31.12.2019	
2018	Erdgas	kWh	531.135	610.805	01.01.2018	01.01.2018	27.107
2017	Erdgas	kWh	626.093	632.354	01.01.2017	31.12.2017	35.076
2016	Erdgas	kWh	638.914	651.692	01.01.2016	31.12.2016	31.326

Der Stromverbrauch der Sporthalle setzt sich zusammen aus 25.232 kWh erzeugtem PV-Strom und 28.371 kWh bezogenem Ökostrom.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle 1						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2020	kWh	53.603	01.01.2020	31.12.2020	5.867	
2019	kWh	31.028	01.01.2019	31.12.2019	6.432	
2018	kWh	73.448	01.01.2018	01.01.2018	15.153	
2017	kWh	75.216	01.01.2017	31.12.2017	15.633	
2016	kWh	81.435	01.01.2016	31.12.2016	16.339	

Wasserversorgung Sporthalle 1					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	74	01.01.2020	31.12.2020	349
2019	m ³	--	01.01.2019	31.12.2019	--
2018	m ³	213	01.01.2018	01.01.2018	830
2017	m ³	285	01.01.2017	31.12.2017	1.120
2016	m ³	248	01.01.2016	31.12.2016	978

Bildungszentrum Markdorf – Sporthalle II			
Baujahr 2005		Wärmeversorgung über Hauptgebäude	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	2.750	Regelung witterungsgeführt	ja
Qualität Wärmedämmung	gut	Heizungsabsenkung	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage	zentral
Zirkulation Warmwasser	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise auch Wochenendnutzung			

Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in grafischer Darstellung:

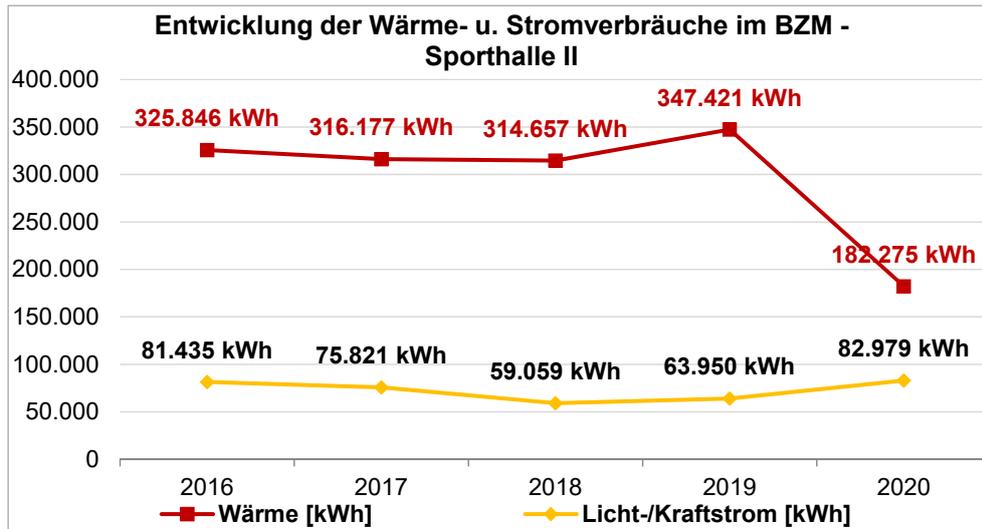


Abbildung 77
Entwicklung der
Wärme- und Strom-
verbräuche BZM
Sporthalle II
(Wärmeverbräuche
witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut aufgrund der geringen Nutzung um 49,4% reduziert.

Wärmeversorgung Sporthalle II							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas/ Holzpellets	kWh	164.212	182.275	01.01.2020	31.12.2020	17.227
2019	Erdgas	kWh	324.693	347.421	01.01.2019	31.12.2019	18.318
2018	Erdgas	kWh	273.615	314.657	01.01.2018	31.12.2018	13.964
2017	Erdgas	kWh	313.046	316.177	01.01.2017	31.12.2017	17.538
2016	Erdgas	kWh	319.457	325.846	01.01.2016	31.12.2016	15.663

Der Stromverbrauch ist um knapp 30% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle II						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2020	kWh	82.979	01.01.2020	31.12.2020	17.159	
2019	kWh	63.950	01.01.2019	31.12.2019	13.257	
2018	kWh	59.059	01.01.2018	31.12.2018	12.185	
2017	kWh	75.821	01.01.2017	31.12.2017	15.759	
2016	kWh	81.435	01.01.2016	31.12.2016	16.339	

Der Wasserverbrauch in der Sporthalle II hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 17,3% reduziert.

Wasserversorgung Sporthalle II					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m ³	311	01.01.2020	31.12.2020	1.304
2019	m ³	376	01.01.2019	31.12.2019	1.494
2018	m ³	1.014	01.01.2018	31.12.2018	3.952
2017	m ³	1.019	01.01.2017	31.12.2017	4.004
2016	m ³	731	01.01.2016	31.12.2016	1.425

Im Rahmen der umfangreichen Sanierung der Sporthalle I und der neuen Wärmeerzeugungsanlagen wird auch die Warmwasserversorgung der Sporthallen optimiert. Es ist zu erwarten, dass sich die Verbräuche und die Verbrauchskosten zukünftig dauerhaft reduzieren.

Spezifische Verbräuche Schulgebäude in 2020

Wärme	62 kWh/m ²
Strom	14 kWh/m ³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.294 l/Pa

Spezifische Verbräuche Sporthalle I in 2020

Wärme	43 kWh/m ²
Strom	16 kWh/m ³
Wasser Liter/m ² u. Jahr	22 l/m ² a

Spezifische Verbräuche Sporthalle II in 2020

Wärme	66 kWh/m ²
Strom	24 kWh/m ³
Wasser Liter/m ² u. Jahr	113 l/m ² a

Verbräuche und Kosten der gesamten Liegenschaft BZM zusammenfassend für das Jahr 2020 (Wärme absolut):

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	1.503.385	174.706	337.054	69.699	2.046	8.504	24.250	252.063
Sporthalle I Bauarbeiten	131.147	17.063	53.603	5.867	74	349	3.420	23.208
Sporthalle II	164.212	17.227	82.979	17.159	311	1.304	1.304	34.178
Baustrom und Interimsmensa			73.668	13.923				15.049
Summe	1.798.744	208.996	547.305	106.648	2.431	10.157	30.420	324.498

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das BZM (Schulgebäude und Sporthallen) im Jahr 2020 stellen sich wie folgt dar:

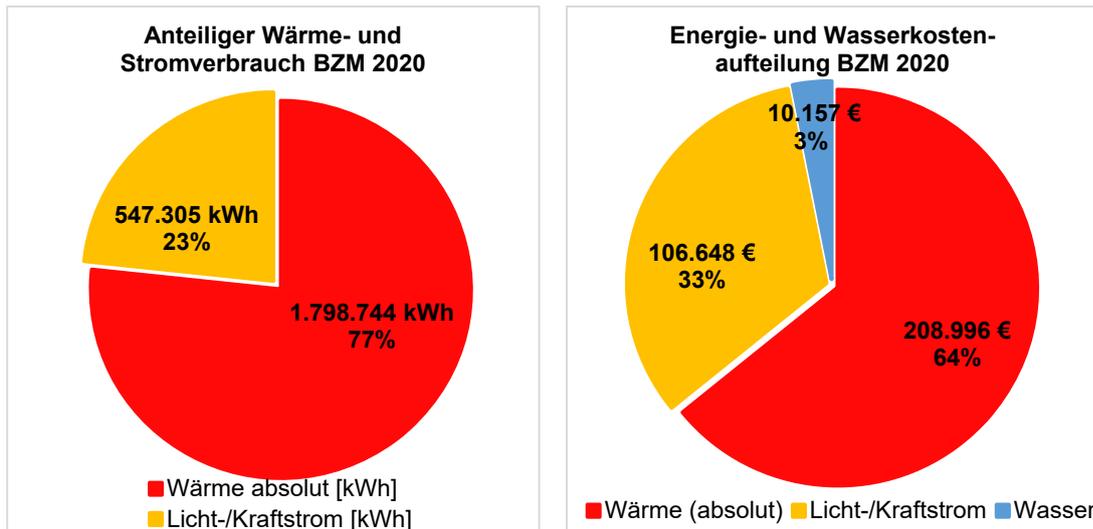


Abbildung 78 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BZM 2020
Abbildung 79 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BZM 2020

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

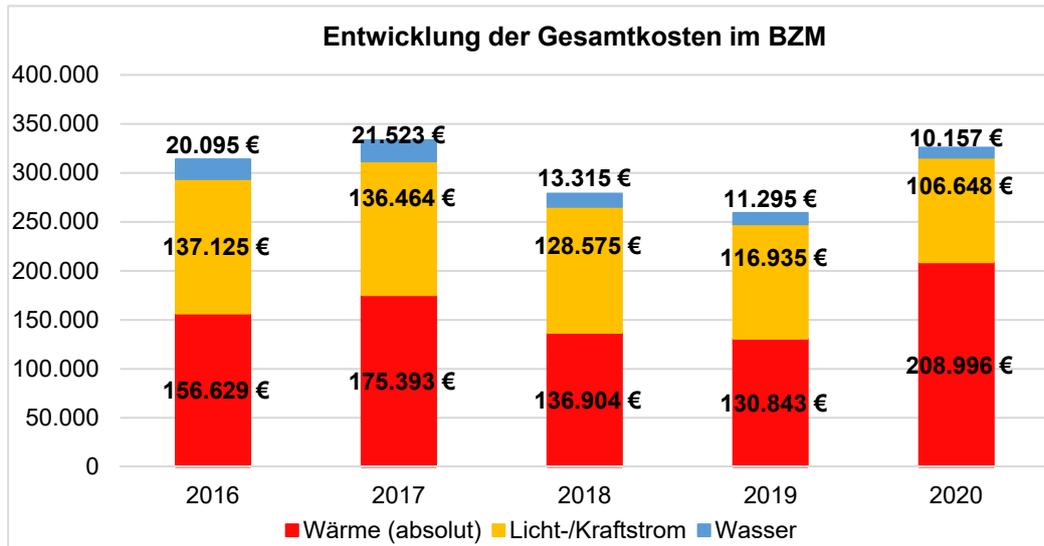


Abbildung 80 Gesamtkostenentwicklung BZM (gesamte Liegenschaft)

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

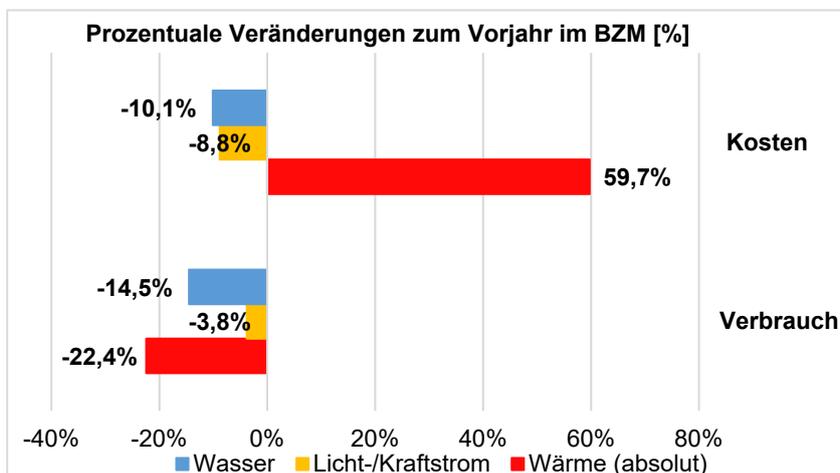


Abbildung 81 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Die Kosten für die Wärmeversorgung haben sich bei gleichzeitigem Minderverbrauch stark erhöht, da bei der Wärmelieferung im Rahmen eines Contractingvertrags Wartung, Instandhaltung und Reparatur im Preis/kWh inkludiert sind.

Zusammenfassend ist für das Bildungszentrum festzustellen, dass sich alle Verbräuche – mit Ausnahme des Stromverbrauchs in der Sporthalle II – aufgrund der eingeschränkten Nutzung verringert haben. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich

- der Wärmeverbrauch absolut um 22,4% verringert,
- der Stromverbrauch um 3,8% und
- der Wasserverbrauch um 14,5% reduziert.

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Sanierung der Fassade im NWT-Bereich wird die Wärmeverbräuche reduzieren.
- Die Umrüstung der Beleuchtung auf LED in der Sporthalle II würde die Stromverbräuche dauerhaft reduzieren.
- Die Sanierung der Dachflächen mit einer Verbesserung der Wärmedämmung würde zur Reduktion der Wärmeverbräuche führen.
- Die Sanierung der kompletten Fassade mit erhöhtem Dämmstandard würde zur wesentlichen Reduzierung der Wärmeverbräuche führen.

6.2.4 Elektronischule Tettng (EST)

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

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



Elektronischule Tettng			
Baujahr 1969			
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	7.815	Kessel Leistung in kW	460
Qualität Wärmedämmung	gut	Abgasverluste in %	Null
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2010
Anzahl Nutzer	639	Anzahl Regelungsgruppen	10
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	1	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Absenkung täglich in h	12
Zirkulation Warmwasser	ja	Einzelraumregelung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage (teilweise dezentral)	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in grafischer Darstellung:

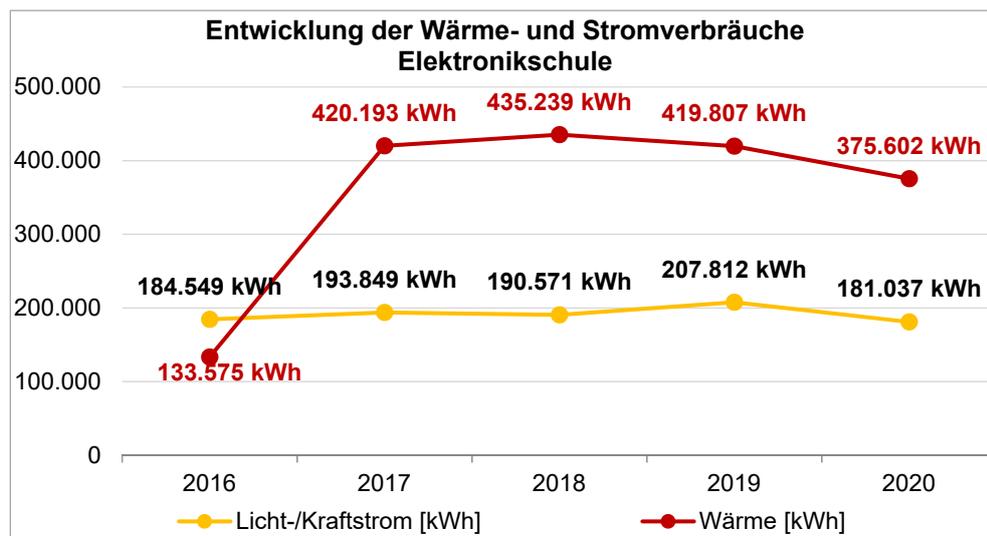


Abbildung 82 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der EST (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr um 13,9% reduziert, witterungsbereinigt um 10,5%.

In der Elektronischule Tettng wurde ein Teil der Wärme von 1999 – 2017 über ein gasbetriebenes BHKW erzeugt. Der erzeugte Strom wurde eingespeist. (Anmerkung: Der dargestellte

Wärmeverbrauch im Jahr 2016 spiegelt aufgrund eines defekten Zählers nicht den tatsächlichen Verbrauch wider.)

Wärmeversorgung Schulgebäude und Wohnhaus

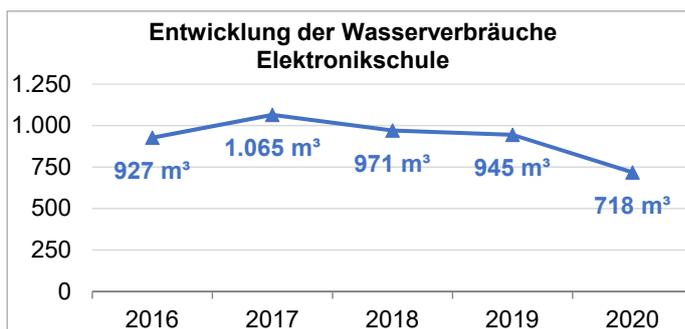
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	357.716	375.602	01.01.2020	31.12.2020	16.497
2019	Erdgas	kWh	415.650	419.807	01.01.2019	31.12.2019	19.128
2018	Erdgas	kWh	399.302	435.239	01.01.2018	31.12.2018	18.215
2017	Erdgas	kWh	437.701	420.193	01.01.2017	31.12.2017	21.529
2016	Erdgas	kWh	137.706	133.575	01.01.2016	31.12.2016	6.750

Die Stromverbräuche haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 13% reduziert.

Seit Ende 2018 ist die iLernfabrik 4.0 in Betrieb, dies ist mit zusätzlichen Stromverbräuchen verbunden.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	181.037	01.01.2020	31.12.2020	37.989
2019	kWh	196.651	01.01.2019	31.12.2019	42.806
2018	kWh	190.571	01.01.2018	31.12.2018	37.484
2017	kWh	193.849	01.01.2017	31.12.2017	37.771
2016	kWh	184.549	01.01.2016	31.12.2016	35.106



Der Wasserverbrauch hat sich mit 24% deutlich verringert.

Abbildung 83 Entwicklung der Wasserverbräuche

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m³	574	01.01.2020	31.12.2020	2.823
2019	m³	806	01.01.2019	31.12.2019	3.298
2018	m³	881	01.01.2018	31.12.2018	3.448
2017	m³	927	01.01.2017	31.12.2017	6.243
2016	m³	927	01.01.2016	31.12.2016	5.769

Spezifische Verbräuche Schule in 2018

Wärme	46 kWh/m²
Strom	23 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.124 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2020:

In 2020 wurden keine energetisch relevanten Sanierungsmaßnahmen im Schulkomplex der Elektronikschule durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	357.716	16.497	375.602	37.989	718	3.532	7.815	54.486

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Elektronikschule im Jahr 2020 stellen sich wie folgt dar:

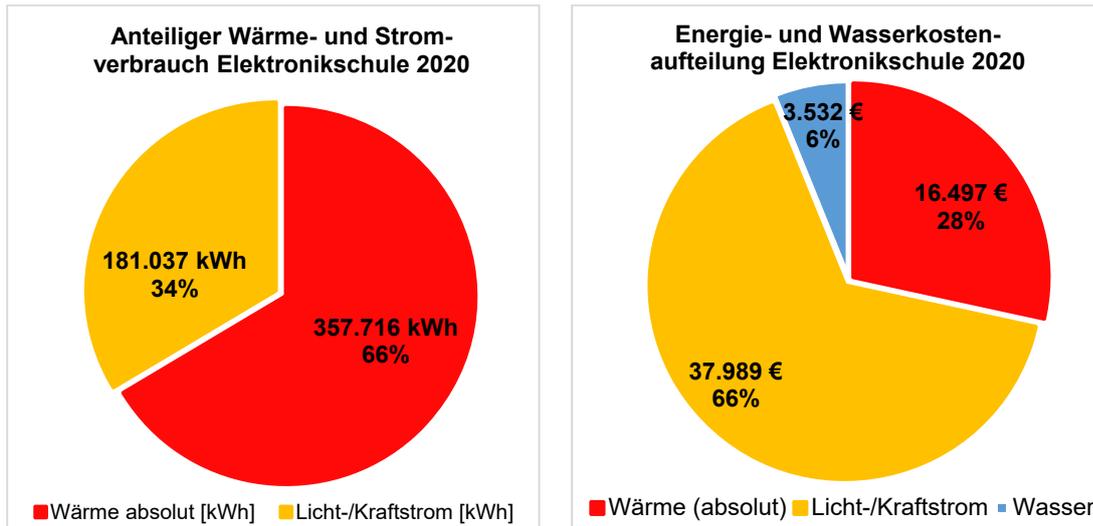


Abbildung 84 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2020

Abbildung 85 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der EST 2020

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

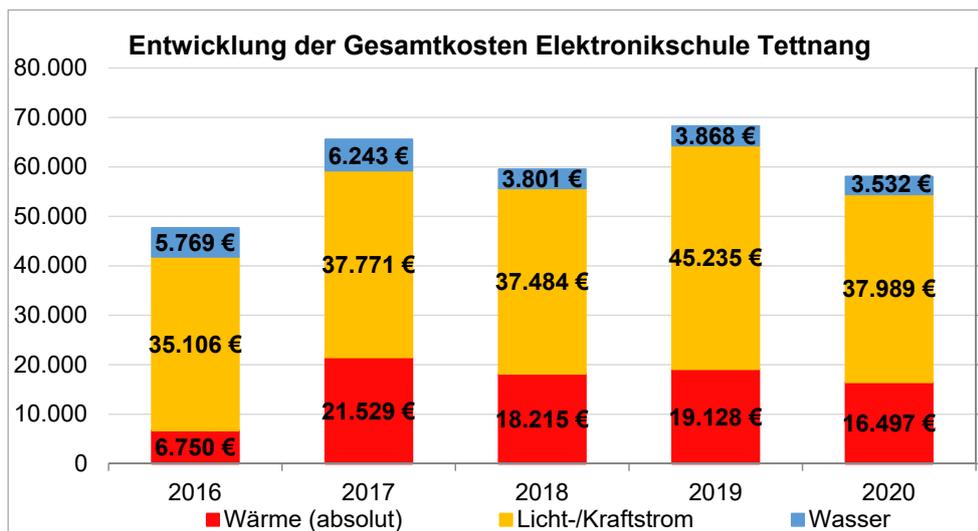


Abbildung 86 Kostenentwicklung der Verbräuche in der EST

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

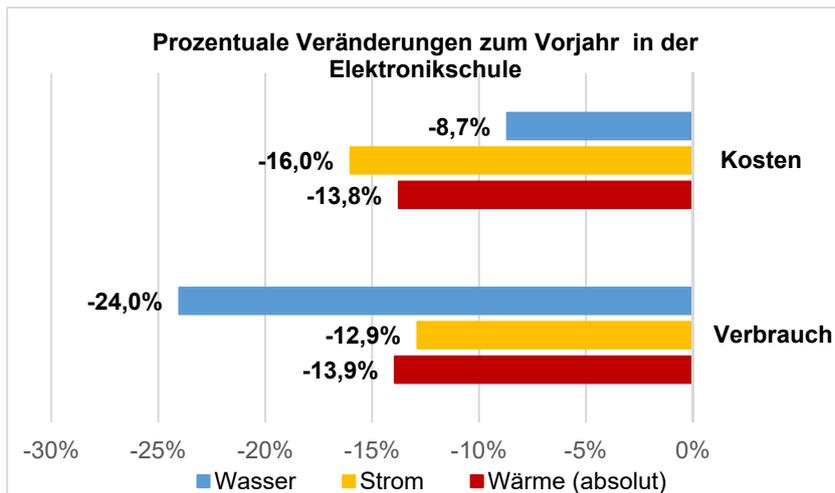


Abbildung 87 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Sowohl die Verbräuche als auch die Kosten haben sich im Vergleich zum Vorjahr reduziert, die Kosten in Summe um 15,3%.

Zusammenfassend ist für die Elektronikschule festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut und witterungsbereinigt verringert hat,
- der Stromverbrauch und die Kosten um knapp 14% gesunken sind und
- der Wasserverbrauch sich mit 24% stark reduziert hat, die Kosten aufgrund von Preissteigerungen allerdings nur um 8,7%.

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.
- Das Umrüsten der Dach-Glaspaneele und der Fassade mit Isolierglas als Sonnenschutzglas vermindert den Sonneneintrag und ist geplant.
- Das Ersetzen des Restbestands alter Heizungspumpen durch Hocheffizienzpumpen wird den Stromverbrauch reduzieren, diese Maßnahme ist ab 2022 geplant.
- Es werden zwei Gas- BHKW G 20 mit 40 kW thermischer + 20 kW elektrischer Leistung eingebaut.
- Das Umrüsten der Fenster in der Cafeteria zur freien Nachtkühlung erhöht den Komfort (geringer Kosteneinsatz) und ist in Planung.

6.2.5 Hotel- und Gaststättenschule Tettngang (HoGa)

Zu dieser Liegenschaft gehören 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, eine Außenstelle des Forstamts und der Hopfenverband. Alle Gebäude werden vom Schulgebäude versorgt.



HoGa			
Baujahr	1952		
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	4.140	Kessel Leistung in kW	335
Qualität Wärmedämmung	mittel	Baujahr Heizungsanlage	1984
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	9
Anzahl Nutzer (Schülerschaft)	616	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Absenkung täglich in h	12
Warmwasserversorgung	zentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	teilweise
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			

Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche seit 2016:

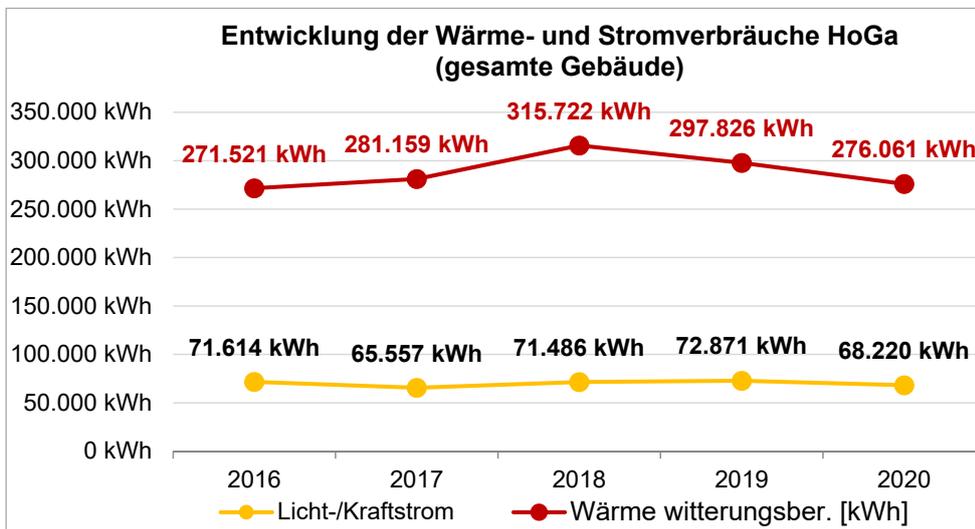


Abbildung 88
Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der HoGa (Wärmeverbräuche witterungsber. [kWh])

Der Wärmeverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr absolut um 21.765 kWh verringert, witterungsber. ist er um 7,8% zurückgegangen.

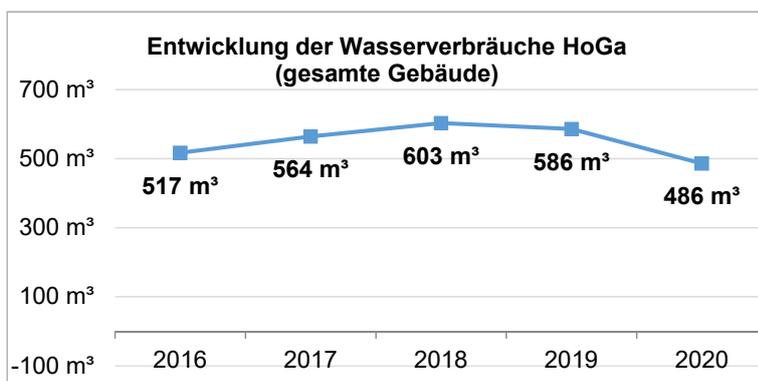
Wärmeversorgung (Schulgebäude, Wohnhaus, Hopfenverband, Gymnastikhalle)

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	262.915	276.061	01.01.2020	31.12.2020	11.966
2019	Erdgas	kWh	294.877	297.826	01.01.2019	31.12.2019	13.830
2018	Erdgas	kWh	289.653	315.722	01.01.2018	31.12.2018	13.092
2017	Erdgas	kWh	292.874	281.159	01.01.2017	31.12.2017	14.408
2016	Erdgas	kWh	279.919	271.521	01.01.2016	31.12.2016	13.591

Der Stromverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 6,4% verringert.

Licht-/Kraftstromversorgung (Schulgebäude, Hopfenverband, Gymnastikhalle)

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	68.220	01.01.2020	31.12.2020	14.988
2019	kWh	72.871	01.01.2019	31.12.2019	16.345
2018	kWh	71.486	01.01.2018	31.12.2018	14.378
2017	kWh	65.557	01.01.2017	31.12.2017	13.351
2016	kWh	71.614	01.01.2016	31.12.2016	14.142



Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 23,8% verringert.

Abbildung 89 Entwicklung der Wasserverbräuche in der HoGa

Wasserversorgung Schulgebäude

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m³	486	01.01.2020	31.12.2020	1.730
2019	m³	523	01.01.2019	31.12.2019	1.877
2018	m³	540	01.01.2018	31.12.2018	1.872
2017	m³	564	01.01.2017	31.12.2017	2.990
2016	m³	517	01.01.2016	31.12.2016	2.828

Spezifische Verbräuche in 2020 (Schulgebäude u. Gymnastikhalle)

Wärme	67 kWh/m²
Strom	16 kWh/m²
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	789 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2020:

In der HoGa wurden 2020 keine energetisch relevanten Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Gesamte Liegenschaft	262.915	11.966	68.220	14.988	486	1.730	4.140	28.684

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten im Jahr 2020 stellen sich wie folgt dar:

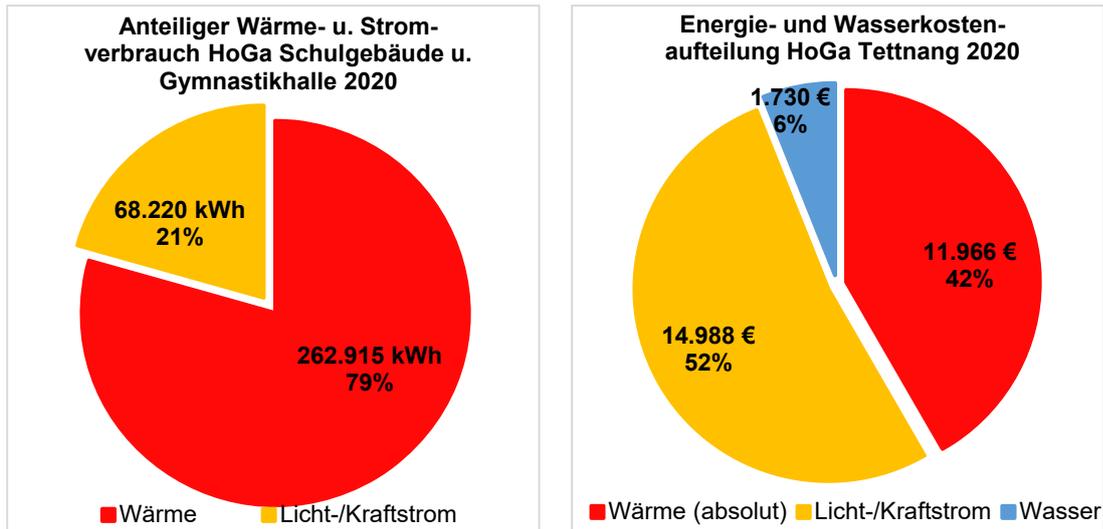


Abbildung 90 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2020
Abbildung 91 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2020

Die Kostenentwicklung ist in der folgenden Grafik dargestellt:

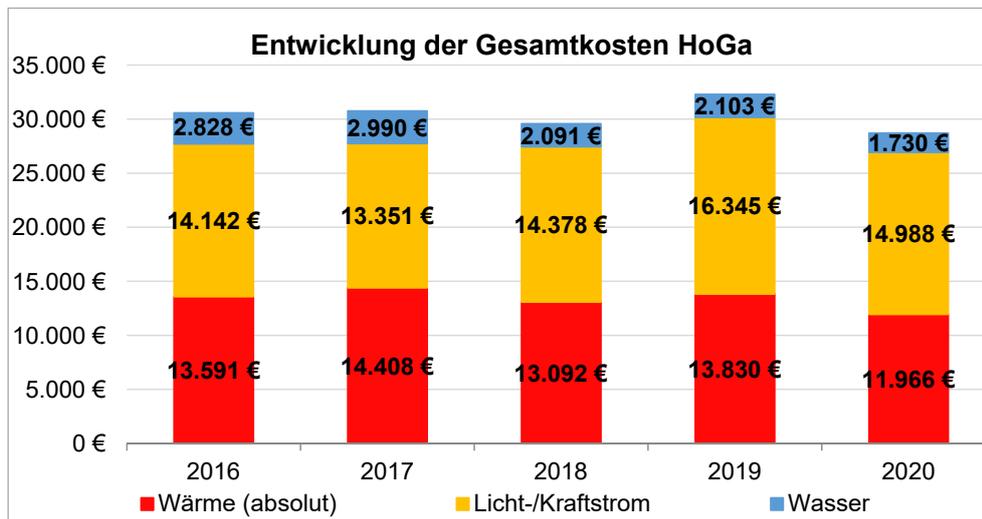


Abbildung 92 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der HoGa

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

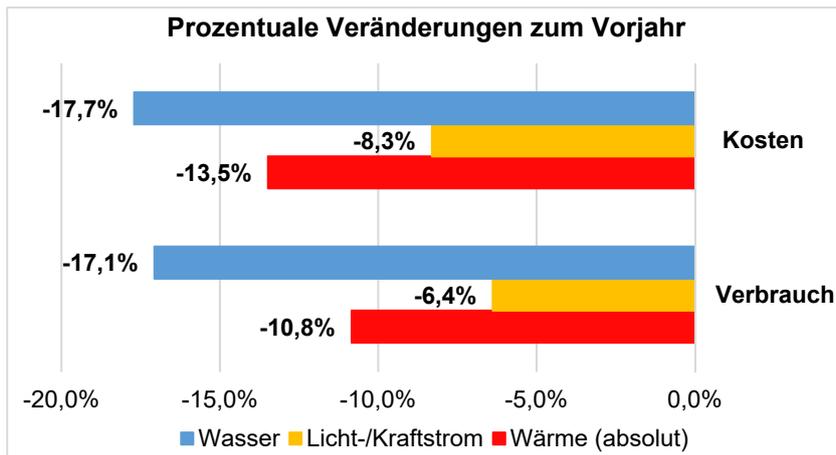


Abbildung 93 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Entsprechend der Verbrauchsreduzierung haben sich auch die Kosten im Vergleich zum Vorjahr verringert.

Zusammenfassend ist für die HoGa festzustellen, dass sich

- die Wärmeverbräuche sowohl absolut als auch witterungsbereinigt ebenso wie die Stromverbräuche und die Wasserverbräuche verringert haben.

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlage und der Gebäudeleittechnik im Jahr 2020 werden zur Wärmeverbrauchsreduktion führen.
- Mit dem Einsatz von mindestens 50% Biomasse zur Wärmeerzeugung werden sich die Emissionen deutlich verringern.
- Die Dezentralisierung der Warmwasserbereitung wird im Rahmen der Heizungserneuerung umgestellt.
- Die weitere Reduzierung des Wärmeverbrauchs lässt sich durch die energetische Sanierung der Gymnastikhalle erreichen.

6.2.6 Pestalozzischule Markdorf

In der Pestalozzischule findet neben dem Sonderschulbetrieb auch der Schulbetrieb einer Außenstelle des Berufsschulzentrums Überlingen statt. Nachmittags und abends werden die Räumlichkeiten der Schule zusätzlich von der Stadt Markdorf, der Volkshochschule und durch das Landwirtschaftsamt genutzt.



Pestalozzischule			
Baujahr 1964			
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.050	Zentrale Wärmeversorgung	ja
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Kessel Leistung in kW	900
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2006
Anzahl Nutzer (ohne VHS-Nutzung)	173	Anzahl Regelungsgruppen	4
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	Dezentral (elektr.)	Absenkung täglich in h	12
Zirkulation Warmwasser	keine	Einzelraumregelung	ja
		Lüftung: nur reine Abluftanlage in Küche	
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			

Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in den letzten fünf Jahren:

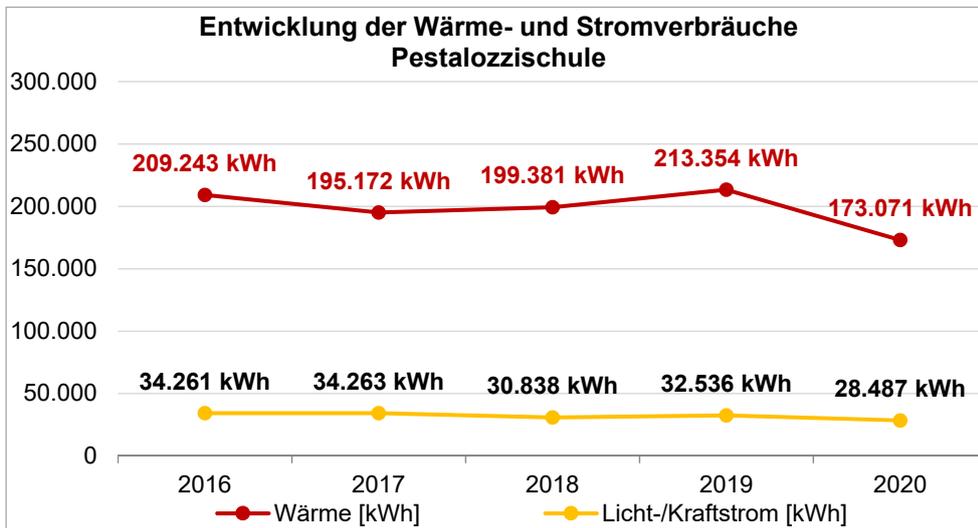


Abbildung 94
Entwicklung der
Wärme- und Strom-
verbräuche in der
Pestalozzischule
(Wärmeverbräuche
witterungsbereinigt)

Der absolute Wärmeverbrauch in der Pestalozzischule ist im Vergleich zum Vorjahr um 22%, der Stromverbrauch um 12% und der Wasserverbrauch um 24% zurückgegangen,

Wärmeversorgung

Jahr	Energie-träger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2020	Erdgas	kWh	155.920	173.071	01.01.2020	31.12.2020	7.522
2019	Erdgas	kWh	199.396	213.354	01.01.2019	31.12.2019	9.935
2018	Erdgas	kWh	173.375	199.381	01.01.2018	31.12.2018	8.566
2017	Erdgas	kWh	193.240	195.172	01.01.2017	31.12.2017	10.302
2016	Erdgas	kWh	205.140	209.243	01.01.2016	31.12.2016	10.973

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	kWh	28.487	01.01.2020	31.12.2020	7.384
2019	kWh	32.536	01.01.2019	31.12.2019	8.292
2018	kWh	30.838	01.01.2018	31.12.2018	7.876
2017	kWh	34.263	01.01.2017	31.12.2017	8.744
2016	kWh	34.261	01.01.2016	31.12.2016	8.583



Die Warmwasserbereitung für die Duschen in der Gymnastikhalle erfolgt elektrisch. Die Wasserverbräuche haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 23,8% verringert.

Abbildung 95 Entwicklung der Wasserverbräuche in der Pestalozzischule

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2020	m³	215	01.01.2020	31.12.2020	993
2019	m³	282	01.01.2019	31.12.2019	1.117
2018	m³	293	01.01.2018	31.12.2018	1.160
2017	m³	280	01.01.2017	31.12.2017	1.338
2016	m³	319	01.01.2016	31.12.2016	1.489

Spezifische Verbräuche in 2020

Wärme	57 kWh/m²
Strom	9 kWh/m²
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.243 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2020:

In der Pestalozzischule wurden 2020 keine energetisch relevanten Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik vorgenommen.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2020:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	155.920	7.522	173.071	7.384	215	993	3.050	15.899

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Pestalozzischule im Jahr 2020 sind in den folgenden Grafiken dargestellt:

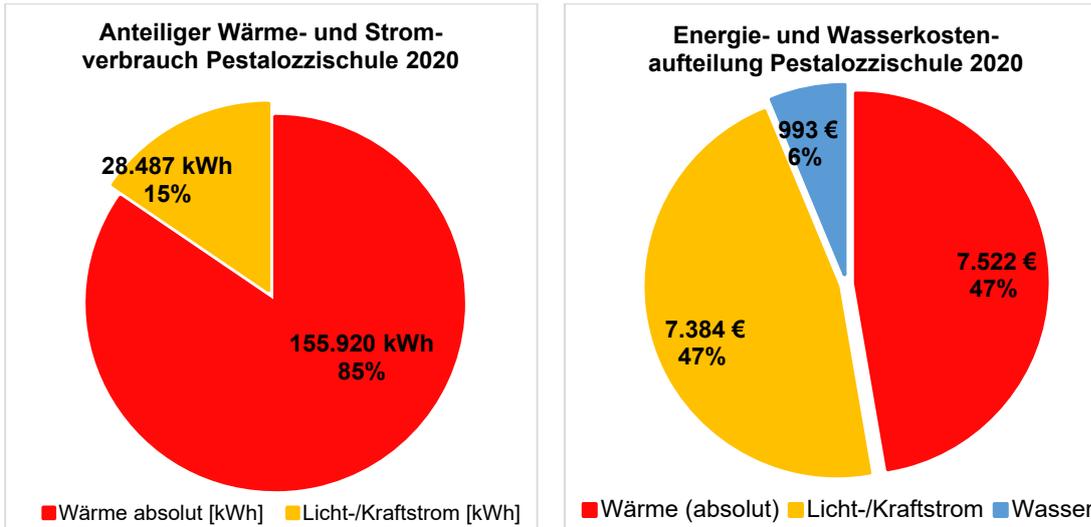


Abbildung 96 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2020

Abbildung 97 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der Pestalozzischule 2020

Die Kosten für Energie haben sich im Vergleich zum Vorjahr - aufgrund der niedrigeren Verbräuche - verringert. Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

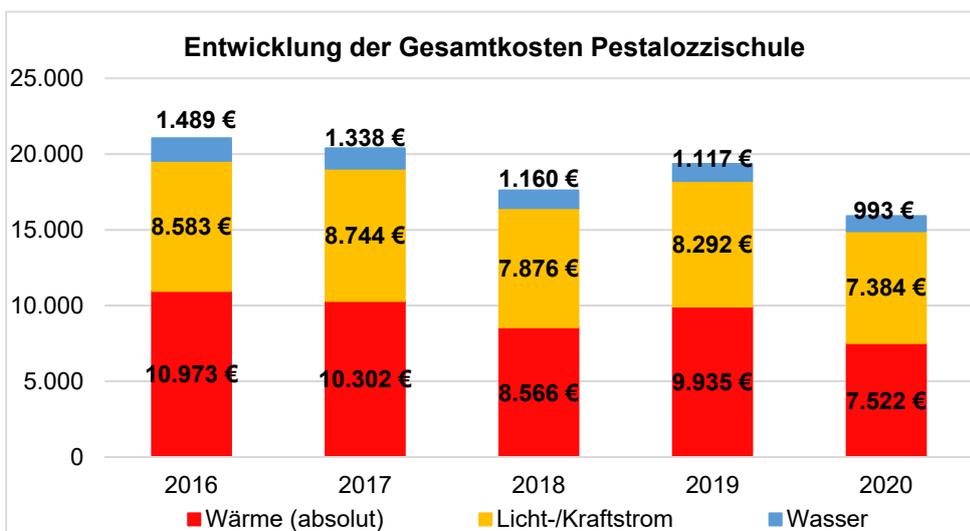


Abbildung 98
Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der Pestalozzischule

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

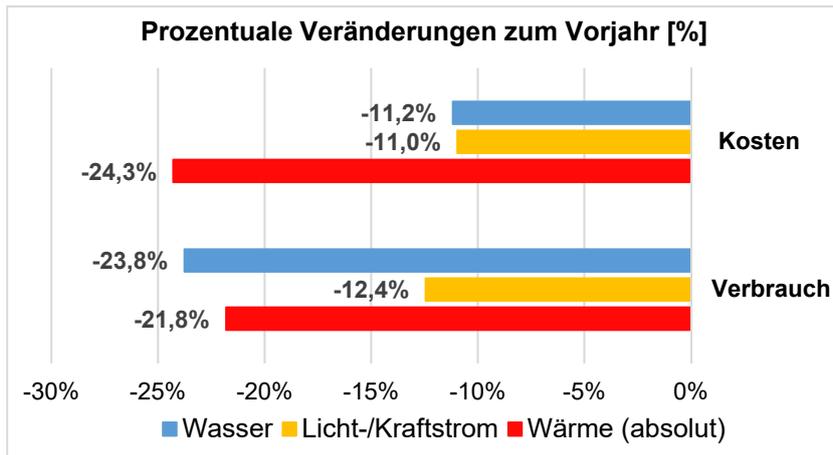


Abbildung 99 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

Erträge der Photovoltaikanlage

Aufgrund der vielen Sonnenstunden in 2020 hat sich der PV-Ertrag im Vergleich zum Vorjahr erhöht.

PV-Erträge und Einspeisevergütung der Anlage in den letzten fünf Jahren:

PV-Erträge				
Jahr	Ertrag [kWh]	von	bis	Einnahmen [€]
2020	32.644	01.01.2020	31.12.2020	22.031
2019	31.829	01.01.2019	31.12.2019	21.729
2018	28.474	01.01.2018	31.12.2018	19.854
2017	31.086	01.01.2017	31.12.2017	20.808
2016	29.560	01.01.2016	31.12.2016	20.183

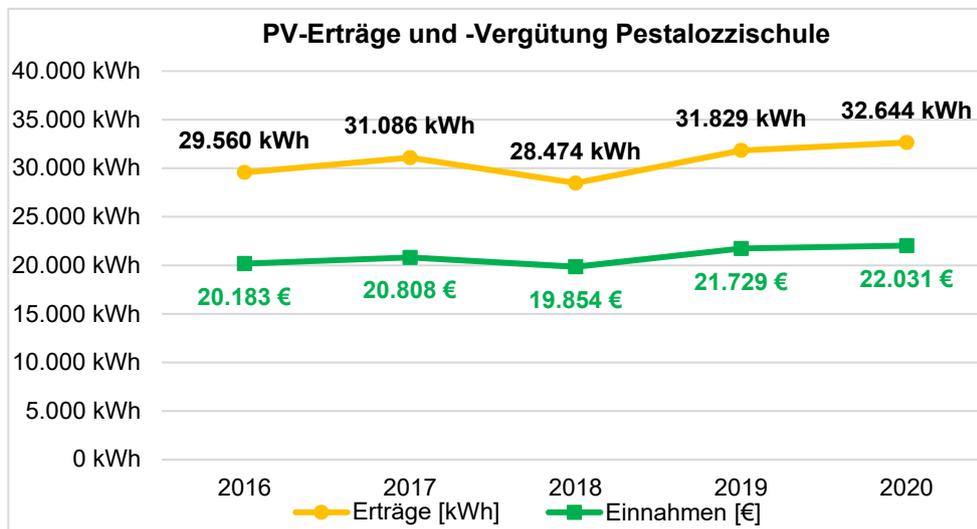


Abbildung 100 Entwicklung der Erträge und Einnahmen der PV-Anlage Pestalozzischule

In 2020 stehen 22.031 € Einnahmen für die Einspeisung des PV-Stroms 7.384 € für Stromerkäufe gegenüber.

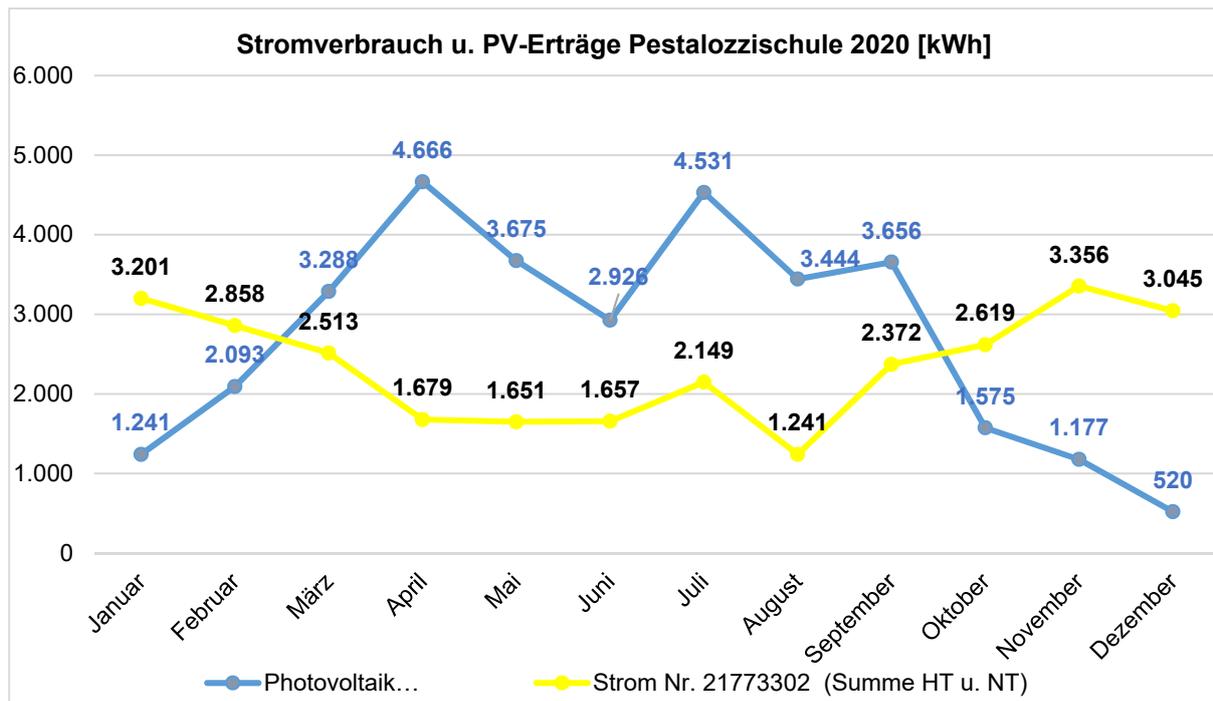


Abbildung 101 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule in 2020

Zusammenfassend ist für die Pestalozzischule festzustellen, dass

- sich die Verbräuche und Kosten verringert und
- sich die Erträge der Photovoltaikanlage im Vergleich zum Vorjahr erhöht haben.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- 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.
- Die Warmwasserbereitung vollständig dezentral durchzuführen würde ebenfalls zu Energieeinsparungen führen.

7 Resümee

Bei der Betrachtung der spezifischen Verbräuche der Liegenschaften wird deutlich, dass im Gebäude Albrechtstraße 75 die höchsten spezifischen Verbräuche bei Wärme, Kälte und Wasser anfallen. Aufgrund der energetischen Qualität der Gebäudefassaden sind hier keine relevanten Energieeinsparungen zu erzielen und auch in den nächsten Jahren hohe Energiekosten zu erwarten.

Bei allen anderen Gebäuden lassen sich durch regelmäßiges Energiemonitoring, die Energieauswertungen und dem daraus resultierenden sofortigen Eingreifen Energieeinsparungen im Bereich von 8 – 15% erreichen. 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) wird sich der Anteil der Wärme aus Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zukünftig erhöhen. Die effizientere Wärmegewinnung und – verteilung wird die Verbräuche reduzieren. Die Verringerung des Brennstoffbedarfs reduziert die Schadstoffemissionen.

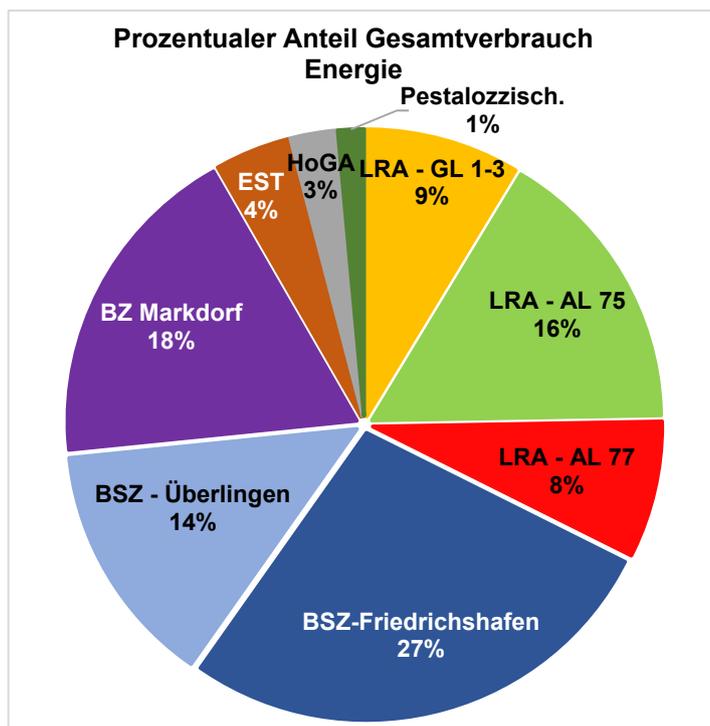
Durch die Installation der PV-Anlage auf dem Dach der Sporthalle 1 am Bildungszentrum Markdorf kann die Grundlast des Bildungszentrums abgedeckt werden.

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 fällt dies nicht ins Gewicht, da die Wasserverbräuche in den Liegenschaften aufgrund der Pandemie stark reduziert sind.

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.

Die vergleichende Verbrauchsermittlung (siehe nebenstehende Abbildung) zeigt, dass die beiden Berufsschulzentren und das Bildungszentrum Markdorf zusammen 60% des Gesamtenergieverbrauchs verursachen. Hieraus ergibt sich eine Priorisierung für den Handlungsbedarf, auch unter Kostenaspekten (siehe Abbildung *Priorisierter Handlungsbedarf für energetische Maßnahmen in den Liegenschaften*).

Abbildung 102 Prozentualer Anteil Gesamtenergieverbrauch Liegenschaften



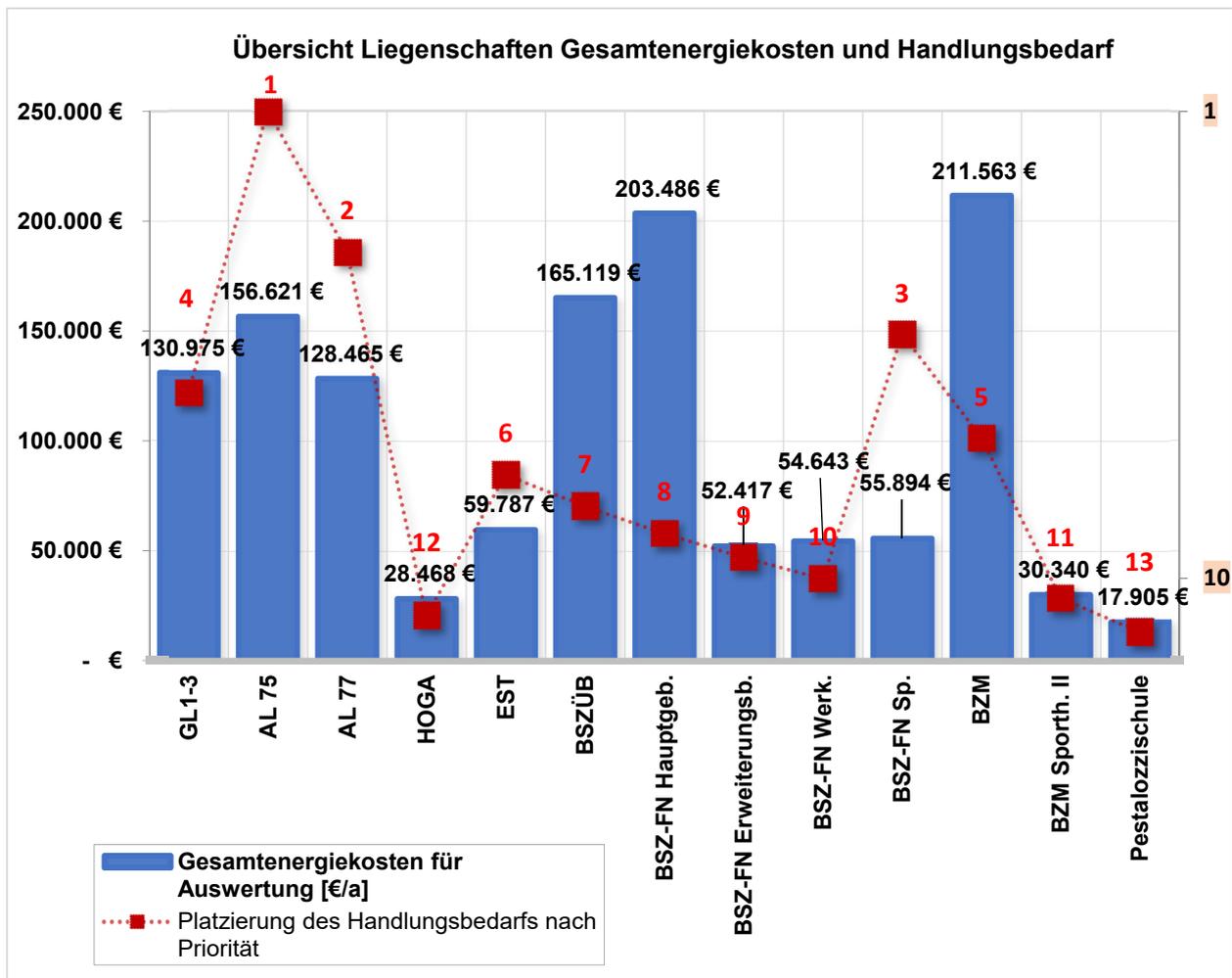


Abbildung 103 Priorisierter Handlungsbedarf für energetische Maßnahmen in den Liegenschaften

8 Ausblick

Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch ist auch 2020 weiter gestiegen. Nach wie vor wird die Energiewende vor allem durch den Stromsektor getrieben.

Der Gebäudesektor hat 2020 deutschlandweit die Klimaziele verfehlt. Er ist mit einem Drittel Anteil an den Gesamtemissionen und 35% Anteil am gesamtdeutschen Energieverbrauch sowie mehr als 50% Anteil am deutschen Abfallaufkommen beteiligt, dies zeigt den enormen Handlungsbedarf in diesem Sektor.

Durch die voran beschriebenen durchgeführten Maßnahmen konnten in den kreiseigenen Liegenschaften Energieverbräuche eingespart und CO_{2eq}-Emissionen im Bodenseekreis verringert werden. Allerdings nicht in der Größe, die das Erreichen der kreiseigenen Klimaschutzziele – klimaneutrale Verwaltung bis 2020 – notwendig machen. Ohne investive Maßnahmen in die Gebäudehüllen und die Gebäudetechnik der Liegenschaften können die notwendigen Einsparungen nicht erzielt werden, die Verbrauchskosten werden den Kreishaushalt auf lange Sicht belasten.

Ein großes Einsparpotenzial liegt gerade in den großen Liegenschaften in der weiteren Dezentralisierung der Warmwasserversorgung, möglichst kombiniert mit der Installation weiterer PV-Anlagen auf den Bestandsgebäuden, sofern die Statik und der bauliche Zustand der Dächer

dies zulassen. Mit zunehmender Digitalisierung wird der Strombedarf weiter steigen, hier kommt zukünftig der Eigenstromerzeugung eine noch größere Bedeutung zu.

Mit Hilfe eines dauerhaften Energiemanagements können u. a. Verbrauchsspitzen und somit auch Energiebezugspreise reduziert werden.

Die dringend notwendige Reduktion der CO_{2eq}-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,

- Investitionen in die energetische Qualität Gebäudehüllen zu tätigen,
- Investitionen in die Anlagentechnik zu tätigen,
- die Heizungsanlagen bei Erneuerung auf Erneuerbare Energien umzustellen und
- die KWK-Anlagen nicht mehr mit fossilen Brennstoffen zu betreiben.

Aufgrund der Auswirkungen der Klimakrise sollten zur Vermeidung größerer Schäden und Kosten zukünftig bei allen Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen der kreiseigenen Liegenschaften Klimaanpassungsmaßnahmen am Gebäude und den Außenflächen gezielt berücksichtigt und umgesetzt werden.

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 sollte die höchste energetische Qualität – auch bei höheren Baukosten – angestrebt werden, 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 sollte – eventuell auch mit Anreizen – forciert werden, denn auch in einem verantwortungsvollen Umgang mit Energie und den Gebäuden lassen sich noch weitere Kosten- und Energieeinsparungen erzielen.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Jahresmitteltemperatur seit 1881 in Baden-Württemberg	8
Abbildung 2 Entwicklung der Gesamtverbräuche der Liegenschaften (Wärme/Kälte witterungsbereinigt)	10
Abbildung 3 Prozentuale Veränderungen Wärme-/Kälteverbrauch	11
Abbildung 4 Prozentuale Veränderungen Licht-/Kraftstromverbrauch.....	11
Abbildung 5 Prozentualer Anteil der Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch	11
Abbildung 6 Entwicklung des Gesamtwasserverbrauchs	12
Abbildung 7 Prozentuale Veränderungen beim Wasserverbrauch	12
Abbildung 8 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser.....	12
Abbildung 9 Prozentuale Veränderungen bei Verbrauch und Kosten	13
Abbildung 10 Entwicklung des witterungsbereinigten Wärme-/Kälteverbrauchs der großen Liegenschaften von 2016 – 2020.....	13
Abbildung 11 Entwicklung der Stromverbräuche der großen Liegenschaften von 2016 - 2020.....	14
Abbildung 12 Entwicklung der Wasserverbräuche der großen Liegenschaften	14
Abbildung 13 Entwicklung der regenerativen Energieträger zur Wärmeerzeugung	15
Abbildung 14 Prozentualer Anteil der Energieträger zur Wärme-/Kältebereitstellung	15
Abbildung 15 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeversorgung von 2016 – 2020	15
Abbildung 16 Entwicklung der Emissionen aus dem verbrauchten Energiebedarf von 2016 – 2020	17
Abbildung 17 Entwicklung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche der Verwaltungsgebäude.....	18
Abbildung 18 Verteilung der Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) der Verwaltungsgebäude in 2020	19
Abbildung 19 Verteilung der Stromverbräuche der Verwaltungsgebäude in 2020	19
Abbildung 20 Entwicklung der Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche der Verwaltungsgebäude	19
<i>Abbildung 21 Angefallene Versorgungskosten in den Verwaltungsgebäuden in 2020.....</i>	<i>20</i>
Abbildung 22 Entwicklung der Gesamtversorgungskosten Verwaltungsgebäude.....	20
Abbildung 23 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	21
Abbildung 24 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2020	23
Abbildung 25 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 77 in 2020.....	23
Abbildung 26 Gesamtkostenentwicklung AL 77	23
Abbildung 27 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	23
Abbildung 28 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche Verwaltungsgebäude AL 75 (witterungsbereinigt)	25
Abbildung 29 Verteilung Energieverbräuche Wärme u. Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2020	27
Abbildung 30 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 75 in 2020.....	27
Abbildung 31 Kostenentwicklung der Verbräuche AL 75	27
Abbildung 32 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	27
Abbildung 33 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstr. (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	29
Abbildung 34 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom GL 1-3 in 2020	30
Abbildung 35 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten GL 1-3 in 2020	30
Abbildung 36 Kostenentwicklung der Verbräuche LRA GL 1-3	31
Abbildung 37 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	31
Abbildung 38 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen (Wärme witterungsbereinigt).....	32
Abbildung 39 Entwicklung des Wasserverbrauchs gesamt alle Schulen.....	32
Abbildung 40 Entwicklung der Wärmeverbräuche der einzelnen Schulen witterungs-bereinigt).....	32
Abbildung 41 Entwicklung der Licht-/Kraftstrom-verbräuche der einzelnen Schulen	33

Abbildung 42 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche der Schulen in 2020	33
Abbildung 43 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Schulen.....	34
Abbildung 44 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Schulen gesamt im Vergleich zum Vorjahr	34
Abbildung 45 Entwicklung der Wärmeverbräuche Sporthallen	35
Abbildung 46 Entwicklung der Stromverbräuche in den Sporthallen	35
Abbildung 47 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Sporthallen	36
Abbildung 48 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Sporthallen gesamt im Vergleich zum Vorjahr	36
Abbildung 49 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt).....	37
Abbildung 50 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See	38
Abbildung 51 Entwicklung der Wasserverbräuche (ges. Liegenschaft).....	38
Abbildung 52 Entwicklung der Wärme- und, Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	39
Abbildung 53 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Erweiterungsbau (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	40
Abbildung 54 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ FN – Erweiterungsbau.....	41
Abbildung 55 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Werkstatt (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	42
Abbildung 56 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	43
Abbildung 57 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Sporthalle u. Sportplatz	44
Abbildung 58 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-FN 2020 ...	46
Abbildung 59 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-FN 2020	46
Abbildung 60 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ-FN	46
Abbildung 61 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-FN im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	46
Abbildung 62 Entwicklung der Verbräuche Berufsschulzentrum ÜB, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	49
Abbildung 63 Entwicklung der Wasserverbräuche im BSZ ÜB.....	49
Abbildung 64 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB CVS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	50
Abbildung 65 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB JvLS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	51
Abbildung 66 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BSZ-ÜB JZG (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	52
Abbildung 67 Energieverbrauchsentwicklung Werkstatt JZG	54
Abbildung 68 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BSZ-ÜB Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	55
Abbildung 69 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-ÜB 2020 ...	57
Abbildung 70 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-ÜB 2020	57
Abbildung 71 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft).....	57
Abbildung 72 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ ÜB im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	57
Abbildung 73 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM ges. (Wärme witterungsbereinigt) ...	59
Abbildung 74 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Schulgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	60
Abbildung 75 Entwicklung der Wasserverbräuche im Schulgebäude BZM	61
Abbildung 76 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Schulgebäude BZM (Wärme witterungsbereinigt)	62
Abbildung 77 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Sporthalle II (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	63
Abbildung 78 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BZM 2020.....	65

Abbildung 79 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BZM 2020.....	65
Abbildung 80 Gesamtkostenentwicklung BZM (gesamte Liegenschaft).....	65
Abbildung 81 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	65
Abbildung 82 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der EST (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	67
Abbildung 83 Entwicklung der Wasserverbräuche.....	68
Abbildung 84 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2020	69
Abbildung 85 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der EST 2020	69
Abbildung 86 Kostenentwicklung der Verbräuche in der EST	69
Abbildung 87 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	70
Abbildung 88 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	71
Abbildung 89 Entwicklung der Wasserverbräuche in der HoGa	72
Abbildung 90 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2020	73
Abbildung 91 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2020	73
Abbildung 92 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der HoGa.....	73
Abbildung 93 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	74
Abbildung 94 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	75
Abbildung 95 Entwicklung der Wasserverbräuche in der Pestalozzischule.....	76
Abbildung 96 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2020	77
Abbildung 97 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der Pestalozzischule 2020	77
Abbildung 98 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der Pestalozzischule	77
Abbildung 99 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	78
Abbildung 100 Entwicklung der Erträge und Einnahmen der PV-Anlage Pestalozzischule	78
Abbildung 101 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule in 2020	79
Abbildung 102 Prozentualer Anteil Gesamtenergieverbrauch Liegenschaften.....	80
Abbildung 103 Priorisierter Handlungsbedarf für energetische Maßnahmen in den Liegenschaften.....	81

10 Anhang

Emissionskennwerte – Berechnung 2020:

Schadstoffemissionen je verbrauchte kWh Endenergie in kg:

Energieträger	CO _{2eq} [kg/kWh]	Energieträger	CO _{2eq} [kg/kWh]
Strommix Deutschland*	0,366	Ökostrom*	0
Heiz-/Kältestrom	0,401	Biogas	0,071
Heizöl	0,318	Palmöl	0,083
Erdgas	0,247	Holz-Hackschnitzel	0,024
BHKW Wärme	0,120	Holzpellets	0,027
BHKW-Strom	0,596	Geothermie WP	0,175

Quelle: <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/>

*Quelle: UBA, 45/2021 Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020, ISSN 1862-4359, 05.2021

Witterungsbereinigung:

Übersicht Faktoren zur Witterungsbereinigung

Objekt	PLZ	Faktor je Zeitraum					
		2020	2019	2018	2017	2016	2015
Verwaltungsgebäude Glärnischstraße 1 - 3	88045	1,13	1,09	1,17	1,02	1,04	1,08
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75	88045	1,13	1,09	1,17	1,02	1,04	1,08
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 77	88045	1,13	1,09	1,17	1,02	1,04	1,08
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	88046	1,16	1,11	1,20	1,05	1,06	1,11
Berufsschulzentrum Überlingen	88662	1,14	1,09	1,17	1,03	1,04	1,08
Bildungszentrum Markdorf	88677	1,11	1,07	1,15	1,01	1,02	1,06
Elektronikschule Tettngang	88069	1,05	1,01	1,09	0,96	0,97	1,01
Hotel- und Gaststätten- schule Tettngang	88069	1,05	1,01	1,09	0,96	0,97	1,01
Pestalozzischule Markdorf	88677	1,11	1,07	1,15	1,01	1,02	1,06

Änderungen ab dem Jahr 2017:

Ab dem Jahre 2017 erfolgt die Berechnung der Witterungsbereinigung nicht mehr anhand der Referenzwerte der Wetterstation in Leinfeldern-Echterdingen. Ab sofort wird die Witterungsbereinigung standortspezifisch (Bezugsgrundlage sind die Postleitzahlen der Objekte) durchgeführt. Die Grundlage hierfür stellt eine Übersicht der anzusetzenden Faktoren je Standort dar, welche vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt werden.⁹

Die Berechnung in diesem Bericht wurde aus Vergleichszwecken rückwirkend ebenfalls für die Jahre 2013 bis 2016 durchgeführt. Aus diesem Grund können sich Änderungen in den Berichten der Vorjahre ergeben.

⁹ Siehe https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/kf_p_die_letzten_12_xls_xls.html, letzter Zugriff 08.06.2021

Kennzeichnung der Stromlieferungen 2020 für Kunden des Stadtwerks am See

KENNZEICHNUNG DER STROMLIEFERUNGEN 2018
FÜR KUNDEN DES STADTWERKS AM SEE

Gültig vom 01.11.2019 - 31.10.2020.



Das Energiewirtschaftsgesetz schreibt vor, dass Stromversorger ihren Energie-Mix – die Zusammensetzung des Stroms nach Energiequellen – offen legen müssen. Wir tun dies gerne, denn so sehen Sie als Kunde des STADTWERKS AM SEE schwarz auf weiß, dass Ihr Öko-Strom aus 100 % Erneuerbaren Energien gewonnen wird.

Stromkennzeichnung gemäß § 42 Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005, geändert 2019

Energieträger	ÖKO-STROM ¹	Verbleibender Energiemix ²	STADTWERK AM SEE Gesamtmix	Zum Vergleich: Stromerzeugung in Deutschland
Erneuerbare Energien, finanziert aus der EEG-Umlage	55,6 %	55,6 %	48,4 %	35,0 %
Sonstige Erneuerbare Energien	44,4 %	9,3 %	15,2 %	3,2 %
Erdgas	0 %	7,4 %	7,7 %	9,7 %
Sonstige fossile Energieträger	0 %	0,9 %	1,0 %	2,5 %
Kohle	0 %	20,7 %	21,5 %	36,6 %
Kernkraft	0 %	6,1 %	6,2 %	13,0 %
Mieterstrom, finanziert aus der EEG-Umlage	0 %	0 %	0 %	0 %
CO ₂ -Emissionen	0 g/kWh	247 g/kWh	252 g/kWh	421 g/kWh
Radioaktiver Abfall	0 g/kWh	0,0002 g/kWh	0,0002 g/kWh	0,0003 g/kWh

¹ alle ÖKO und OK POWER Produkte² MIX STROM Produkte, Branchen und Industriekunden

KENNZEICHNUNG DER STROMLIEFERUNGEN 2019 FÜR KUNDEN DES STADTWERKS AM SEE

Gültig vom 01.11.2020 - 31.10.2021.



Das Energiewirtschaftsgesetz schreibt vor, dass Stromversorger ihren Energie-Mix – die Zusammensetzung des Stroms nach Energiequellen – offen legen müssen. Wir tun dies gerne, denn so sehen Sie als Kunde des STADTWERKS AM SEE schwarz auf weiß, dass Ihr Öko-Strom aus 100 % Erneuerbaren Energien gewonnen wird.

Stromkennzeichnung gemäß § 42 Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005, geändert 2020

Energieträger	ÖKO-STROM ¹	Verbleibender Energiemix ²	STADTWERK AM SEE Gesamtmix	Zum Vergleich: Stromerzeugung in Deutschland
Erneuerbare Energien, finanziert aus der EEG-Umlage	60,3 %	60,3 %	53,0 %	40,4 %
Sonstige Erneuerbare Energien	39,7 %	9,4 %	15,7 %	3,9 %
Erdgas	0 %	5,0 %	5,1 %	11,9 %
Sonstige fossile Energieträger	0 %	0,6 %	0,6 %	1,3 %
Kohle	0 %	17,5 %	18,1 %	29,0 %
Kernkraft	0 %	7,2 %	7,5 %	13,5 %
Mieterstrom, finanziert aus der EEG-Umlage	0 %	0 %	0 %	0 %
CO ₂ -Emissionen	0 g/kWh	202 g/kWh	207 g/kWh	352 g/kWh
Radioaktiver Abfall	0 g/kWh	0,0002 g/kWh	0,0002 g/kWh	0,0004 g/kWh

¹ alle ÖKO und OK POWER Produkte

² MIX STROM Produkte, Branchen und Industriekunden

Spezifische Verbräuche der einzelnen Gebäude in 2020:

Objekt (Verwaltungsgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m ²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m ²]	Wasser [l/Nutzer u. Jahr]
LRA - AL 77	56	71	4.906
LRA - AL 75	211 (Wärme) 34 (Kälte)	109	8.316
LRA - GL 1-3	74	52	7.418
Objekt (Schulgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m ²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m ²]	Wasser [l/Nutzer u. Jahr]
BSZ FN Hauptgebäude	70	24	941
BSZ FN Erweiterungsbau	54	29	--
BSZ FN Werkstatt	81	18	--
BSZ Überlingen Constantin-Vanotti-Schule	91	24	1.413
BSZ ÜB Justus-von-Liebig-Schule	118	31	1.385
BSZ ÜB Jörn-Zürn-Gewerbeschule	55	25	1.003
BSZ ÜB Werkstatt	40	7	--
Bildungszentrum Markdorf Schulgebäude	62	14	1.294
Elektronikschule Tettngang	46	23	1.124
Hotel- und Gaststättenschule (nur Schulgebäude)	67	16	789
Pestalozzischule	57	9	1.243
Objekt (Sporthallen)	Wärme/Kälte [kWh/m ²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m ²]	Wasser [l/m ²]
BSZ-FN Sporthalle	93	16	141
BSZ Überlingen Sporthalle	72	26	62
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 1	43	16	22
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 2	66	24	113

Energie- und Wasserversorgungskosten 2020 (in Euro)

Objekt	Wärme/Kälte	Betriebs- Licht- /Kraftstrom	Wasser
Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77	24.834 €	115.708 €	6.165 €
Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75	125.131 €	110.111 €	12.115 €
Verwaltungsgebäude Glärnischstr.	35.551 €	82.215 €	11.921 €
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	90.884 €	116.753 €	11.957 €
Berufsschulzentrum Friedrichshafen Sportplatz	---	---	2.964 €
Berufsschulzentrum Überlingen	70.431 €	83.926 €	9.417 €
Bildungszentrum Markdorf	208.997 €	106.648 €	10.157 €
Elektronikschule Tettngang	16.497 €	37.989 €	3.532 €
Hotel- und Gaststättenschule Tettngang	11.549 €	14.988 €	1.582 €
Pestalozzischule Markdorf	7.522 €	7.384 €	993 €