



LANDRATSAMT
BODENSEEKREIS

Bau- und Liegenschaftsamt

ENERGIEBERICHT 2018



Energiebericht 2018

Impressum

Herausgegeben vom Landratsamt Bodenseekreis

Bearbeitet von

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

Bau- und Liegenschaftsamt

Stabsstelle Energie- und Klimaschutzmanagement

Glärnischstr. 1 - 3
88045 Friedrichshafen

dorothea.hose-groeneveld@bodenseekreis.de

Erstellt am: 01.09.2019, Datenlage bis 31.12.2018

Inhalt

1	Vorwort.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Der Maßstab Energie- und Klimaschutzkonzept Bodenseekreis.....	6
4	Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften.....	6
5	Energieverbräuche und Auswertung gesamt.....	7
5.1	Das Wetter 2018 im Bodenseekreis.....	7
5.2	Berechnungsgrundlagen.....	8
5.3	Umfang des Berichts.....	8
5.4	Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaften.....	9
5.5	Entwicklung und anteilige Verbräuche der Objekte.....	9
5.6	Verwendete Energieträger.....	13
5.7	Entstandene Emissionen.....	15
5.8	Energiekosten und Kostenentwicklung.....	17
6	Energieverbräuche und Auswertung der einzelnen Liegenschaften.....	19
6.1	Auswertung Verwaltungsgebäude.....	20
6.1.1	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77).....	24
6.1.2	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75).....	29
6.1.3	Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL).....	34
6.2	Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen.....	39
6.2.1	Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ-FN).....	43
6.2.2	Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ-ÜB).....	56
6.2.3	Bildungszentrum Markdorf (BZM).....	66
6.2.4	Elektronikschule Tettnang (EST).....	75
6.2.5	Hotel- und Gaststättenschule Tettnang (HoGa).....	79
6.2.6	Pestalozzischule Markdorf.....	84
7	Resümee.....	90
8	Ausblick.....	90
9	Abbildungsverzeichnis.....	92
10	Anhang.....	95

1 Vorwort

Die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre ist seit Beginn der Industrialisierung stark angestiegen, die daraus entstandene Klimakrise eine globale Herausforderung.

Auch im Bodenseekreis sind in den letzten Jahren die Folgen der Klimakrise deutlich zu spüren gewesen, späte Fröste, große Hitze, Trockenheit und Schädlinge wie der Borkenkäfer haben allein in den letzten drei Jahren zu finanziellen Verlusten geführt.

Die langfristigen Auswirkungen eines Anstiegs des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Atmosphäre werden immer deutlicher erkannt. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass weltweit die CO_{2eq}-Emissionen auf die Hälfte des heutigen Niveaus gesenkt werden müssen. Die Industrienationen müssen dazu einen überproportionalen Beitrag leisten.

Bei den UN-Klimakonferenzen in Paris und Marrakesch verabschiedeten 196 Staaten wegweisende Abkommen, um den von Menschen verursachten Einfluss auf das globale Ökosystem zu reduzieren. Trotz schwieriger weltpolitischer Lage lässt dies hoffen, dass künftig mehr Menschen das Klima besser schützen. Nur wenn zahlreiche Länder umdenken und weniger Energie sowie Ressourcen verbrauchen, können die Treibhausgasemissionen spürbar reduziert werden.

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.

Zwar kann ein Kreis nicht auf alle energieverbrauchenden und verkehrserzeugenden Sektoren im Kreisgebiet direkten Einfluss nehmen, er kann und muss jedoch seine Möglichkeiten nutzen, um die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Der Kreis 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.

Bestandsgebäude energetisch zu sanieren, energieeffiziente Neubauten zu errichten, erneuerbare Energien verstärkt einzusetzen und den Gebäudebetrieb zu optimieren sind wichtige Grundlagen und Voraussetzungen für die Umsetzung des kreiseigenen Energie- und Klimaschutzkonzepts. Die energetischen Verbesserungen der Gebäudehülle sowie die Verbesserungen in der Anlagentechnik tragen sowohl zum Klimaschutz als auch 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

Die Auswertung der erfassten Energiedaten der kreiseigenen Gebäude ergab, dass bei allen Verbrauchsarten weiterhin ein Einsparpotenzial vorhanden ist und dieses sowohl aus Kosten- wie auch aus Klimaschutzgründen weiterhin erschlossen werden sollte.

Wärme:

Absolut ist der Wärmeverbrauch um 2% zurückgegangen. Dieser Rückgang ist in dem warmen Jahr 2018 begründet. Witterungsbereinigt ist der Wärmeverbrauch jedoch um 10,6% und der Kälteverbrauch um knapp 76% angestiegen. Der starke Anstieg beim Kälteverbrauch ist auf den heißen Sommer zurückzuführen.

Strom:

Der Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften stieg – wie auch in den vergangenen Jahren – weiter an. Diese Entwicklung ist deutschlandweit zu sehen. Gründe hierfür sind der verstärkte Einsatz neuer Technologien, stromintensiver Gebäudetechnik sowie gestiegene Komfortansprüche. Allerdings ist der Anstieg um 1,6% sehr gering, dies liegt an dem vermehrten Einsatz von LED-Leuchtkörpern und Hocheffizienzpumpen.

Die positive Entwicklung bei der Stromerzeugung auf den Dächern der kreiseigenen Liegenschaften ist in 2018 vor allem auf das extrem sonnige Wetter und die damit hohen Werte bei der Stromerzeugung aus den Photovoltaikanlagen zurückzuführen.

Wasser:

Der Wasserverbrauch hat sich um 11% erhöht. Der erhöhte Wasserverbrauch entstand während der Sommermonate für die Außenanlagen und die Beregnung des Sportplatzes am Berufsschulzentrum Friedrichshafen.

Emissionen:

Die Emissionen sind im Strombereich zurückgegangen, im Wärmebereich sind sie angestiegen, insgesamt beträgt der Anstieg 5,2%.

Kosten:

Die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme, Kälte, Licht-/Kraftstrom und Wasser haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 11.068 Euro bzw. 0,8% erhöht. Dabei sind die Kosten für Wärme um 2,3% und für Wasser um 2,6% zurückgegangen, für die Licht-/Kraftstromversorgung sind sie um 3,5% gestiegen.

Prioritätenliste:

- Dezentralisierung der Warmwasserversorgungen,
- Erweiterung der Eigenstromerzeugung mit Photovoltaikanlagen,
- dauerhaft 100% Ökostrombezug für alle Liegenschaften.

Empfehlungen:

- Das Energiemanagement sollte fest installiert und die personellen Ressourcen dafür bereitgestellt werden. Ein kontinuierlich fortgeführtes Energiemanagement ist dauerhaft notwendig, um die bisherigen Einsparungen zu sichern und weitere Einsparpotenziale zu erschließen.

- Für alle kreiseigenen Liegenschaften sollten Maßnahmen ergriffen werden, um die Zubauraten von Photovoltaikanlagen zu erhöhen. Der tagsüber erzeugte Strom kann direkt in den Liegenschaften genutzt werden, die Energiekosten und die CO₂-Emissionen lassen sich hierdurch reduzieren. Der verbleibende Energiebedarf sollte zu 100% aus Erneuerbaren Quellen stammen (Zertifizierter Ökostrom).
- In allen Liegenschaften sollte das Warmwasser dezentral bereitgestellt werden, die Heizungsanlagen können dann in den Sommermonaten komplett abgeschaltet werden. Mit dieser Maßnahme lassen sich die Heizkosten auf Dauer reduzieren.
- Bei allen Sanierungen der Heizungsanlagen sollten zur Effizienzsteigerung BHKWs zum Einsatz kommen und zur Grundlastversorgung ein deutlich höherer Einsatz Erneuerbarer Energien verwendet werden.
- Auch zukünftig ist mit trockenen und heißen Sommern zu rechnen. Um den Trinkwasserverbrauch zur Beregnung der Außenanlagen so gering wie möglich zu halten, sollte an allen Liegenschaften die Ableitung des Regenwassers in Auffangbecken geprüft werden.

Klimaschutzziele:

Die kreiseigenen Klimaschutzziele lassen sich im Gebäudebereich nur durch einen vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien und einer deutlichen Verringerung der gesamten Energieverbräuche erzielen. Hierzu müssen sowohl die energetische Qualität der Gebäude als auch die Qualität der technischen Gebäudeausrüstung verbessert werden.

3 Der Maßstab Energie- und Klimaschutzkonzept Bodenseekreis

Der Bodenseekreis hat ein Energie- und Klimaschutzkonzept entwickelt, verabschiedet und im April 2015 veröffentlicht. Das Hauptziel des Energie- und Klimaschutzkonzeptes ist die Reduzierung der CO_{2eq}-Emissionen um

- > 40% (Bezugsjahr 1990) bis 2020
- > 80% bis 95% (Bezugsjahr 1990) bis 2050.

Im Einzelnen bedeutet dies, den jetzigen Energiebedarf deutlich zu reduzieren und den Anteil erneuerbarer Energien deutlich zu erhöhen.

Der Kreistag hat sich hierzu folgende Ziele gesetzt:

- Den Anteil regenerativer Stromerzeugung auf > 35% bis 2020 zu erhöhen und
- den Anteil regenerativer Wärmeerzeugung auf > 20% bis 2020 zu erhöhen.

Bis 2050 soll

- die Reduzierung des Energieverbrauchs > 50% (Bezugsjahr 2008) und
- die Erhöhung der regenerativen Stromerzeugung > 80% erzielt werden.

Die Ziele des Energie- und Klimaschutzkonzeptes können 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,
- das Unterschreiten des gesetzlichen Baustandards bei eigenen Gebäuden um bis zu 30% bis 2018 (Ziel eea),
- die Errichtung von Photovoltaikanlagen zum Eigenstromverbrauch.

4 Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften

Ziele des Energiemanagements sind die Minimierung des Energieverbrauchs und der dadurch bedingten Umweltbelastungen sowie der Verbrauchskosten. Durch ein effizientes Energiemanagement können in den kreiseigenen Liegenschaften Einsparungen bei Energie- und Wasserverbrauch erzielt werden. Auf Störungen und Defekte kann zeitnah reagiert und so 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 großen kreiseigenen Liegenschaften,
- Initiierung von Energiesparmaßnahmen,
- optimierte Betriebsführung von Heizungsanlagen,
- 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 Nutzer etc.,

- 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.

Bei Sanierungen hat sich der Kreis das Ziel gesetzt, die Anforderungen der geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV ab 2016¹) um 30 Prozent zu unterschreiten. Positiver Effekt hiervon ist, dass teilweise auf den Einbau von zusätzlicher Anlagentechnik zur Einhaltung des EEWärmeG aufgrund der baulichen besseren Hülle verzichtet werden konnte, da dies im Sinne des Gesetzes als „Ersatzmaßnahme“ gilt.

5 Energieverbräuche und 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 2018 im Bodenseekreis

2018 war ein außergewöhnliches Wetterjahr mit vielen Rekorden. Deutschlandweit war es das wärmste und trockenste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen, ebenso in Baden-Württemberg.

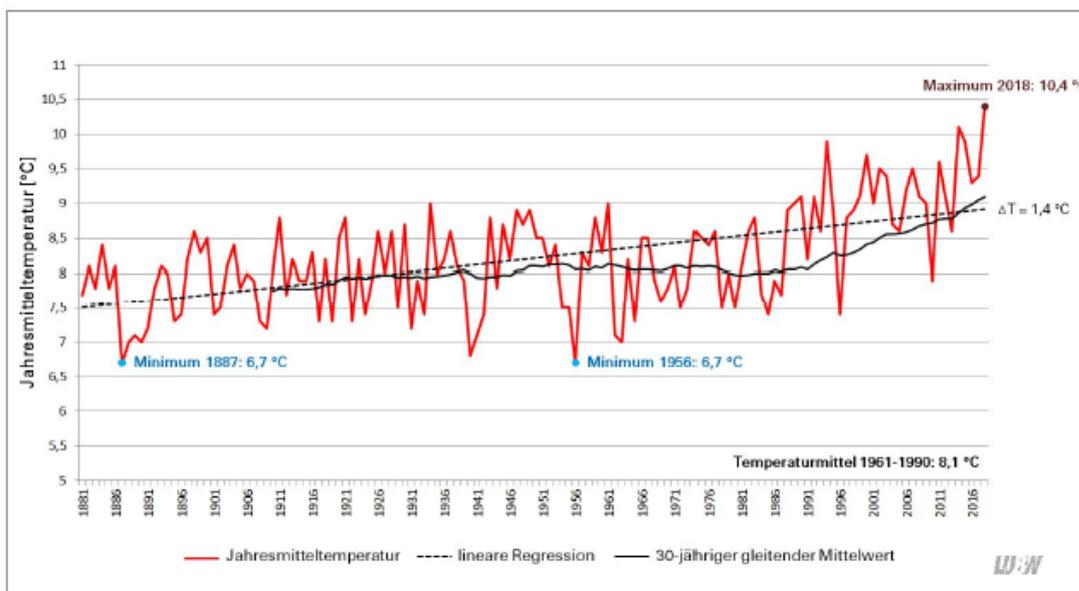


Abbildung 1 Jahresmitteltemperatur seit 1881 in Baden-Württemberg²

¹ "Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung" vom 18. November 2013

²https://www.ke-a-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler_Klimaschutz/Wissensportal/Klimaanpassung/zu_warm_zu_heiss_zu_trocken.pdf

Die Jahresmitteltemperatur hat 2018 mit 10,4°C in Baden-Württemberg einen neuen Höchstwert seit Beginn der Aufzeichnungen 1881 erreicht. Seit 1881 ist sie damit um 1,4°C angestiegen. Niederschlag fiel zu wenig, nur 745 l/m² und die Sonne schien über 2005 Stunden.³ Im Bodenseekreis hatten wir nach einem milden Januar einen deutlich kälteren Februar. Dies zeigte sich am Wärmeverbrauch in allen Liegenschaften. Es folgte ein sehr warmes und trockenes Frühjahr, welches in einen heißen und trockenen Sommer überging. Bis in den November hatten wir überdurchschnittlich hohe Temperaturen. Die Trockenheit hatte zur Folge, dass ab Mai der Sportplatz am Berufsschulzentrum bewässert werden musste und weniger Regenwasser für die Toilettenspülungen im Berufsschulzentrum Überlingen und der Hotel- und Gaststättenschule Tettnang genutzt werden konnte. In allen Liegenschaften mussten die Bepflanzungen und Grünanlagen mit Trinkwasser bewässert werden.

5.2 Berechnungsgrundlagen

Die nachfolgenden Zahlen und Tabellen wurden vom Bau- und Liegenschaftsamt zusammengestellt. Sie werden auch in den Berichten zum *European Energy Award* (eea) und dem *Leitstern Energieeffizienz* verwendet.

Neben der Energieeinsparung ist insbesondere die Verringerung der CO_{2eq}-Emissionen ein wichtiges Handlungsziel im Gebäudebereich. Die Emissionsberechnungen für den Strom wurden auf Grundlage des veröffentlichten Wertes des Stadtwerks am See und 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.⁴ 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 sowie auf Bereinigung kleinerer Fehler.

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 dann den einzelnen Liegenschaften ebenso wie die Schulen mit ihren Gesamt- und Einzelverbräuchen aufgeführt. Kreiseigene Asylunterkünfte und weitere angemietete Liegenschaften sind nicht mit aufgenommen worden, ihre Verbräuche sind in den dargestellten Zahlen deshalb nicht berücksichtigt. Bei der Kostendarstellung sind die tatsächlich gelieferten Energie- und Wassermengen abgebildet.

³

https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20181228_deutschlandwetter_jahr2018_news.html

⁴ Vgl. <http://www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren/>, letzter Zugriff 06.06.2019

5.4 Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaften

Seit 2017 werden auch die Verbräuche des Verwaltungsgebäudes Albrechtstr. 77 mit in der Auswertung berücksichtigt. Die Gesamtwerte bis 2016 können deshalb nur eingeschränkt mit den Werten ab 2017 verglichen werden. Die folgende Tabelle zeigt die absoluten Verbräuche aller Objekte und deren prozentuale Verteilung auf die verschiedenen Energieträger im Jahr 2018.

Übersicht Gesamtverbrauch für Wärme-, Licht-/Kraftstrom und Wasserversorgung 2018

		Verbräuche	Prozentuale Anteile
Energieträger Wärme	Heizöl	178.850 kWh	1,3%
	Erdgas	7.625.202 kWh	56,4%
	Regenerative	1.857.919 kWh	13,7%
Wärmeversorgung gesamt		9.661.971 kWh	71,5
Licht-/Kraftstromversorgung		3.859.788 kWh	28,5
Summe Energieversorgung		13.521.758 kWh	100%
Wasserversorgung		24.131 m³	

Energieverbräuche:

Der Gesamtenergieverbrauch hat insgesamt seit 2014 zugenommen. Seit 2017 sind die Energieverbräuche des Verwaltungsgebäudes Albrechtstr. 77 mit berücksichtigt, dies führt zu der Erhöhung ab 2017.

Im Vergleich zu 2017 ist der Energieverbrauch in 2018 insgesamt um 8% zurückgegangen. Absolut ist der Wärme-/Kälteverbrauch im Vergleich zum Vorjahr mit 1,08 Mio. kWh um 10% zurückgegangen unter Berücksichtigung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche (siehe Abbildung 2) jedoch um 10% angestiegen.

Der Stromverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr leicht um 1,6% erhöht.

5.5 Entwicklung und anteilige Verbräuche der Objekte

Im Folgenden werden die Entwicklung der unterschiedlichen Verbräuche ausgewählter Liegenschaften sowie ihre spezifischen Verbräuche in 2018 dargestellt.

Die Entwicklung der kumulierten witterungsbereinigten Wärme-/Kälte- und der Stromverbräuche aller Objekte zeigt die folgende Grafik:

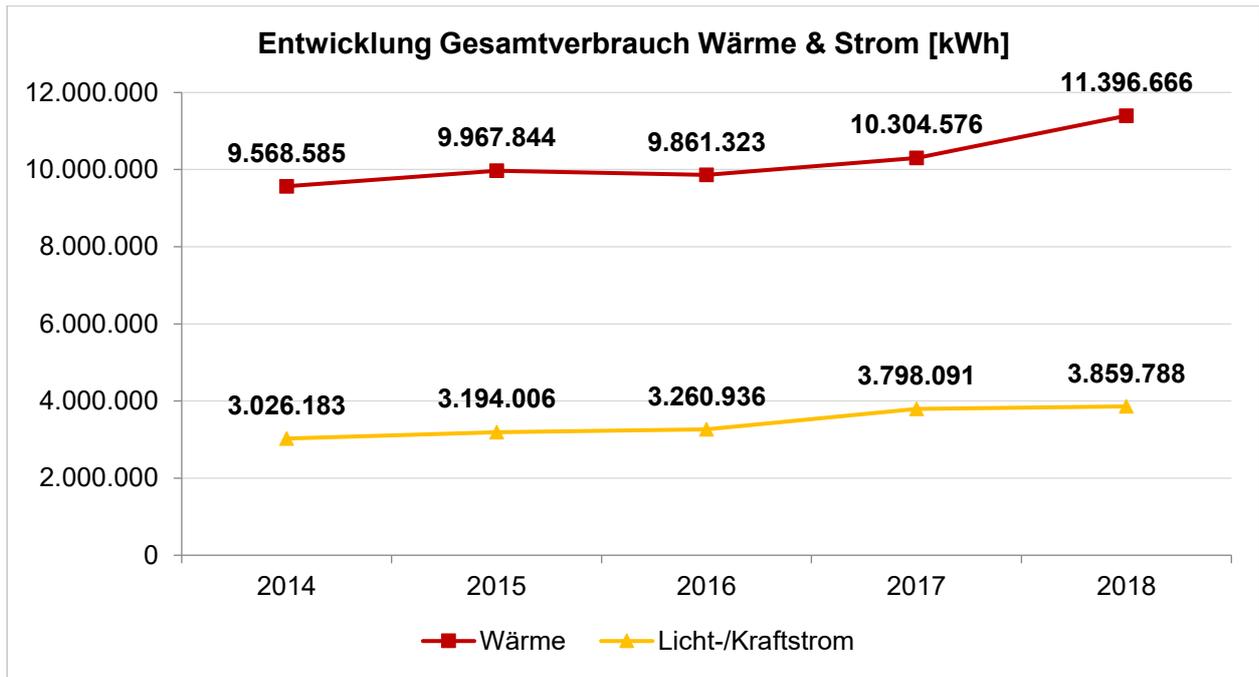


Abbildung 2 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche der Liegenschaften

Mit Ausnahme des Bildungszentrum Markdorf ist in allen großen Liegenschaften der Wärmeverbrauch angestiegen.

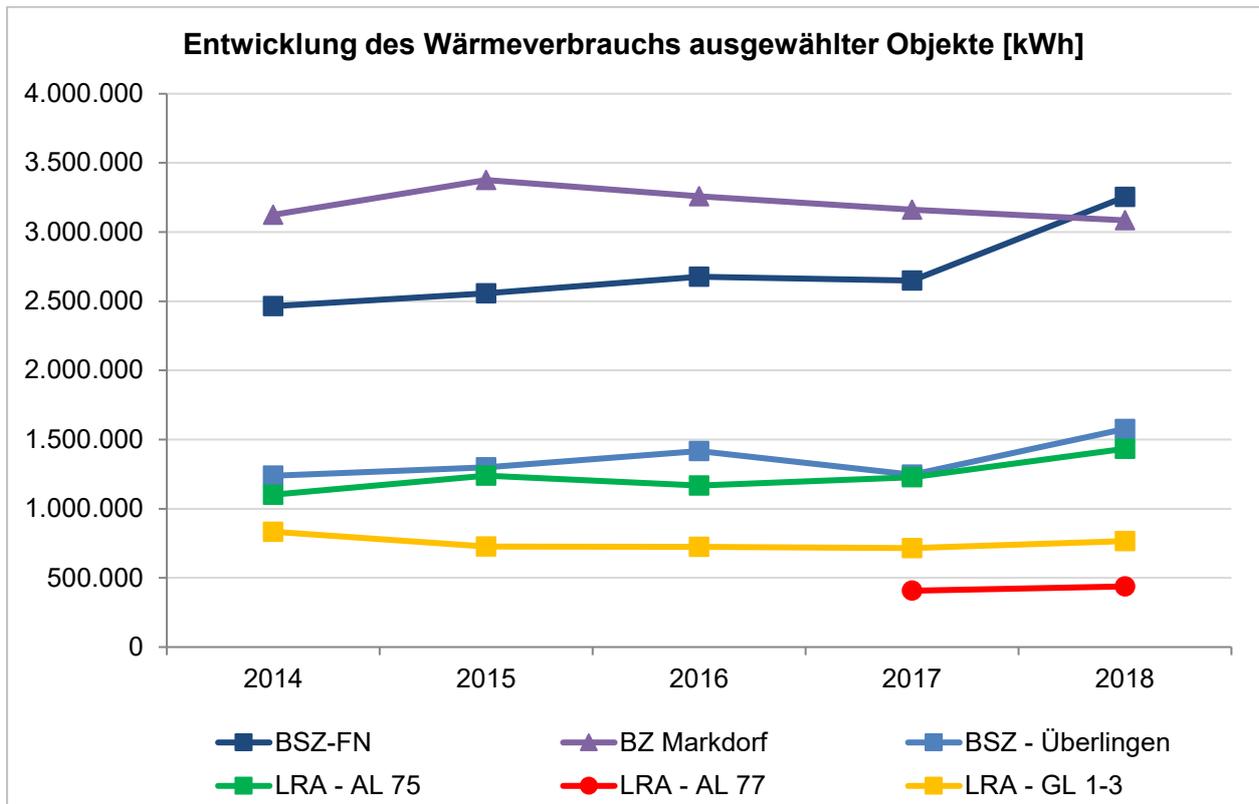


Abbildung 3 Entwicklung des Wärmeverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 - 2018

Der Stromverbrauch ist insgesamt nur um 1,6% angestiegen. Im Vergleich der Liegenschaften zeigt sich, dass der Verbrauch teilweise gesunken und teilweise angestiegen ist.

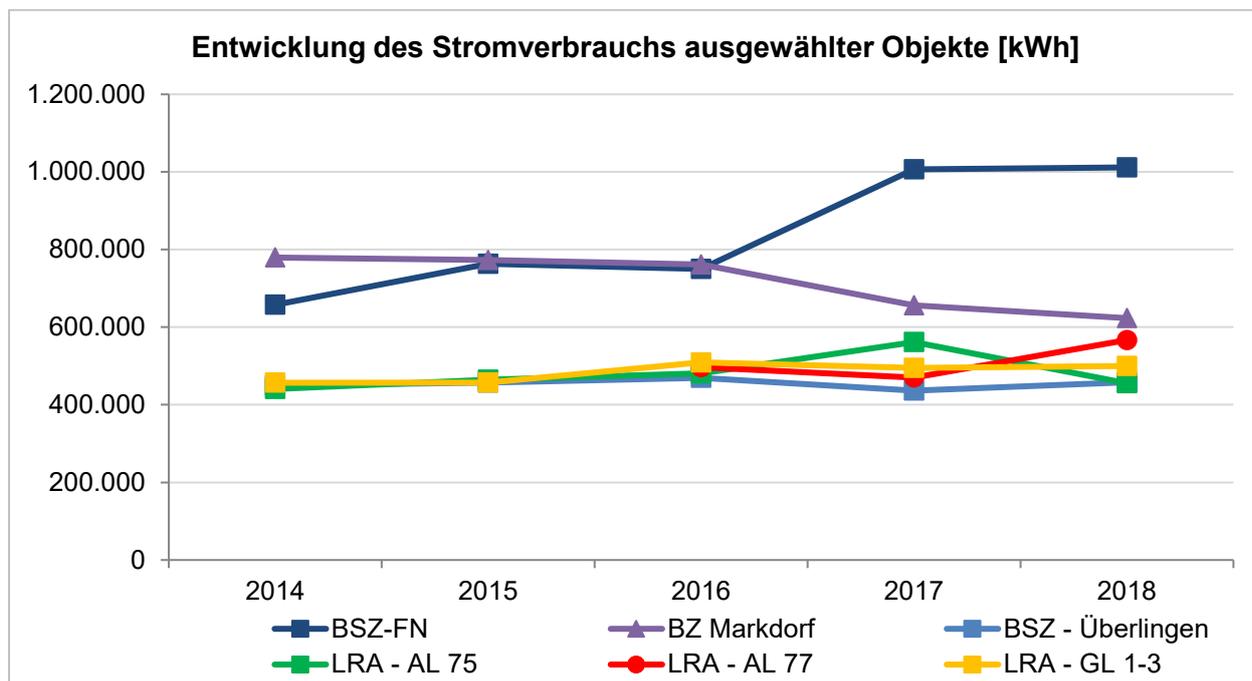


Abbildung 4 Entwicklung des Stromverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 - 2018

Spezifische Verbräuche der Objekte im Jahr 2018:

Die spezifischen Verbräuche der Liegenschaften sind sehr unterschiedlich. Sie sind zum einen auf die unterschiedliche Nutzung und zum anderen auf die energetische Qualität der einzelnen Liegenschaften zurückzuführen. Die folgende Grafik zeigt vergleichend die Wärme-/Kälte- und Stromverbräuche pro Quadratmeter in den Liegenschaften. Die Sporthallen sind aufgrund ihrer speziellen Nutzung in dieser Auswertung nicht berücksichtigt, ihre Verbrauchswerte finden sich in Abbildung 49 Seite 42 und im Anhang.

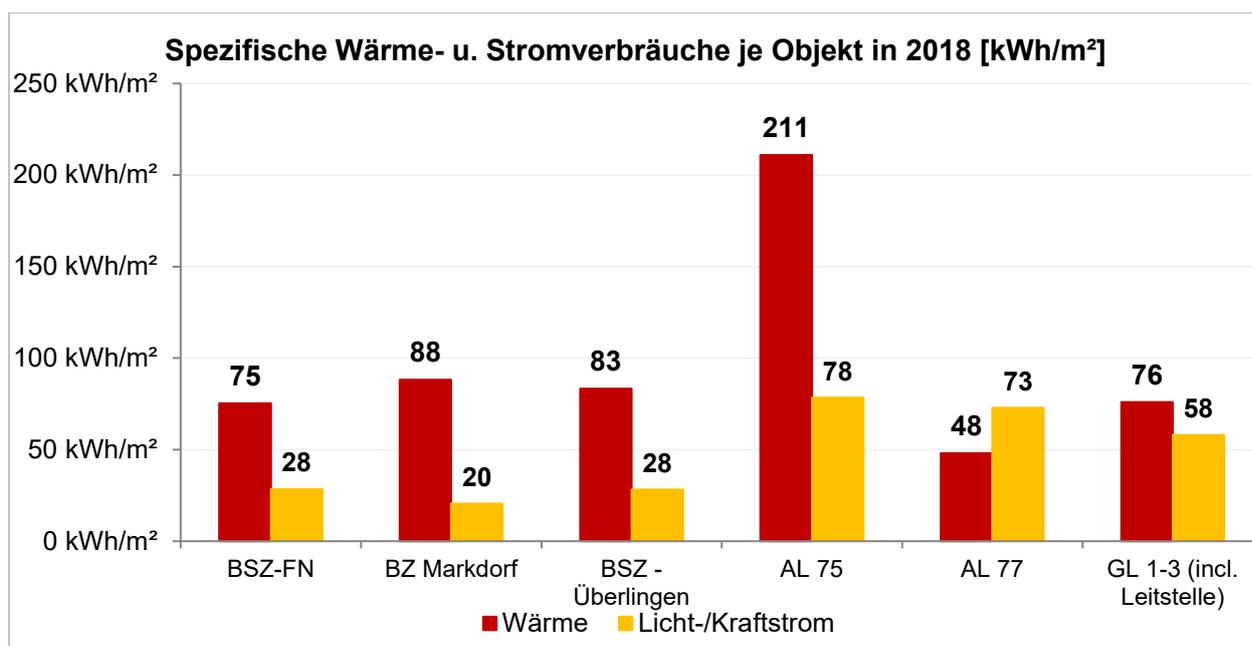


Abbildung 5 Spezifische Wärme und Stromverbräuche der kreiseigenen Liegenschaften (ohne Sporthallen)

Die sehr hohen spezifischen Verbräuche im Gebäude AL 75 sind auf die sehr schlechte Gebäudehülle und die Vollklimatisierung zurückzuführen. Die hohen spezifischen Stromverbräuche im Gebäude AL 77 sind in der Teilklimatisierung und der fehlenden LED-Beleuchtung begründet.

Wasserverbräuche:

Die Wasserverbräuche haben sich in Summe mit einem Plus von 2.575 m³ im Vergleich zum Vorjahr um 11% erhöht. Diese Erhöhung ist fast ausschließlich auf den Mehrverbrauch des Sportplatzes am Berufsschulzentrum Friedrichshafen zurückzuführen (siehe Abbildung 7). Der erhöhte Wasserbedarf der Außenanlagen wurde durch die Einsparungen in den Gebäuden kompensiert.

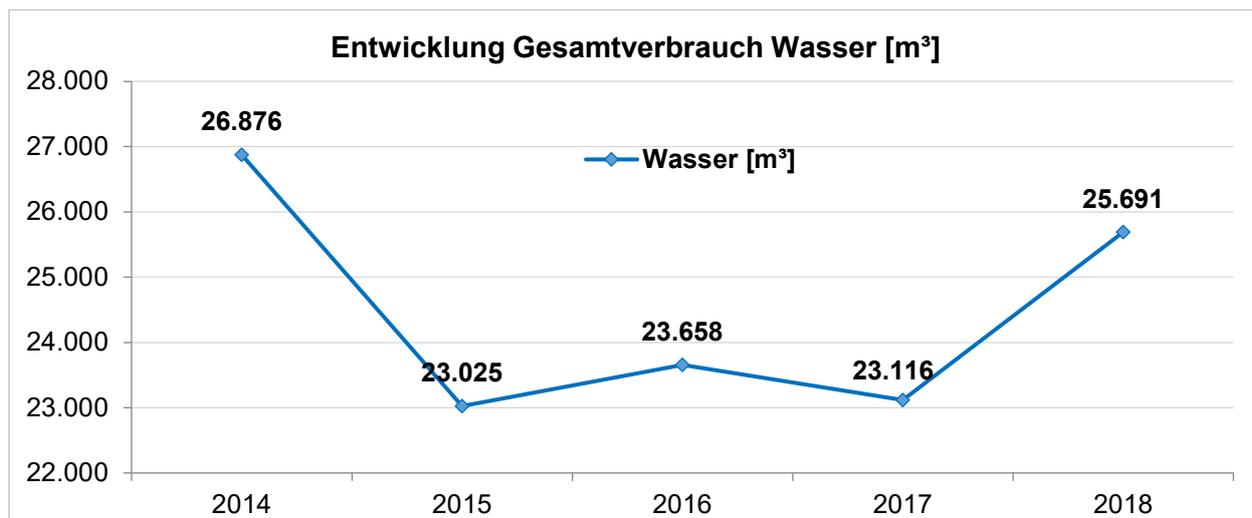


Abbildung 6 Entwicklung der Wasserverbräuche gesamt

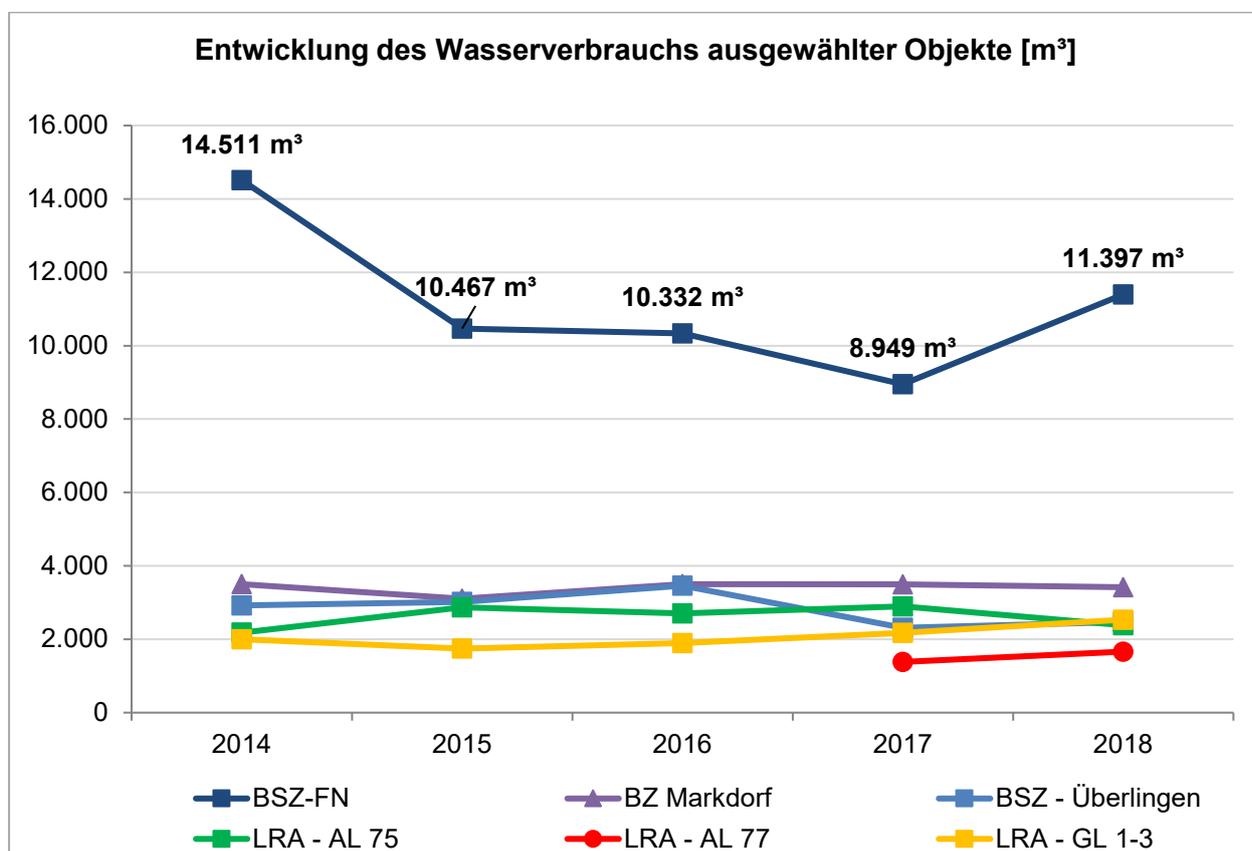


Abbildung 7 Entwicklung der Wasserverbräuche der großen Liegenschaften

Die spezifischen Wasserverbräuche in 2018 stellen sich folgendermaßen dar:

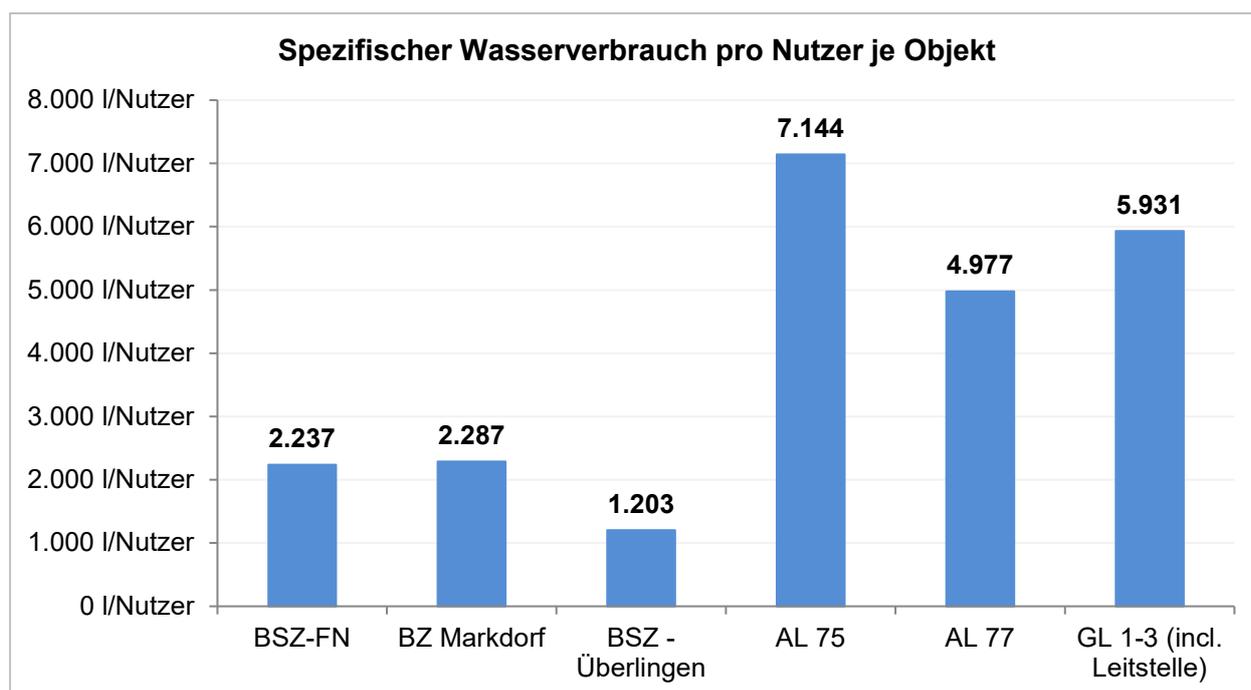


Abbildung 8 Spezifische Wasserverbräuche der Liegenschaften pro Nutzer (ohne Sporthallen)

Der sehr hohe spezifische Wasserverbrauch im Gebäude AL 75 ist im Wasserverbrauch für die Vollklimatisierung begründet.

5.6 Verwendete Energieträger

Wärme:

Die Wärme und ein ganz geringer Anteil Kälte wird mit fossilen und erneuerbaren Energien produziert. Fossile Energieträger sind Gas und Heizöl. Heizöl hat einen Anteil von 2,25% am Wärmeenergieverbrauch. Gas- und Heizölverbrauch haben sich im Vergleich zum Vorjahr verringert, der Gasverbrauch ist um 0,39%, der Heizölverbrauch um 13,45% gesunken.

Die Energieträger der regenerativen Energien sind Holz, Palmöl und Geothermie. Holz und Geothermie kommen im Berufsschulzentrum Friedrichshafen, Palmöl in den drei Verwaltungsgebäuden zum Einsatz.

Der Anteil der erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung lag 2018 mit 1.857.919 kWh bei 19,23% und hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 2% verringert. Die Reduktion liegt am geringeren Einsatz von Holzhackschnitzeln im Berufsschulzentrum Friedrichshafen.

Verwendete Energieträger					
Jahr	Erdgas	Heizöl	Holz	Palmöl	Geothermie
2018	7.625.202 kWh	178.850 kWh	1.321.152 kWh	350.527 kWh	186.240 kWh
2017	7.655.107 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 folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung der eingesetzten fossilen und regenerativen Energieträger in Summe sowie die Anteile der regenerativen Energien.

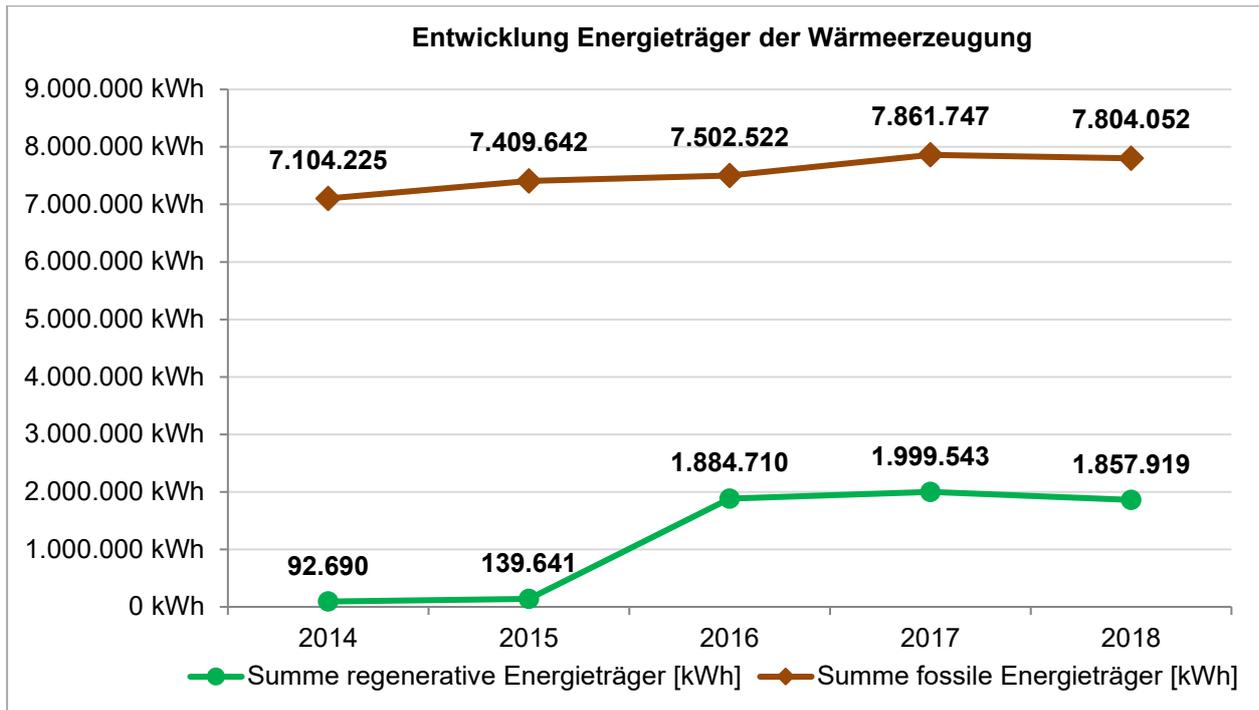


Abbildung 9 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Die Entwicklung der regenerativen Energieträger ist sehr unterschiedlich: Das BHKW im Landratsamt lief erst in 2018 wieder einige Monate, wegen verschiedener Defekte ist es in 2016 und 2017 nicht nennenswert in Betrieb gewesen. Insgesamt sind im Berufsschulzentrum die Verbräuche für Wärme absolut zurückgegangen, damit reduziert sich auch der Einsatz der Holzhackschnitzel zur Wärmeerzeugung. Durch die regelungstechnische Optimierung der Wärmepumpe im BSZ-FN konnte die Wärmeerzeugung (und geringe Kälteerzeugung) weiterhin erhöht werden.

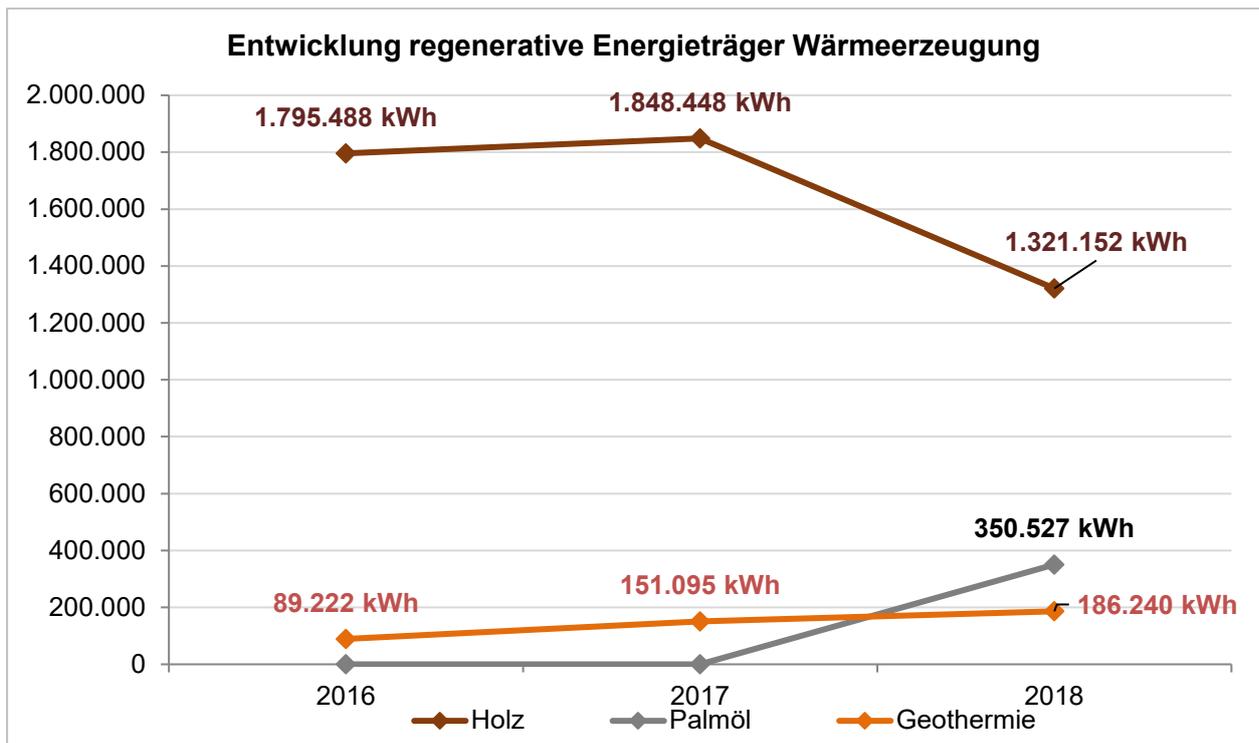


Abbildung 10 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeversorgung von 2016 - 2018

Der Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen (zertifizierter Ökostrom) am Gesamtstromverbrauch lag 2018 mit 3.859.788 kWh bei 95%.

2018 wurden auf den Dachflächen der kreiseigenen Liegenschaften insgesamt 520.909 kWh Strom aus Photovoltaikanlagen erzeugt, 440.000 kWh davon auf dem Dach des BSZ in Friedrichshafen. Die kreiseigenen Photovoltaikanlagen haben insgesamt 80.909 kWh Strom eingespeist, der mit 49.860 Euro vergütet wurde. Im Einzelnen sind 4.163 kWh auf dem Dach der HoGa in Tettang, 47.662 kWh auf der Tannenhagschule und 29.084 kWh auf der Pestalozzischule in Markdorf erzeugt worden. In Relation zu den Verbräuchen der Licht-/Kraftstromversorgung der kreiseigenen Liegenschaften beträgt der eingespeiste Anteil 13,5% des Gesamtverbrauchs.

5.7 Entstandene Emissionen

Deutschlandweit wurden 2018 4,5% weniger Treibhausgase freigesetzt als im Vorjahr.⁵ Deutliche Emissionsrückgänge gab es bei der Energiewirtschaft und in den Haushalten. Im Gebäudebereich sind die Emissionen um 11,36% zurückgegangen. Gründe hierfür sind die außergewöhnliche Witterung in 2018 sowie der wachsende Anteil erneuerbarer Energien am Strommix.

Bei den kreiseigenen Liegenschaften sind die Emissionen in Summe um 102 t bzw. 5,2% angestiegen. Der Anstieg im Wärmebereich beträgt 14,9%, im Strombereich ist eine Reduktion von 76% zu verzeichnen.

Bei lokalem Strom des üblichen deutschen Strommix belaufen sich die CO_{2eq}-Emissionen 2018 auf 474 Gramm pro Kilowattstunde⁶, bei Ökostrom auf null Gramm pro Kilowattstunde⁷.

Das bedeutet, dass für die Stromversorgung der kreiseigenen Liegenschaften im Jahr 2018 insgesamt 1.734 Tonnen CO₂-Emissionen - im Vergleich zum deutschen Strommix - eingespart werden konnten.

Den folgenden Berechnungen zu den entstandenen Emissionen für die Versorgung der kreiseigenen Liegenschaften liegen beim Strom die Werte des Stromlieferanten – Stadtwerk am See – zugrunde. Im Wärmebereich stammen die Werte von der KEA (Holzhackschnitzel), von der EnBW (Palmöl) und für Gas sowie Heizöl sind die veröffentlichten Werte der KEA⁸ zugrunde gelegt.

⁵ Siehe Anhang: Anlage Treibhausgasentwicklungen

⁶ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-10_cc_10-2019_strommix_2019.pdf, letzter Zugriff 18.07.2019

⁷ 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. (Quelle: S.o. S. 13)

⁸ <http://www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren/>, letzter Zugriff 06.06.2019



In allen Liegenschaften ist der Strom in 2016, 2017 zu 91% und 2018 zu 95% aus Ökostrom geliefert worden. Hierdurch erklärt sich der starke Rückgang der CO_{2eq}-Emissionen beim Stromverbrauch seit 2016. Der gelieferte Strom aus Erneuerbaren Energien stammt aus Wasserkraft. Gemäß Ausschreibung muss der gelieferte Strom nachweislich zu mindestens 30% aus Erneuerbaren Energien stammen. 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.

Im folgenden Schaubild werden die durch den Energieverbrauch entstandenen Emissionen und ihre Entwicklung im Zeitraum 2014 – 2018 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.

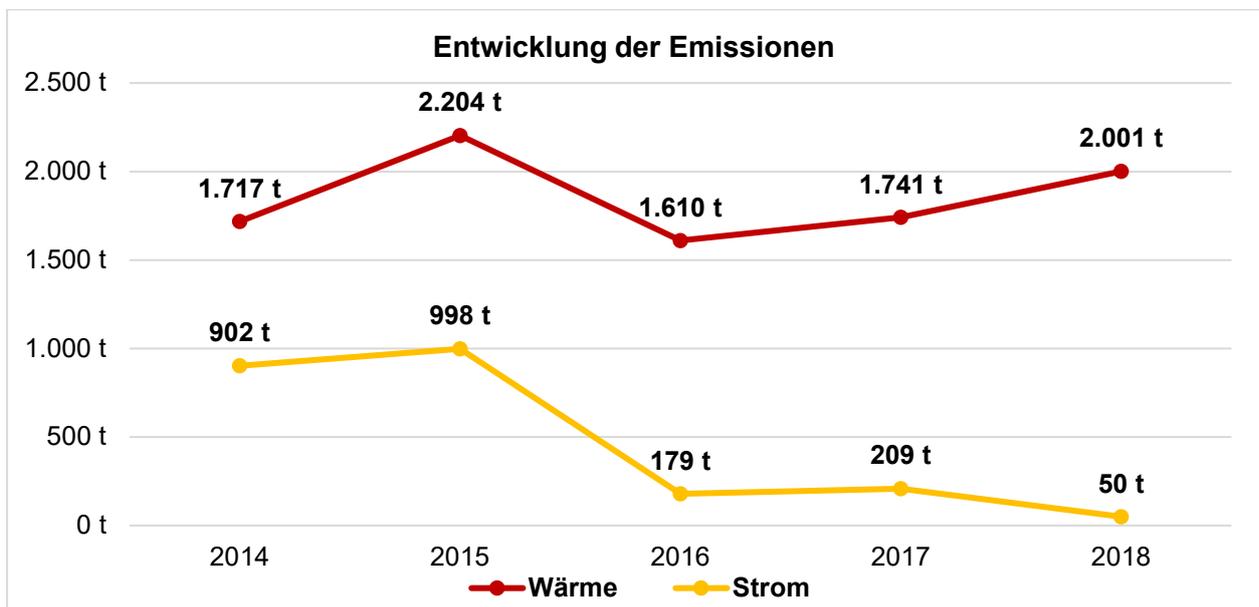


Abbildung 11 Entwicklung der Emissionen aus dem verbrauchten Energiebedarf von 2014 – 2018

Der Anstieg bei den Emissionen, die bei der Wärmeversorgung entstehen, ist auf den verminderten Einsatz von Biomasse und dem vermehrten Einsatz fossiler Energien in der Heizzentrale im Berufsschulzentrum Friedrichshafen zurückzuführen.

Die weitere Reduktion der Emissionen aus dem Strombereich sind in dem erhöhten Anteil von Ökostrom begründet. In 2014 und 2015 betrug der Ökostromanteil lediglich 30%.

5.8 Energiekosten und Kostenentwicklung

Die gesamten Aufwendungen für Energie und Wasser der dargestellten Liegenschaften bewegen sich seit 2014 im Bereich von 1,26 bis 1,45 Millionen Euro im Jahr 2018. Die reinen Energiekosten für Wärme haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 2,3% bzw. 13.367 Euro verringert.

Die Stromkosten sind um 4,2% angestiegen. Die Wasserkosten fallen in 2018 mit 96.264 Euro 2,6% geringer als im Jahr 2017 aus.

Kostenentwicklung über den Gesamtbestand

Jahr	Wärme-/Kälteversorgung [€]	Licht-/Kraftstrom [€]	Wasser/Abwasser [€]	Summe [€]
2018	557.815	802.724	96.246	1.456.759
2017	571.182	769.978	98.827	1.439.987
2016	516.209	631.888	99.208	1.247.305
2015	540.691	637.774	92.617	1.271.082
2014	483.406	667.481	106.659	1.257.546

Die Entwicklung der Gesamtkosten ist in der folgenden Grafik dargestellt. 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.

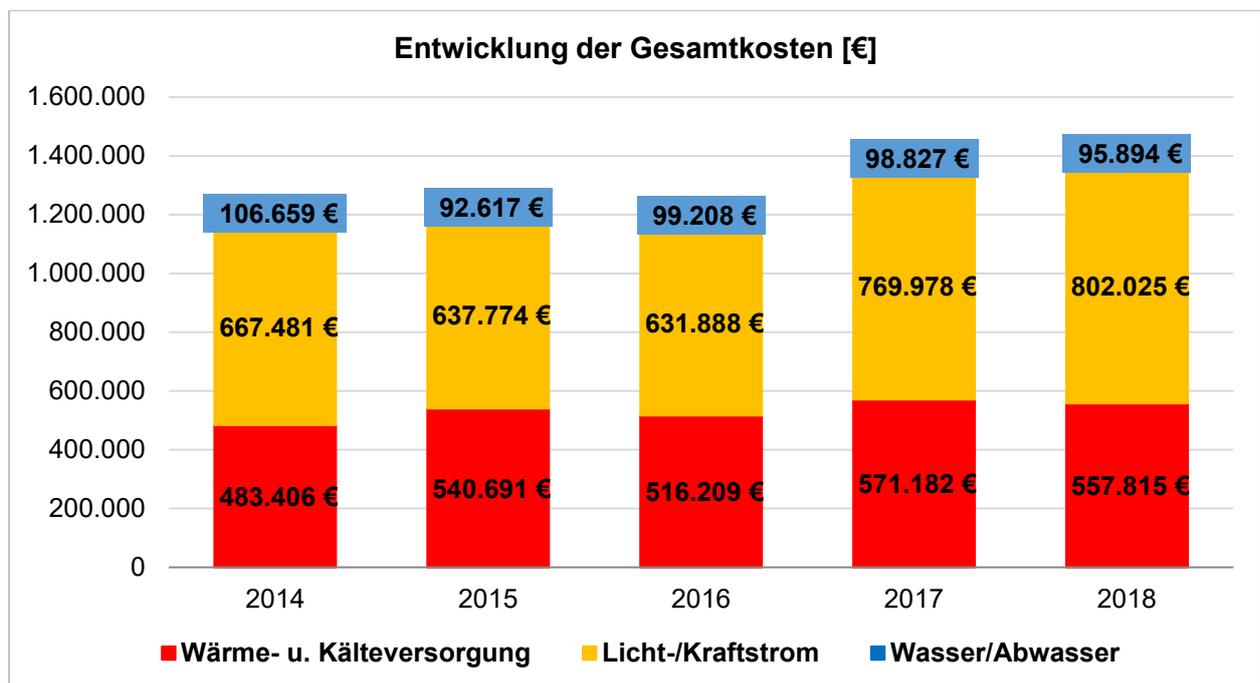


Abbildung 12 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser von 2013 - 2018

Die beiden folgenden Grafiken verdeutlichen, dass die Wärme am Gesamtenergieverbrauch 71% ausmacht, bei den Kosten jedoch nur 41% auf die Wärme und 59% auf den Licht-/Kraftstrom entfallen.

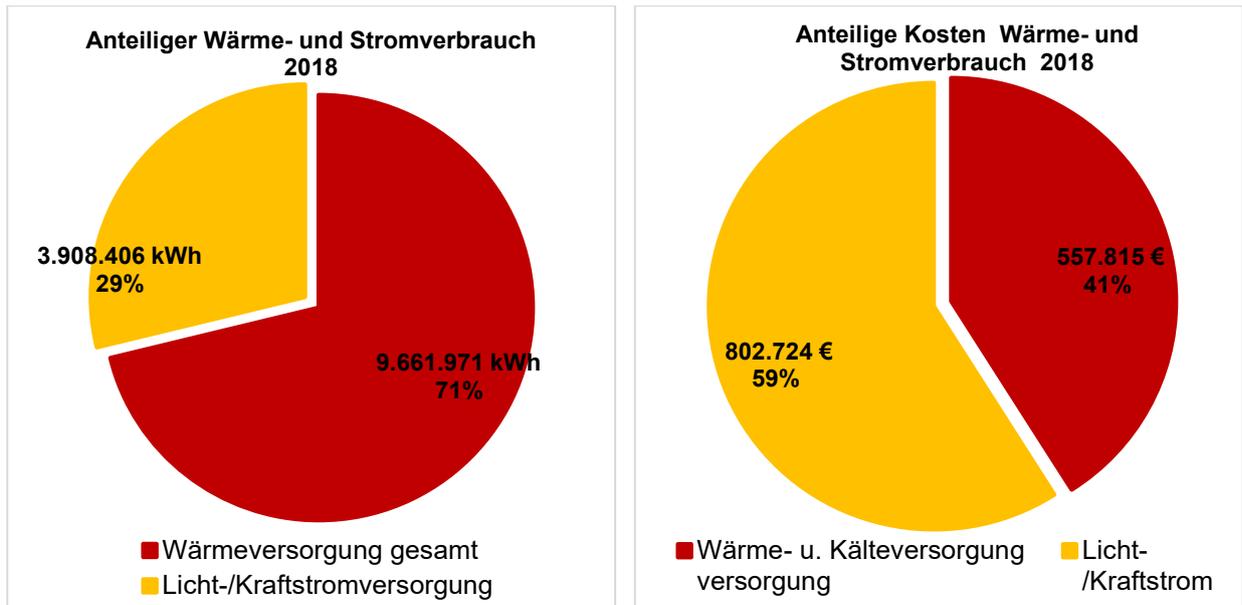


Abbildung 13 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom gesamt 2018
 Abbildung 14 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten gesamt 2018

Die jeweiligen Verbrauchskosten und ihr prozentualer Anteil an den Gesamtkosten in 2018 wird in folgender Grafik dargestellt:

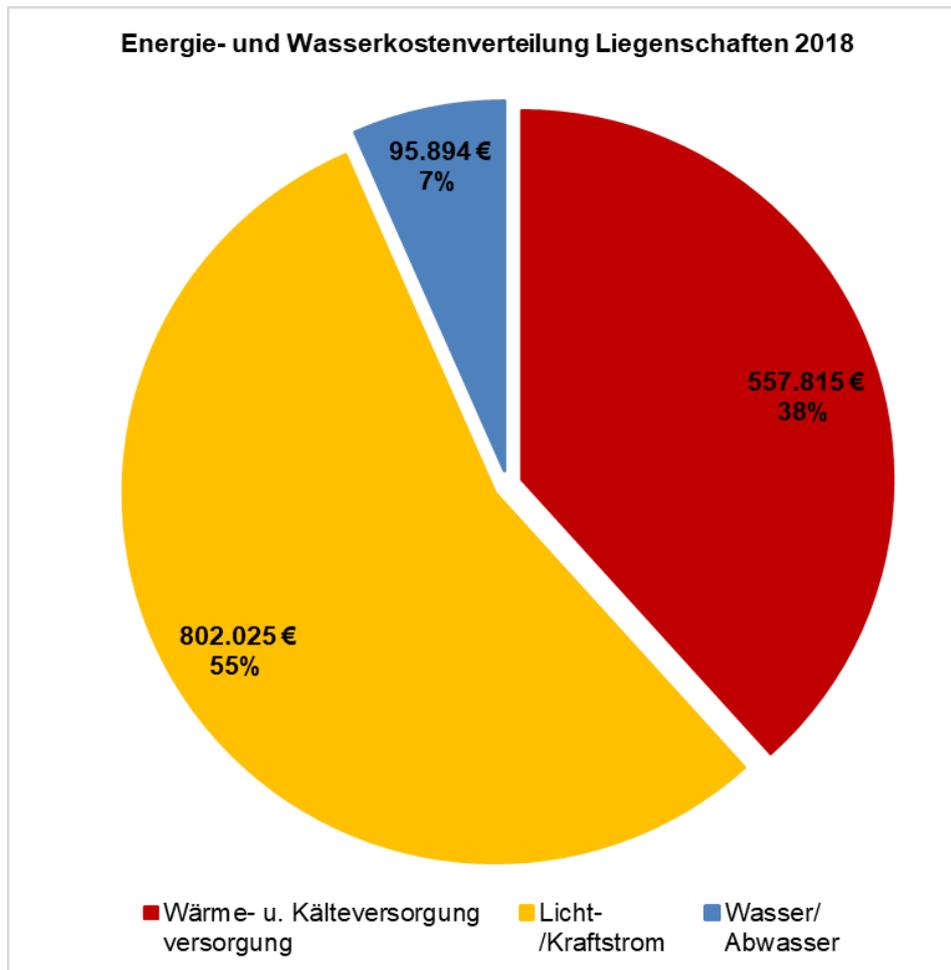


Abbildung 15 Prozentuale Verteilung der Verbrauchskosten gesamt 2018

6 Energieverbräuche und Auswertung der einzelnen Liegenschaften

Im Folgenden werden die einzelnen Liegenschaften mit ihren Verbräuchen und ihren Verbrauchsentwicklungen für den Zeitraum 2016 – 2018 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 bis 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 und 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 maßgeblich mit beeinflussen.

Die Angabe des Wasserverbrauchs pro Person bezieht sich auf die Schülerzahl bzw. die Mitarbeitenden im Landratsamt.

Bei den Kosten sind die Ausgaben dargestellt, die für die gelieferten Energie- und Wassermengen angefallen sind, inklusive den dazugehörigen Zählergebühren, Netzentgelten etc.

In den Kosten für den Wasserbezug sind seit 2018 - zur besseren Vergleichbarkeit der Liegenschaften untereinander - die Gebühren für Niederschlagswasser nicht mehr enthalten.

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.

6.1 Auswertung Verwaltungsgebäude

Energieverbräuche:

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2018 für die Wärme- und Kälteversorgung absolut 2.254.458 kWh benötigt. Witterungsbereinigt sind die Verbräuche für Wärme und Kälte angestiegen, der Kälteverbrauch um knapp 76% und der Wärmeverbrauch um knapp 4%.

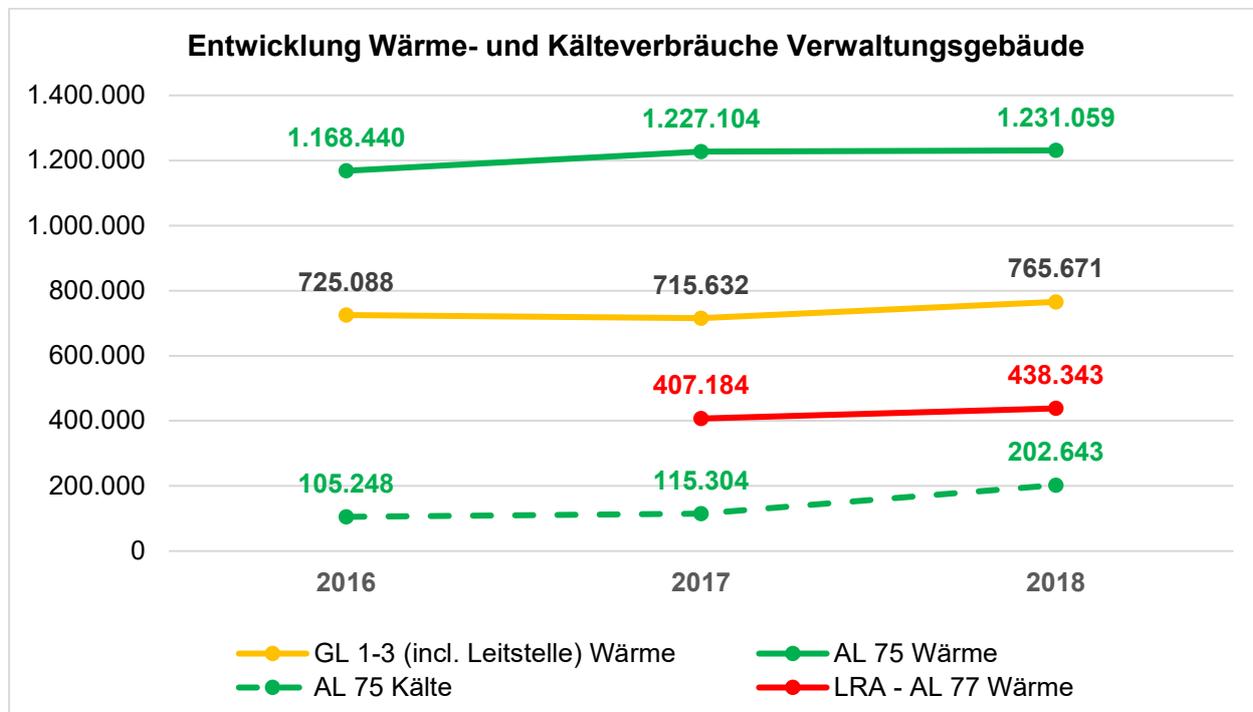


Abbildung 16 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche der Verwaltungsgebäude

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2018 für die Stromversorgung 1.621.921 kWh benötigt. Die Aufteilung Energieverbräuche ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

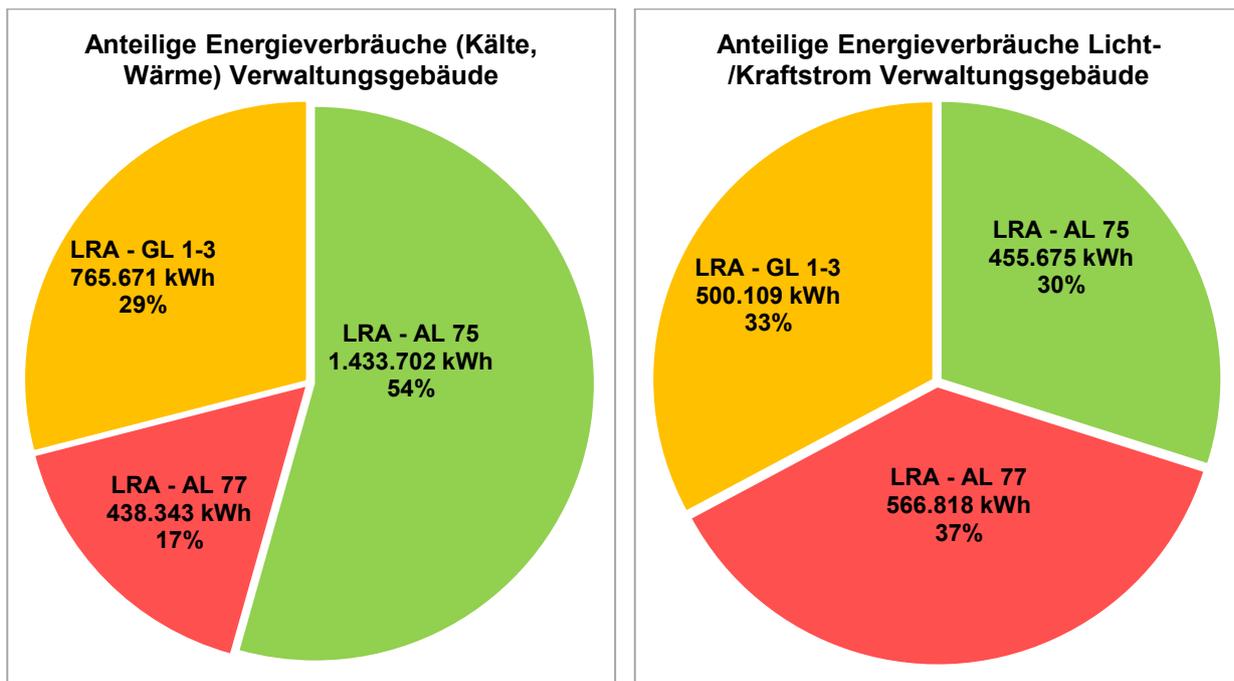


Abbildung 17 Verteilung der Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) der Verwaltungsgebäude in 2018
 Abbildung 18 Verteilung der Stromverbräuche (Allgemeinstrom) der Verwaltungsgebäude in 2018

Der hohe Anteil für die Wärme- und Kälteversorgung in der AL 75 ist auf den sehr schlechten energetischen Zustand des Gebäudes zurückzuführen.

Beim Allgemeinstrom entfällt der größte Anteil auf das Verwaltungsgebäude AL 77. In diesem Gebäude ist noch keine LED-Beleuchtung vorhanden.

Bei getrennter Betrachtung der Stromentwicklung der letzten drei Jahren in den Bereichen Allgemein- und Betriebsstrom zeigt sich deutlich, dass der Anteil am Betriebsstrom in 2018 deutlich - um knapp 40% - angestiegen ist. Dies ist auf den sehr warmen Sommer 2018 zurückzuführen, er führte zu erhöhten Betriebsstromverbräuchen für die Kälteerzeugung in der AL 75 und die Teilklimatisierung in der AL 77.

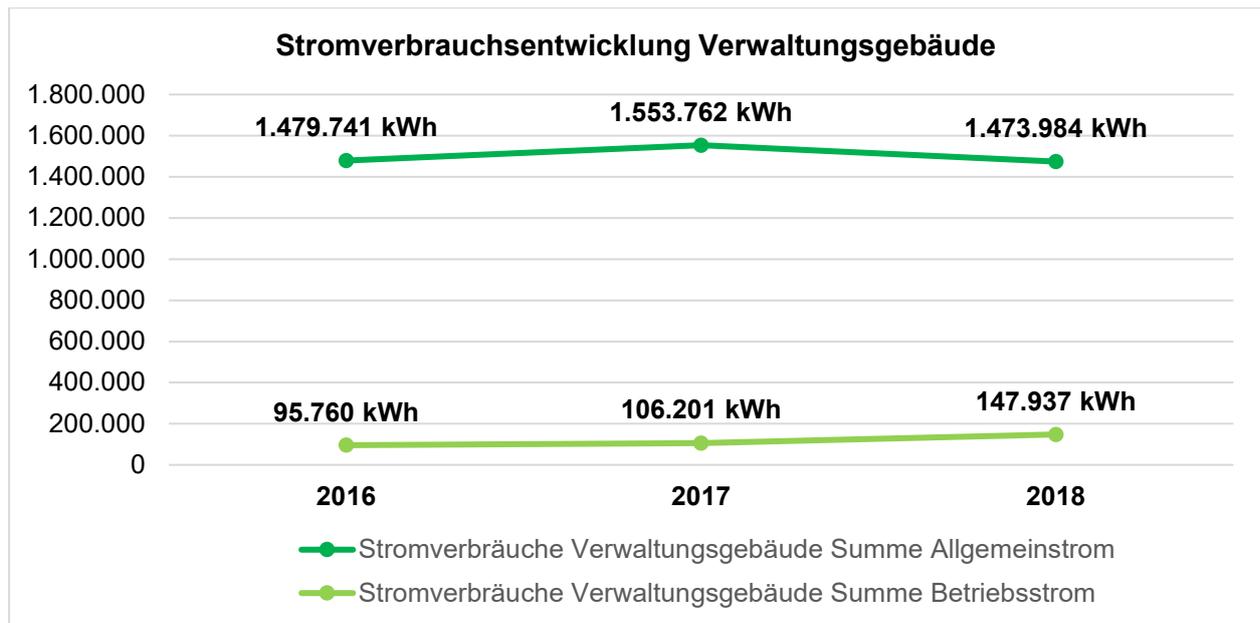


Abbildung 19 Entwicklung der Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche der Verwaltungsgebäude

Der größte Anteil des Betriebsstroms entfällt auf das Verwaltungsgebäude AL 75, in der folgenden Darstellung wird dies deutlich.

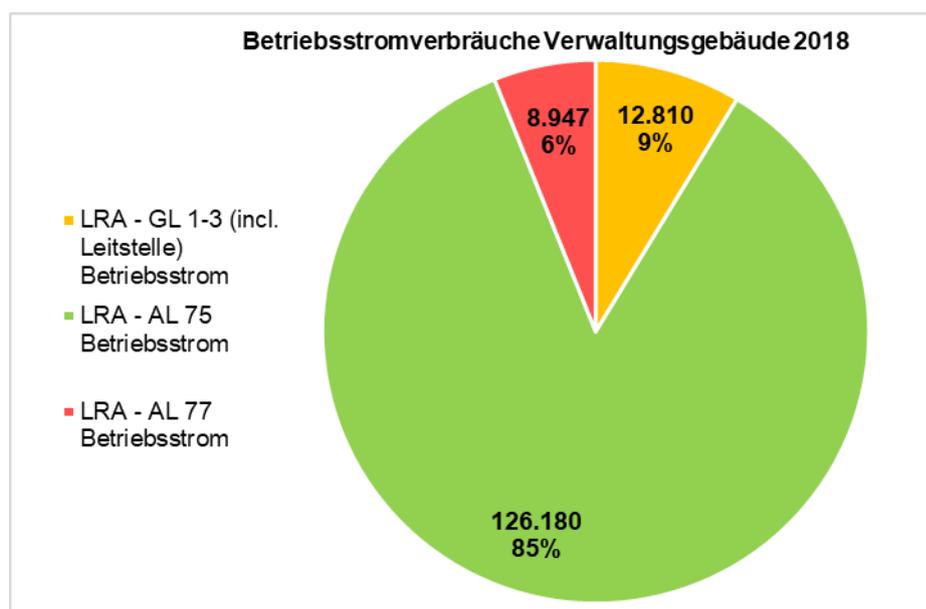


Abbildung 20 Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2018

Die spezifischen Verbräuche für die Gebäude sind sehr unterschiedlich, auch hier wird der energetische Standard der Gebäude deutlich. Da in der Glärnischstr. keine Klimatisierung vorhanden ist, ist hier der geringste spezifische Stromverbrauch zu verzeichnen, allerdings auch der geringste Benutzerkomfort, im Sommer werden zeitweise Büroinnentemperaturen von 30° Celsius erreicht.

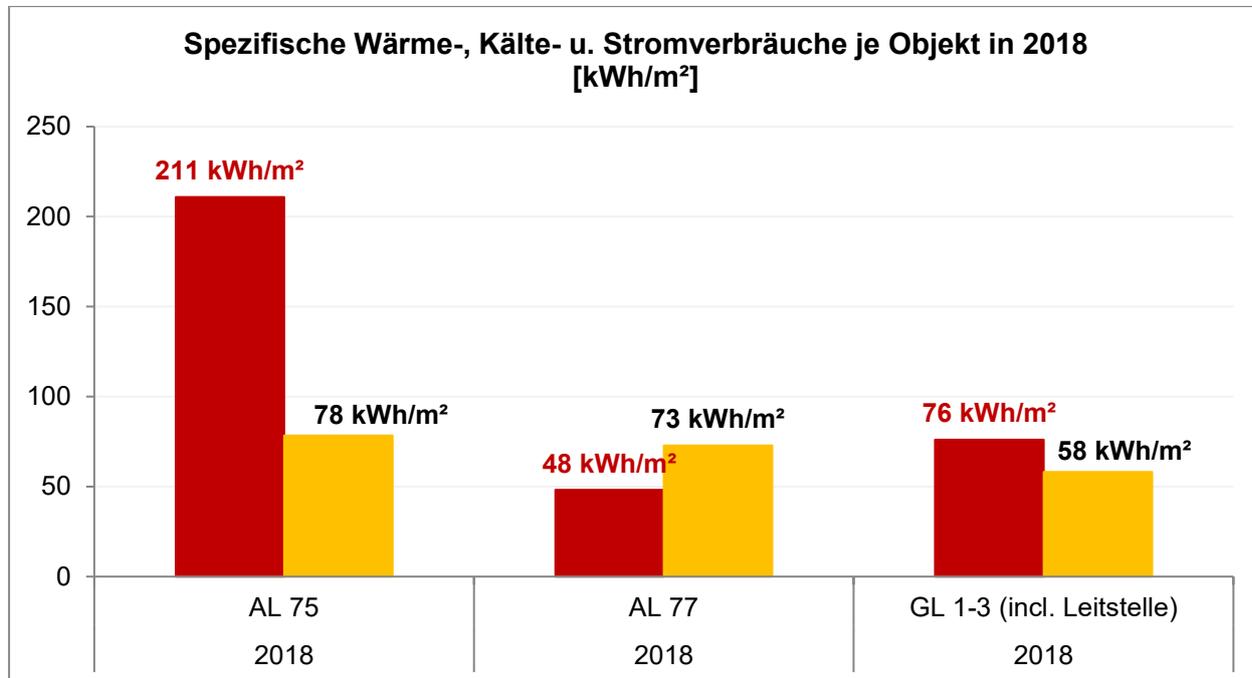


Abbildung 21 Spezifische Verbräuche der Verwaltungsgebäude in 2018

Das Gebäude AL 75 ist vollklimatisiert, dies begründet auch die hohen spezifischen Wasserverbräuche. Rund die Hälfte des Wasserverbrauches in der AL 75 wird für die Luftbefeuchtung benötigt. In der Glärnischstr. ist der Wasserverbrauch pro Nutzer um 25% höher als in der AL 77, da der Teich und die Grünanlagen mit Trinkwasser bewässert werden mussten.

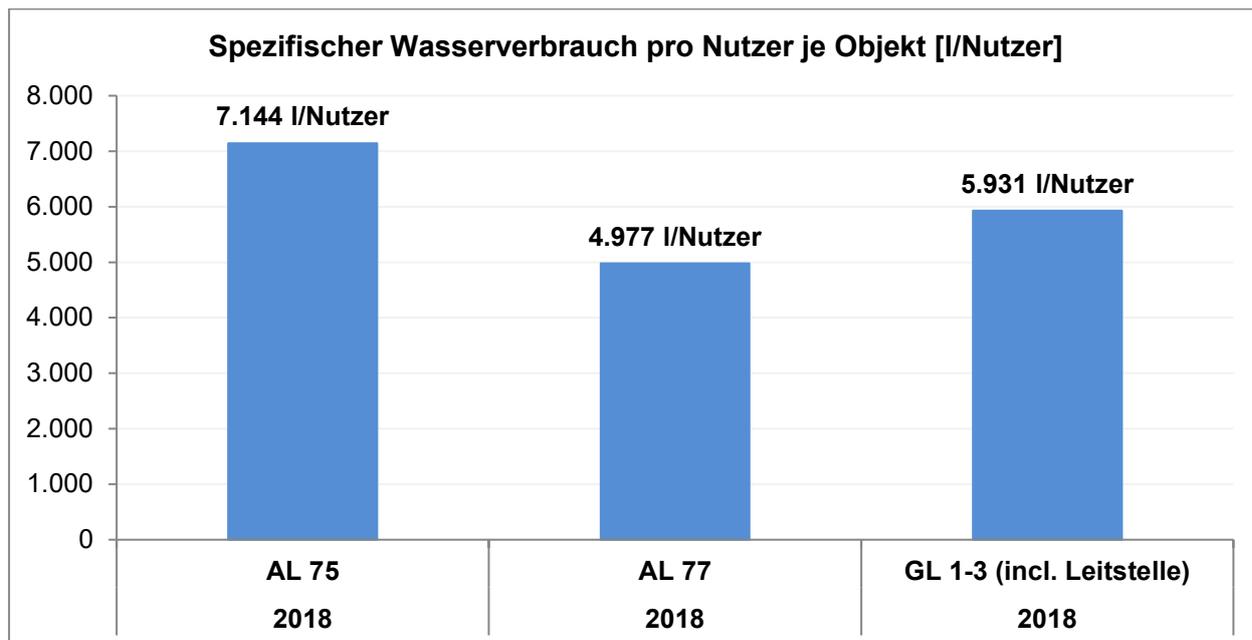


Abbildung 22 Spezifische Wasserverbräuche der Verwaltungsgebäude in 2018

Die hohen Wärme-, Kälte- und Stromverbräuche, sowie Wasserverbräuche im Gebäude AL 75, führen auch zu den höchsten Verbrauchskosten für dieses Gebäude.

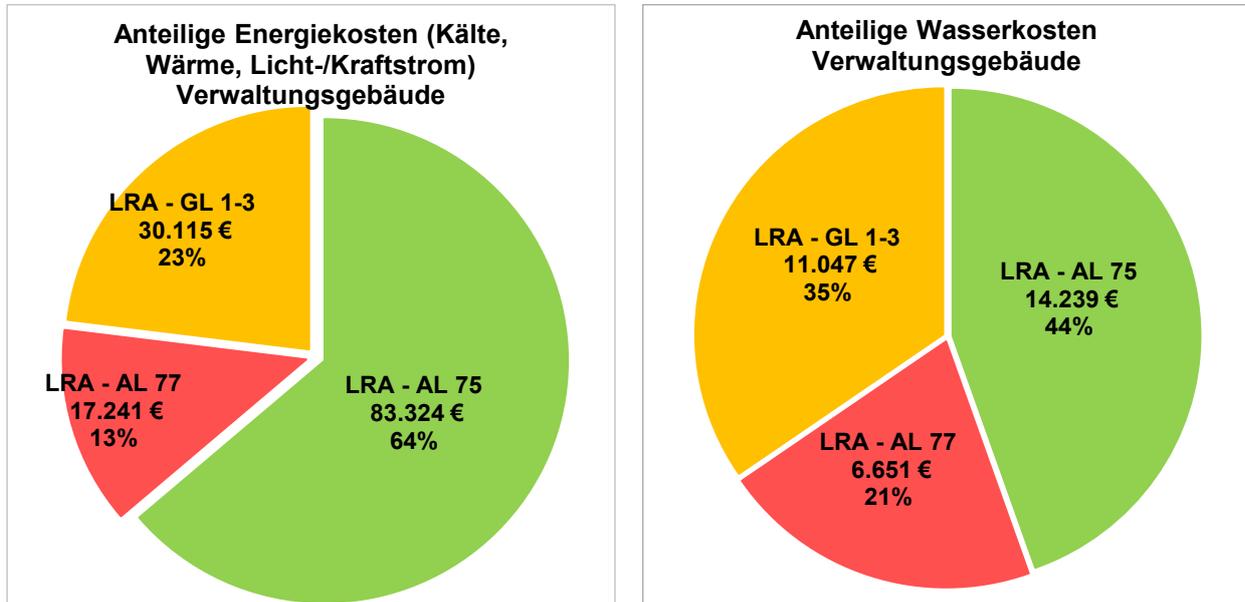


Abbildung 23 und Abbildung 24 Kostenverteilung Verwaltungsgebäude in 2018

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

- der Wärmeverbrauch absolut um 222.584 kWh verringert, aber unter Berücksichtigung der Witterungsreinigung um knapp 4% (Erhöhung GL 1-3 7%, AL 75 0,3% und AL 77 7,7%) erhöht hat,
- der Stromverbrauch Allgemeinstrom in der GL 1-3 um 1,1% in der AL 77 um 13,9% erhöht und in der AL 75 um 18,8% reduziert und hat,
- der Betriebsstrom in der GL 1-3 um 21,2%, in der AL 75 um 43,1% und in der AL 77 um 20,5% erhöht hat,
- der Stromverbrauch in Summe mit 10.576 kWh (0,6%) erhöht hat und sich
- der Wasserverbrauch um 2% erhöht hat.

Aus technischen Sicht lassen sich mit Umstellung aller Leuchtkörper (Innen- und Außenbeleuchtung) auf LED-Leuchtkörper die Stromverbräuche reduzieren.

Die Wärmeverbräuche lassen sich reduzieren, wenn alle Warmwasserzapfstellen dezentral versorgt werden, der Heizungsbetrieb könnte dann während der Sommermonate deutlich reduziert werden.

Die Arbeitsstättenrichtlinie schreibt für teil- und vollklimatisierte Büroräume eine Temperatur von mind. 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, d.h. die Kosten für Kälte sind 4,5-mal so hoch wie die für Wärme (Wärmekosten 4,6 Cent/kWh und Kältekosten 20,2 Cent/kWh in 2018).

Die detaillierten Verbräuche und Verbrauchsentwicklungen sowie die entstandenen Verbrauchskosten der einzelnen Verwaltungsgebäude werden in den Kapiteln 6.1.1. bis 6.1.3 ausführlich 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		Nutzungskennung Verwaltungsgebäude	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	7780	Wärmeversorgung aus Heizzentrale Gl.-Str.	
Qualität Wärmedämmung	gut	Anzahl Regelungsgruppen	
Hausmeisterbetreuung	ja	4 Wärme- u. 2 Kältekreisläufe je Etage	
Anzahl Nutzer	334	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	3	Absenkung täglich in h	12
Warmwasserversorgung	dezentral	Thermostatventile	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	ja
		Klimatisierung	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			
Regelmäßige Abendtermine im Sitzungssaal			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wärmeverbrauch für das Verwaltungsgebäude AL 77 ist absolut um 24.458 kWh bzw. 6,1% zurückgegangen. Witterungsbereinigt ist der Verbrauch jedoch um knapp 8% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2018	kWh	566.818	01.01.2018	31.12.2018	114.231	
2017	kWh	470.060	01.01.2017	31.12.2017	93.871	

Der Stromverbrauch hat sich mit 96.758 kWh um fast 21% erhöht. Dies ist auf den sehr warmen Sommer zurückzuführen. 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 Glärnischstr., die Kühlung über Strom direkt im Gebäude.

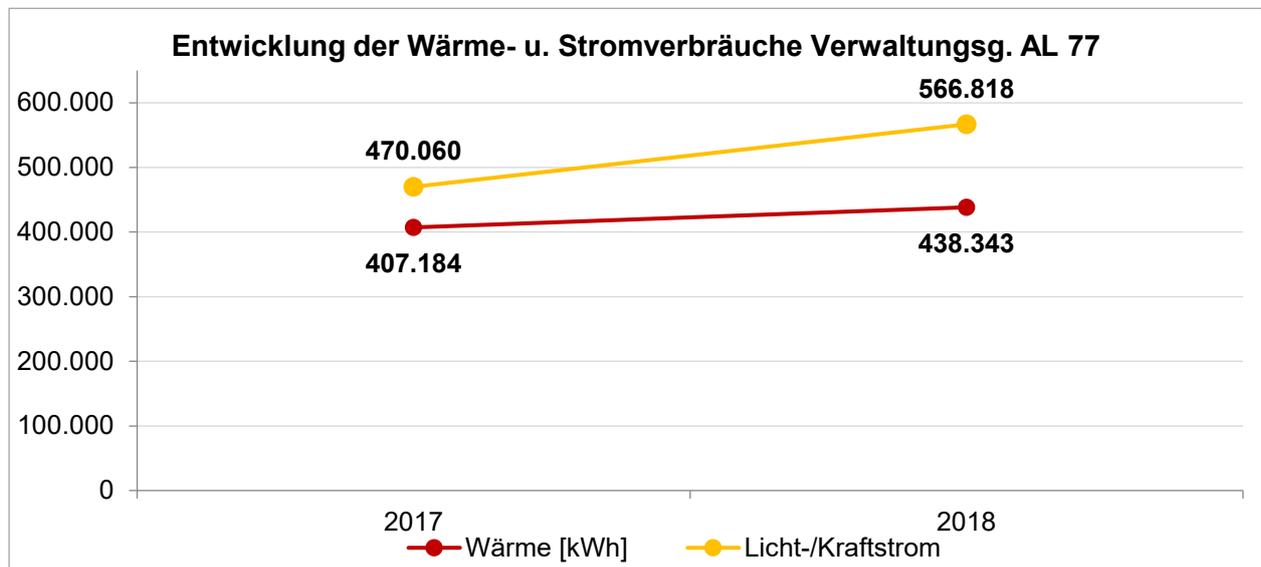


Abbildung 25 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch hat sich mit 280 m³ um 20,3% erhöht. Aufgrund der Trockenheit in 2018 wurde viel Frischwasser zur Bewässerung der Grünanlagen benötigt.

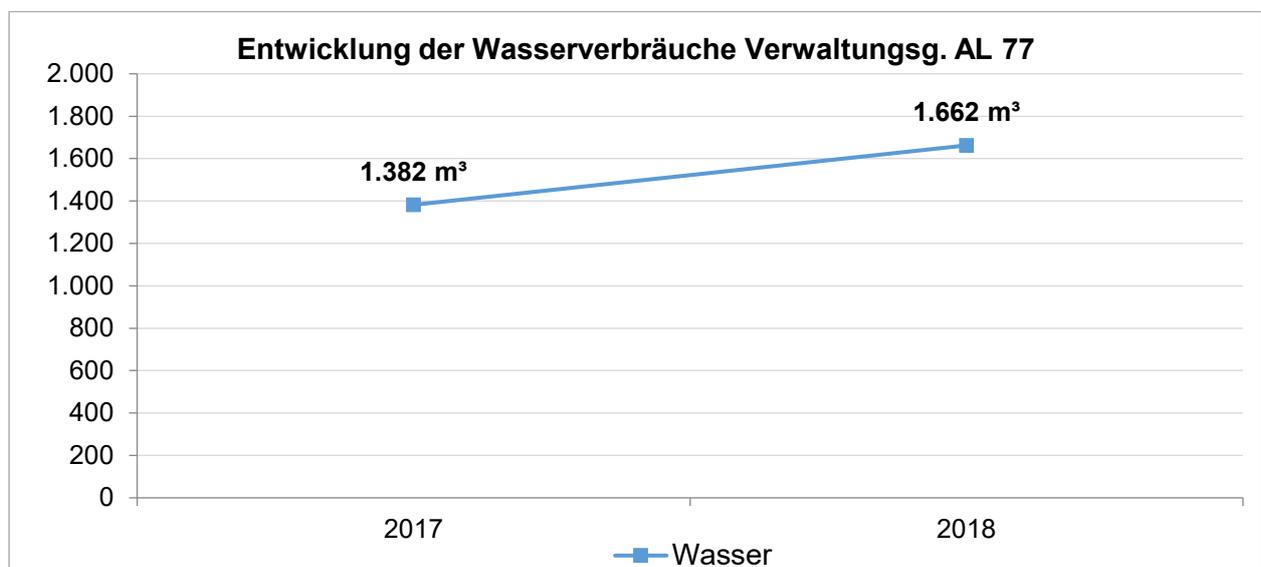


Abbildung 26 Entwicklung der Wasserverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77

Spezifische Verbräuche in 2018

Wärme	kWh/m ²	48
Strom (incl. Kälte)	kWh/m ²	73
Wasser (Liter pro Person u. Jahr)	l/Pa	4.977

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018:

Im Jahr 2018 sind keine energetischen Sanierungen am Gebäude durchgeführt worden.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

ezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche	Summe Kosten [€]
Amtsgebäude AL 77	374.652	17.241	566.818	114.231	1.662	6.651	7.780	138.123

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 77 stellen sich in 2018 wie folgt dar:

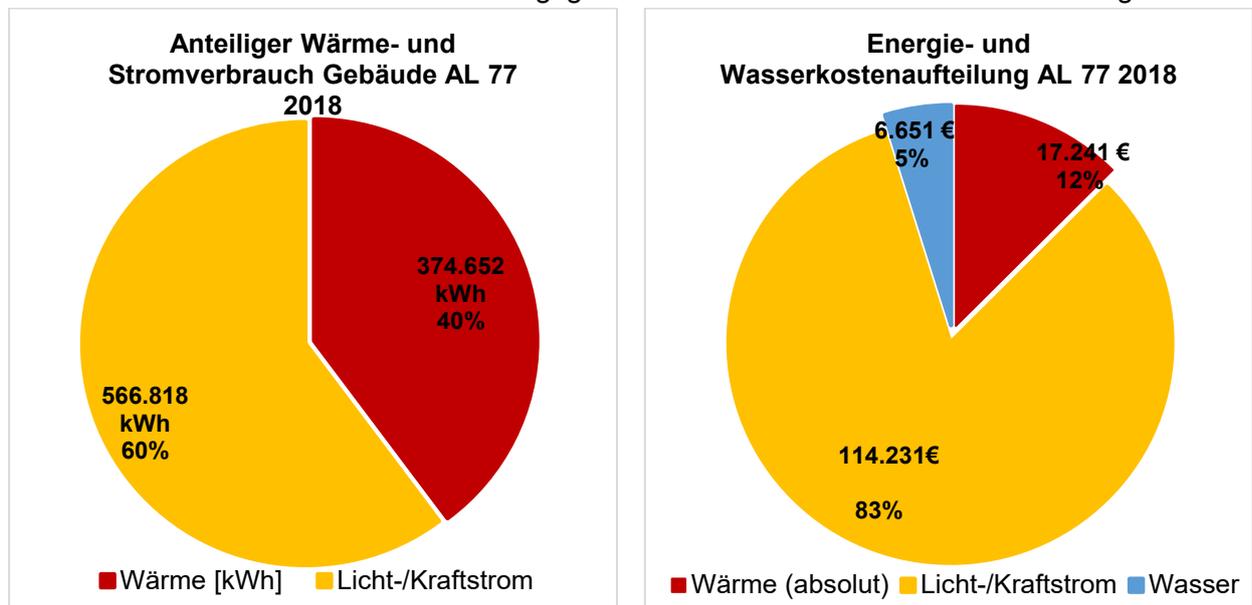


Abbildung 27 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2018

Abbildung 28 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 77 in 2018

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

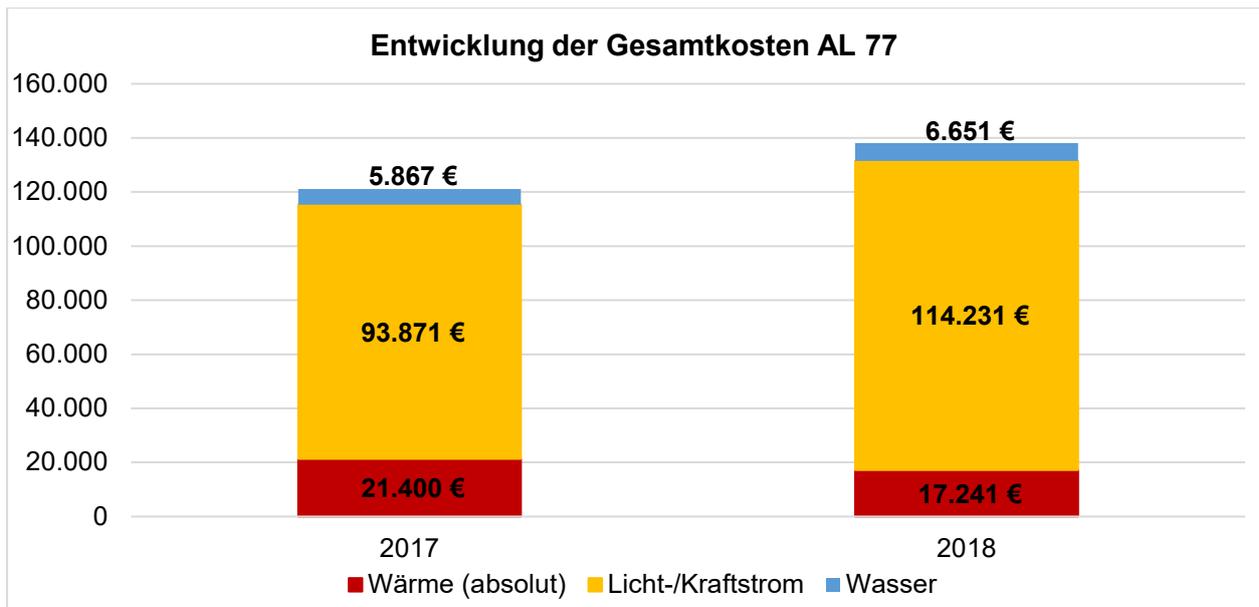


Abbildung 29 Gesamtkostenentwicklung AL 77

Die Kosten für Energie und Wasser haben sich im Vergleich zum Vorjahr mit fast 17.000 € um 14% erhöht. Die Verringerung der Kosten für Wärmebereitstellung ist deutlich geringer als die entstandenen Mehrkosten durch die Vorkühlung der Frischluft.

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

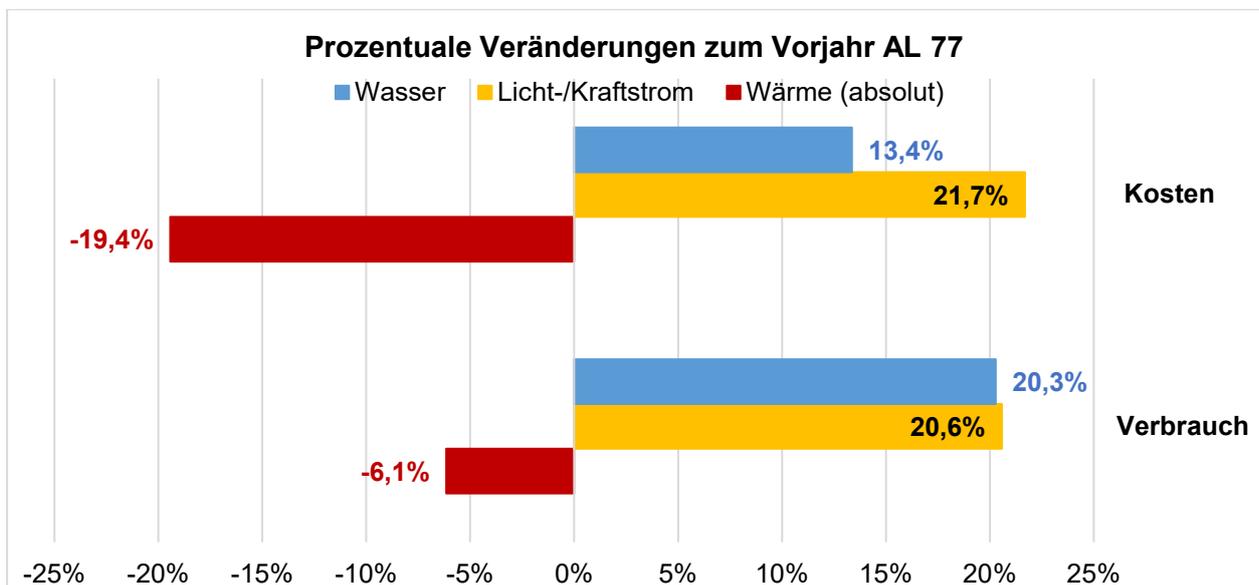


Abbildung 30 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

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

- der Wärmeverbrauch absolut um 24.548 kWh verringert, aber unter Berücksichtigung der Witterungsreinigung um knapp 8% erhöht hat,
- der Stromverbrauch um 20,6% angestiegen ist und
- der Wasserverbrauch um 20,3% erhöht hat.

Mit geringem Aufwand lässt sich der Verbrauchsstrom durch Austausch der vorhandenen Energiesparlampen in LED-Leuchtkörper und die Umstellung der Bewegungsmelder auf Tageslichtsteuerung verringern.

Bei den auch in Zukunft zu erwartenden sehr warmen Sommertagen werden sich der Energieverbrauch und somit auch die Energiekosten für die Kälteversorgung - bei gleichbleibendem Nutzerkomfort (höchstens 26° Grad Innenraumtemperatur) - nicht reduzieren lassen.

6.1.2 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)

Das Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75 ist vollklimatisiert, es hat keine zu öffnenden Fenster.



Verwaltungsgebäude LRA - AL 75			
Baujahr 1973		Nutzungskennung Verwaltungsgebäude	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	5810	Wärmeversorgung aus Heizzentrale Gl.-Str.	
Qualität Wärmedämmung	sehr schlecht	Anzahl Regelungsgruppen	3
Hausmeisterbetreuung	ja	4 Wärme- u. 2 Kältekreisläufe je Etage	
Anzahl Nutzer	326	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	3	Absenkung täglich in h	12
Warmwasserversorgung	zentral	Thermostatventile	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	nein
		Vollklimatisierung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärme-/Kälteversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

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 im Jahr 2018 um knapp 22.000 kWh angestiegen, unter Berücksichtigung der Witterung um fast 17%.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch aufgrund der Witterung in 2018 verringert, witterungsbereinigt ist er um 0,3% angestiegen.

Kälteversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Der Energieverbrauch zur Kälteversorgung des Gebäudes ist absolut und witterungsbereinigt auch in 2018 weiter angestiegen. Allein die Steigerung von 2017 zu 2018 beträgt absolut knapp 60.000 kWh bzw. 53%, witterungsbereinigt sogar knapp 76% und ist auf den sehr warmen Sommer zurückzuführen. In der folgenden Grafik ist die Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche dargestellt:

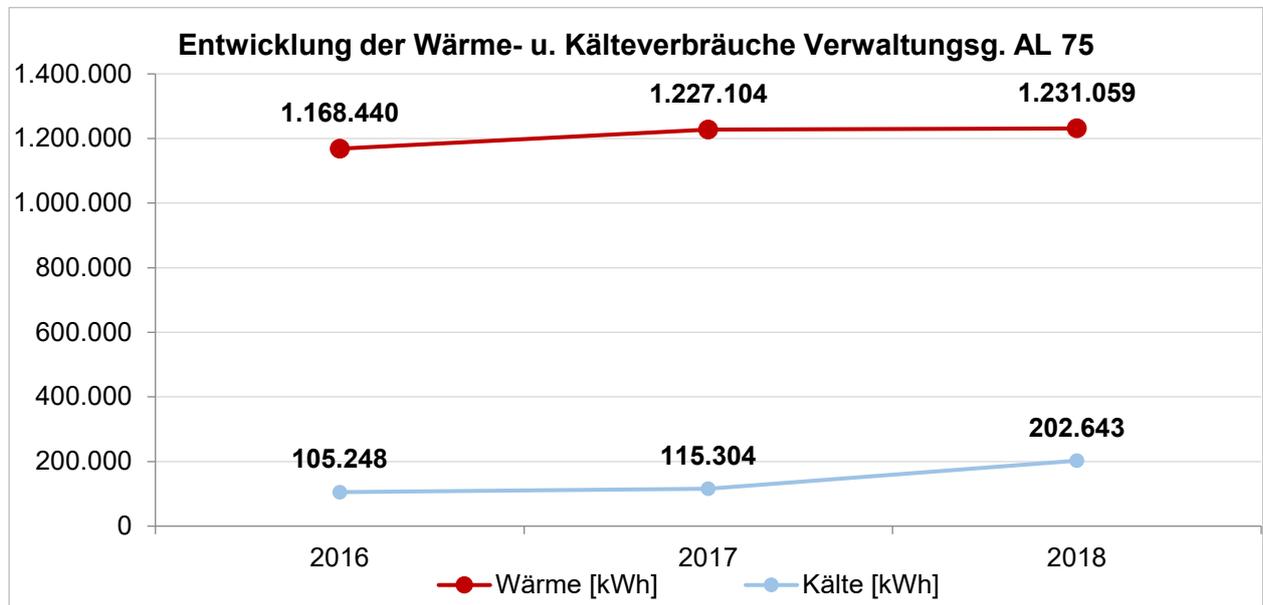


Abbildung 31 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche (witterungsbereinigt) Verwaltungsgebäude AL 75

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	455.675	01.01.2018	31.12.2018	91.832
2017	kWh	561.400	01.01.2017	31.12.2017	112.112
2016	kWh	480.976	01.01.2016	31.12.2016	102.624

Der Stromverbrauch ist um knapp 19% gesunken, allerdings sind in 2017 mindestens 2% des Verbrauchs auf den Wasserschaden im Sommer 2017 zurückzuführen. Es wurden über mehrere Wochen Trocknungsgeräte eingesetzt, gleichzeitig musste die Klimatisierung des Gebäudes 24 Stunden täglich laufen.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch hat sich um 17,6% bzw. 510 m³ verringert. Die Erhöhung in 2017 hatte verschiedene Ursachen: Alle Leitungen wurden, wie auch in der Glärnischstraße, gespült; es kam im Rahmen der Flächenkonzeption zu sehr vielen zusätzlichen Komplettreinigungen incl. Teppichbodennassreinigungen.

Spezifische Verbräuche in 2018

Wärme	kWh/m ²	181
Kälte	kWh/m ²	30
Strom	kWh/m ²	78
Wasser (Liter pro Person u. Jahr)	l/Pa	7.144

Der hohe spezifische Wasserverbrauch – im Vergleich zu den beiden anderen Verwaltungsgebäuden – ist auf die Vollklimatisierung zurückzuführen (+323 Liter/pro Nutzer).

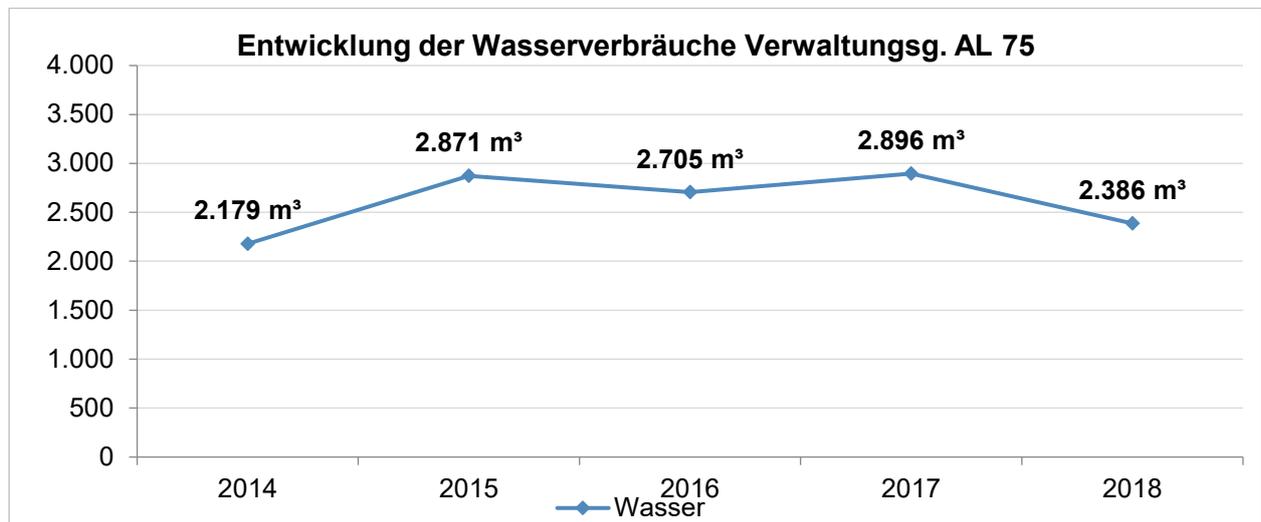


Abbildung 32 Entwicklung der Wasserverbräuche im Verwaltungsgebäude AL 75

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018:

2018 wurde im Rahmen der Dachsanierung die Dämmung erhöht, dies führt zukünftig im Winter zu Einsparungen bei den Wärmeverbräuchen und im Sommer zu geringeren Wärmeeinträgen und somit zu geringerem Kühlbedarf. Gemäß dem Bebauungsplan der Stadt Friedrichshafen ist das Dach extensiv begrünt. Eine Dachbegrünung führt gerade im Sommer zur Verringerung der Stromverbräuche für die Kühlung, da die Aufheizung des Gebäudes über das Dach verringert wird. Die Sanierungsmaßnahmen wurden Ende Dezember abgeschlossen.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme u. Kälte [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Verwaltungsgebäude AL 75	1.225.386	83.324	455.675	91.832	2.386	11.137	5.810	186.293

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 75 stellen sich in 2018 wie folgt dar:

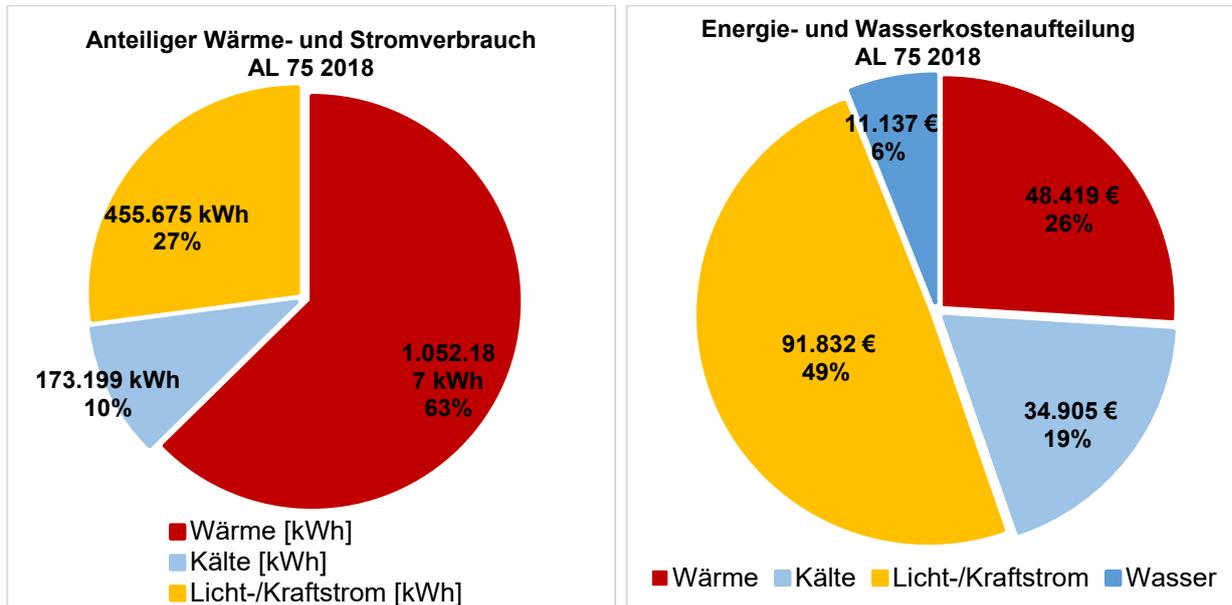


Abbildung 33 Verteilung Energieverbräuche Wärme u. Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 75 in 2018
Abbildung 34 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 75 in 2018

Im Vergleich zur Wärme ist der Kostenaufwand für eine kWh Kälte 4,4 Mal so hoch wie für eine kWh Wärme. Die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

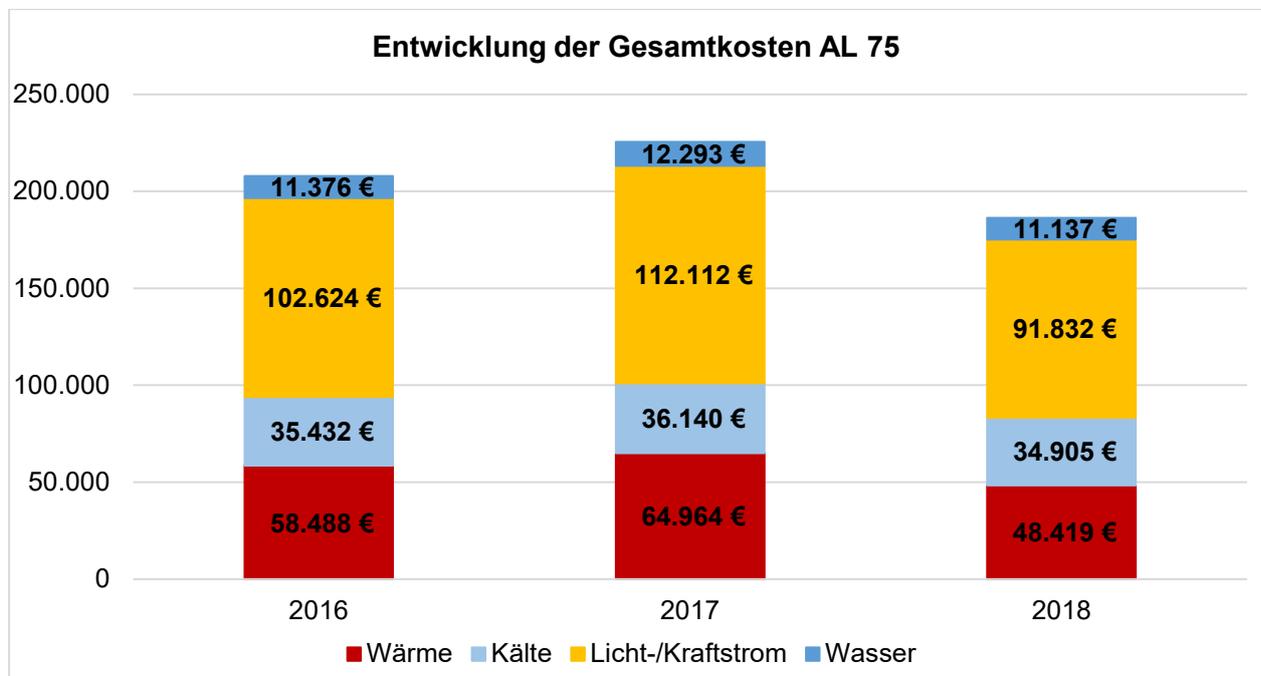


Abbildung 35 Kostenentwicklung der Verbräuche AL 75

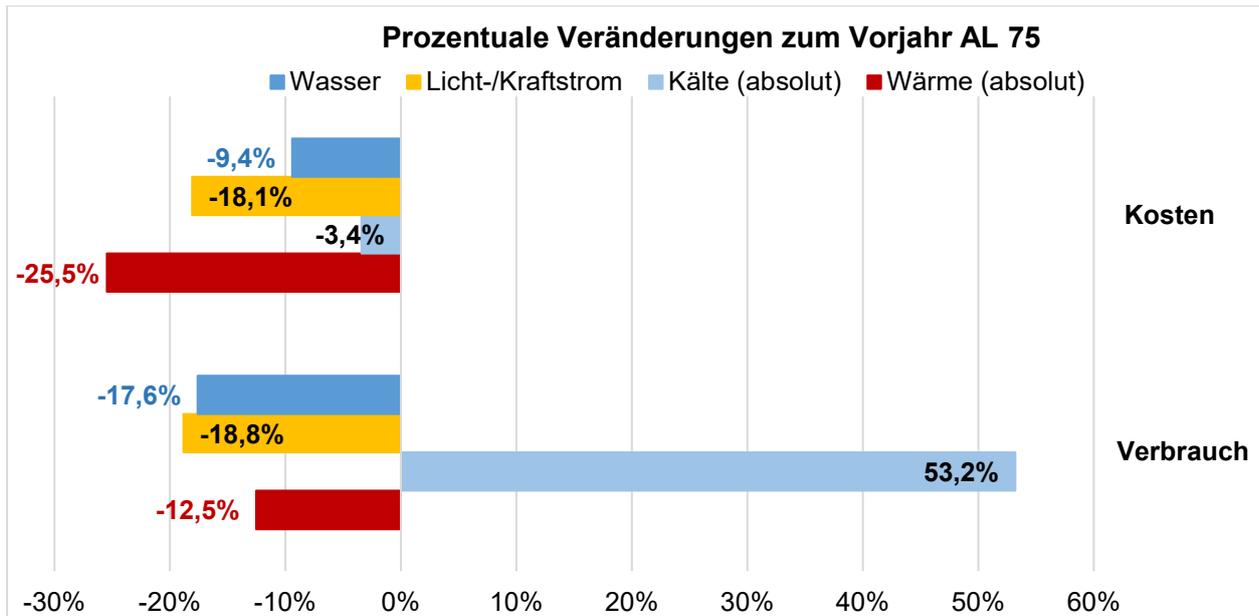


Abbildung 36 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

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

- der Wärmeverbrauch absolut um 16.545 kWh bzw. 12,5% verringert hat,
- der Energieverbrauch für Kälte um 60.000 kWh bzw. 53% gesteigert hat,
- der Stromverbrauch um knapp 19% zurückgegangen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 17,6% verringert hat.

Die hohen Energieverbräuche für Kälte und Wärme lassen sich nur durch eine umfassende energetische Fassadensanierung reduzieren.

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		Nutzungskennung Verwaltungsgebäude	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	8610	Kessel Leistung in kW	900
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Abgasverluste in %	Null
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2006
Anzahl Nutzer	424	Anzahl Regelungsgruppen	4
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	2	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Absenkung täglich in h	12
Beregnung Außenanlagen	nein	Thermostatventile	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Lüftungsanlage Abluft in Sanitäranlagen	
		Wärmerückgewinnung	nein
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Absolut ist der Wärmeverbrauch im Jahr 2018 um 47.180 kWh bzw. 6,7% zurückgegangen, unter Berücksichtigung der Witterung ist er jedoch um 7% 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.

Licht-/Kraftstromversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude (incl. Betriebsstrom Wärme)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	500.109	01.01.2018	01.01.2018	96.719
2017	kWh	494.698	01.01.2017	31.12.2017	96.951
2016	kWh	509.327	01.01.2016	31.12.2016	97.059

Licht-/Kraftstromversorgung (Allgemeinstrom) Verwaltung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	440.132	01.01.2018	01.01.2018	85120
2017	kWh	367.070	01.01.2017	31.12.2017	71.938

Die Anzahl der Arbeitsplätze hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 92 erhöht, das entspricht einem Anstieg von 27,7%. Dies begründet den Mehrverbrauch von 73.062 kWh.

Licht-/Kraftstromversorgung (Allgemeinstrom) Leitstelle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch der Leitstelle mit 86.603 kWh führt - aufgrund der Sondernutzung - zu einem spezifischen Stromverbrauch von 321 kWh/m² und ist somit fast 7 Mal höher als im Verwaltungsbereich. Im Vergleich zu 2017 ist er zurückgegangen, da die Leitstelle seit Juli 2018 nicht mehr 24 Stunden besetzt ist.

Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche incl. Betriebsstrom in grafischer Darstellung:

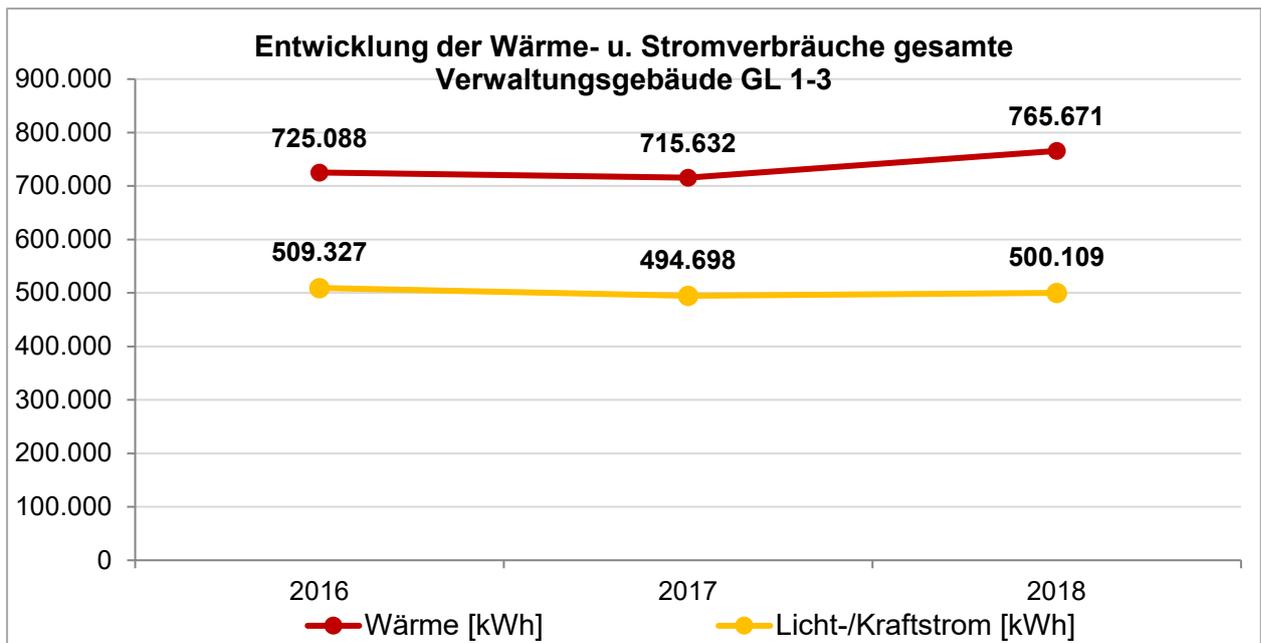


Abbildung 37 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstr. (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch hat sich aufgrund der Erhöhung der Arbeitsplätze und des sehr trockenen Sommers um 16,5% bzw. 359 m³ erhöht, da sowohl die Grünanlagen als auch der Teich vor dem Verwaltungsgebäude mit Frischwasser versorgt werden mussten.

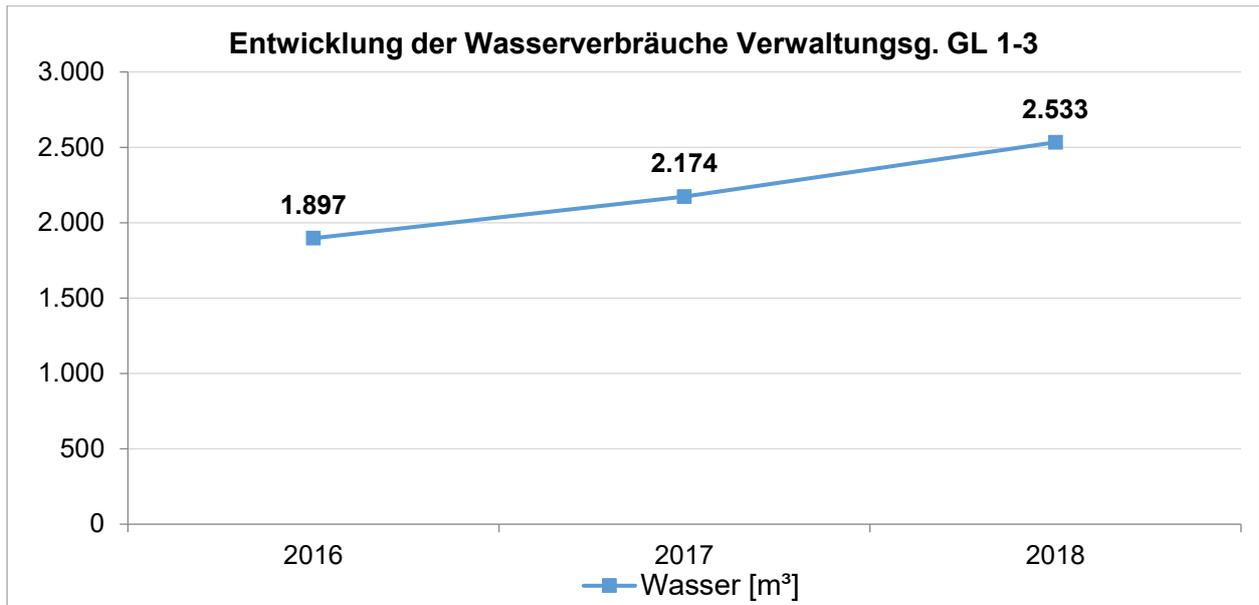


Abbildung 38 Entwicklung der Wasserverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstraße

Spezifische Verbräuche Verwaltung in 2018			Spezifische Verbräuche Leitstelle in 2018		
Wärme	77	kWh/m ²	Wärme	87	kWh/m ²
Strom	47	kWh/m ²	Strom	102	kWh/m ²
Wasser	5.973	l/Pa			

(Wasserverbräuche in Litern pro Person u. Jahr)

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018

Im Jahr 2018 ist im Rahmen der Umsetzung der Flächenkonzeption der Rückbau der Deckenbeleuchtung in allen Büroräumen und der Ersatz mit 220 LED-Stehleuchten, ausgerüstet mit Präsenz- und Helligkeitssensor, durchgeführt worden.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Verwaltung	638.060	29.362	440.132	85.120	2.509	10.940	8400	125.422
Leitstelle	16.360	753	59.977	12.078	24	107	210	12.938
Summe	654.420	30.115	500.109	97.198	2.533	11.047	8.610	138.360

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärmeversorgung und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude GL 1-3 stellen sich in 2018 wie folgt dar:

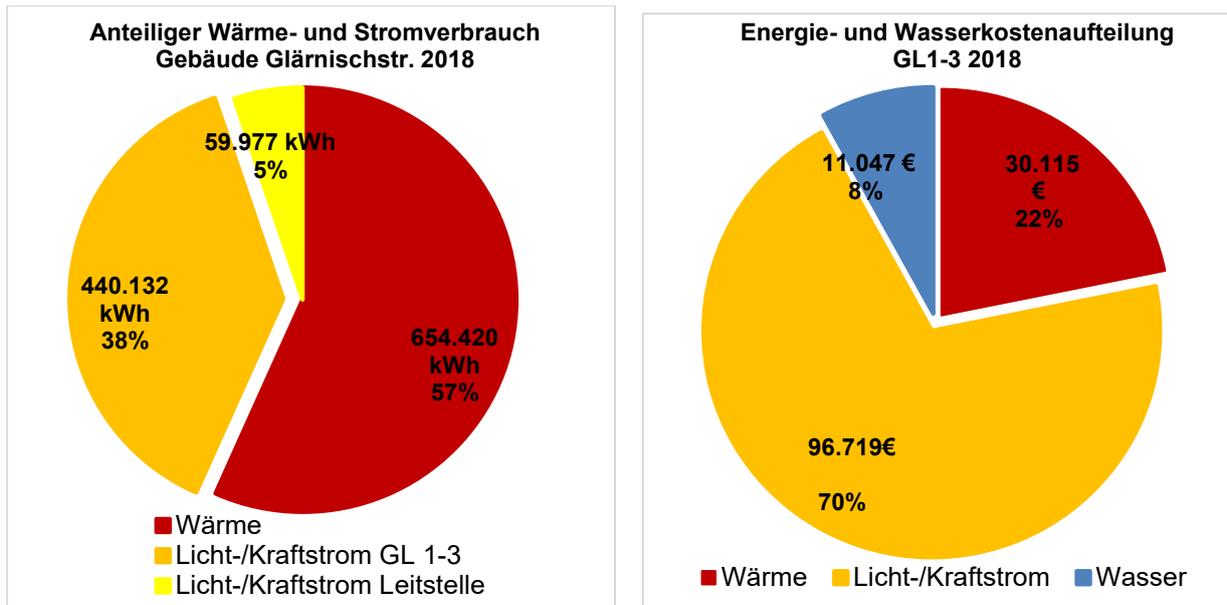


Abbildung 39 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom GL 1-3 in 2018
Abbildung 40 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten GL 1-3 in 2018

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

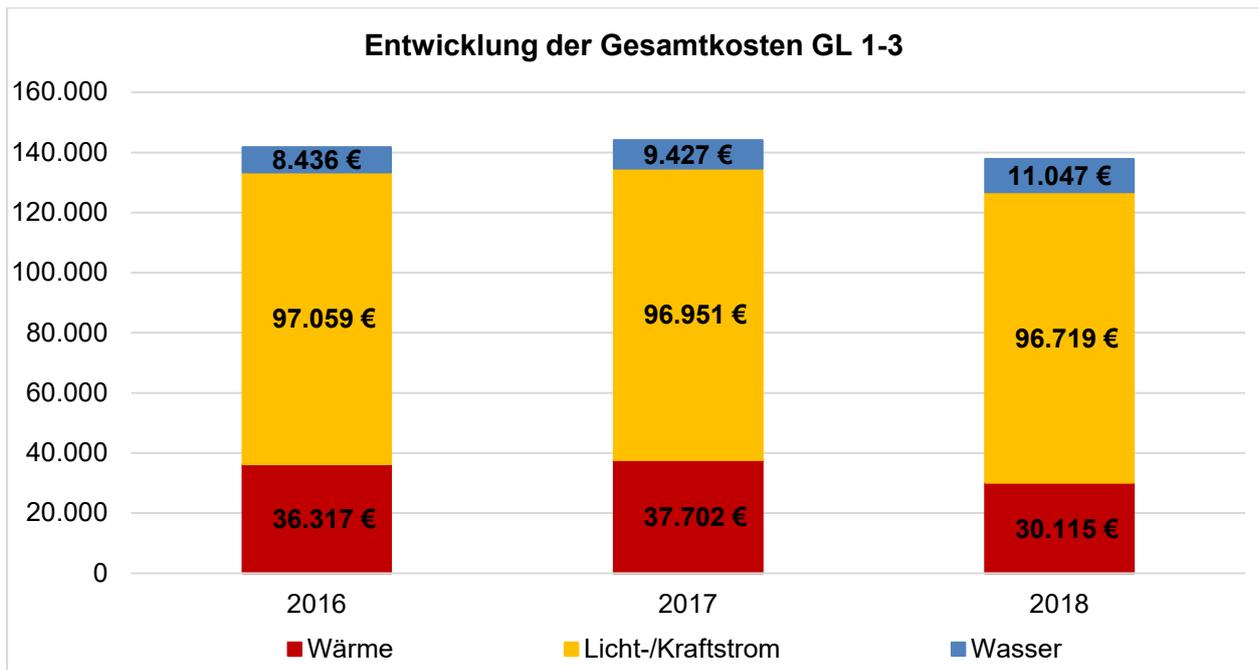


Abbildung 41 Kostenentwicklung der Verbräuche LRA GL

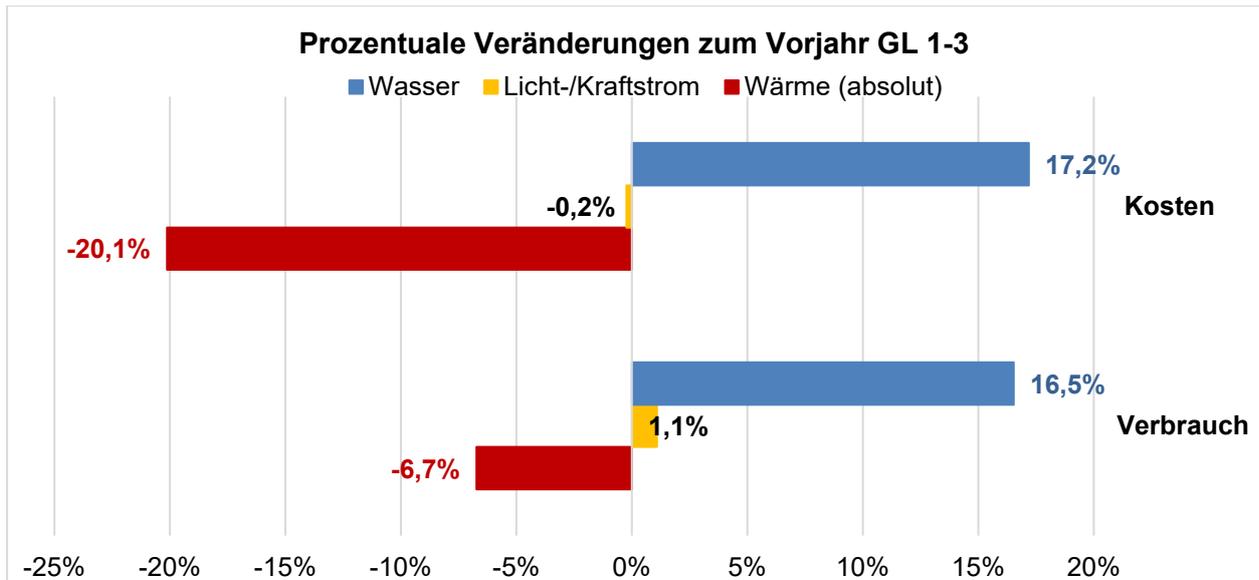


Abbildung 42 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

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

- der Wärmeverbrauch absolut um 6,7% verringert hat,
- der Stromverbrauch trotz Umstellung auf LED-Leuchtkörper aufgrund einer höheren Anzahl von Arbeitsplätzen um 1,1% angestiegen ist und sich
- der Wasserverbrauch aufgrund einer höheren Anzahl von Arbeitsplätzen um 16,5% erhöht hat.

Die Reduzierung der Wärmeverbräuche lässt sich nur durch eine umfassende energetische Fassadensanierung erzielen. Da keine Kühlung im Gebäude vorhanden ist, werden stromintensive Ventilatoren eingesetzt, denn die Raumtemperaturen betragen ab spätestens Mai in der Regel schon um 9.00 Uhr 26° Celsius, bis zum Mittag werden teilweise $\geq 30^\circ$ Celsius Büroinnentemperatur erreicht.

6.2 Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen

Die sechs Schulen haben in 2018 für die Wärmeversorgung absolut 6.192.336 kWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr 1,2% weniger. Witterungsbereinigt ist der Verbrauch jedoch um knapp 13% angestiegen. Dieser Mehrverbrauch ist in nennenswerter Größe im Berufsschulzentrum Überlingen und im Berufsschulzentrum Friedrichshafen entstanden. Im Bildungszentrum Markdorf, in der EST und in der Pestalozzischule sind die Verbräuche zurückgegangen, in der HoGa haben sie sich minimal erhöht, absolut sind sie auch hier zurückgegangen. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der letzten drei Jahre (ohne Sporthallenverbräuche):

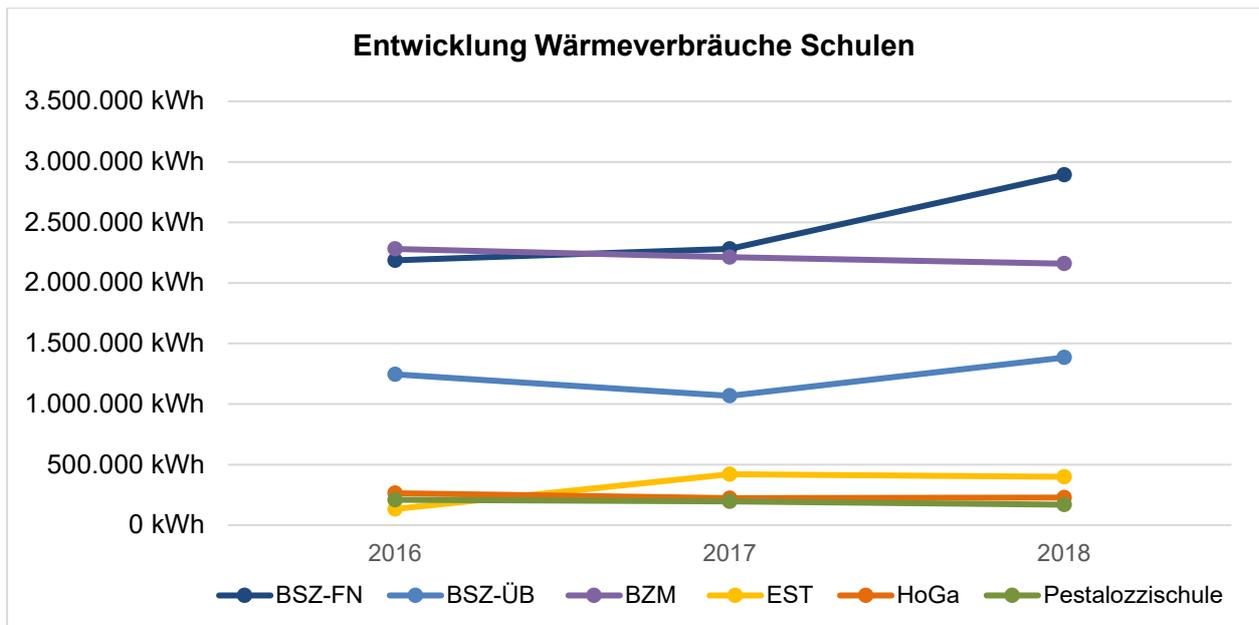


Abbildung 43 Entwicklung der Wärmeverbräuche in den Schulen

Die Stromverbräuche sind in Summe um 1,1% bzw. 22.046 kWh angestiegen. Dieser Mehrverbrauch ist mit ca. 15.500 kWh auf die defekte Außenbeleuchtung im Berufsschulzentrum Friedrichshafen zurückzuführen. Im Bildungszentrum Markdorf, in der Elektronikschule, und in der Pestalozzischule sind die Verbräuche rückläufig.

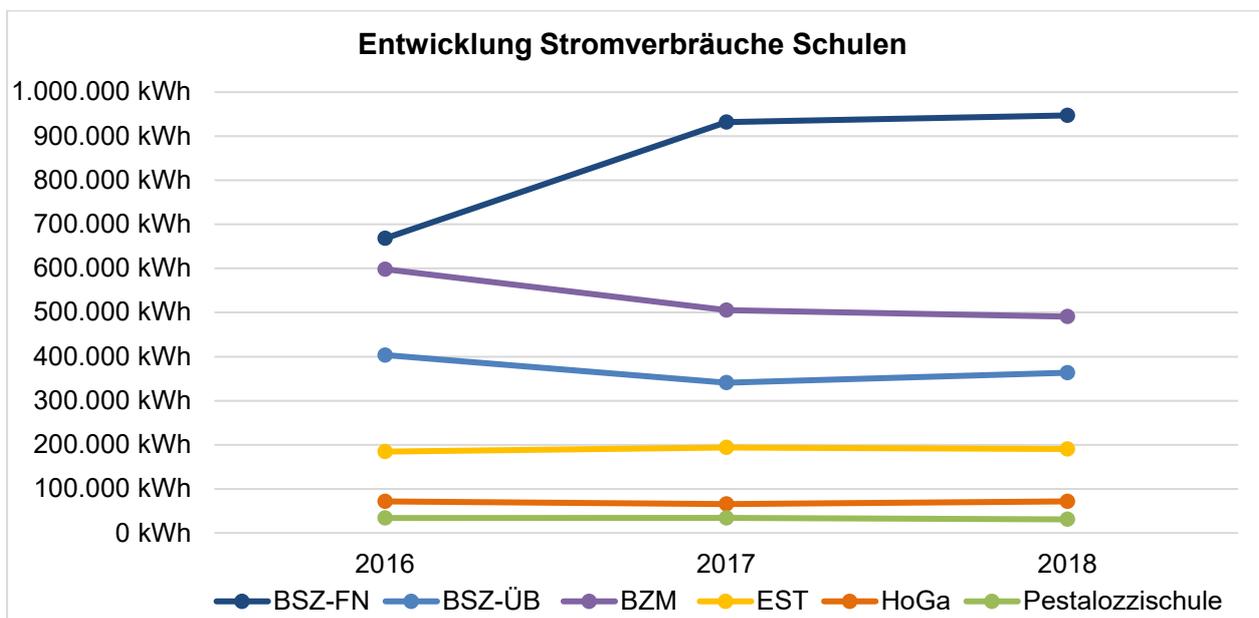


Abbildung 44 Entwicklung der Licht-/Kraftstromverbräuche in den Schulen

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.

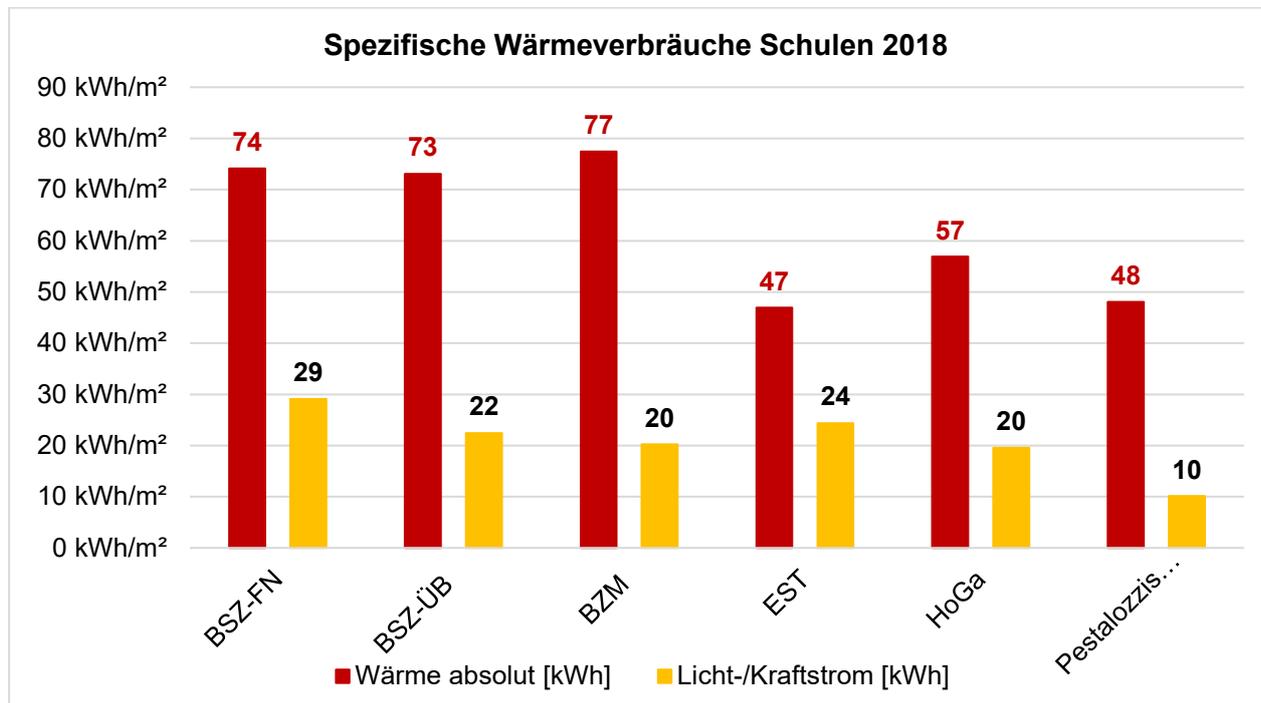


Abbildung 45 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche der Schulen in 2018

Die Wasserverbräuche haben sich in Summe um 10,8% bzw. 1.460 m³ reduziert. Diese Reduktion ist in dem deutlichen Verbrauchsrückgang im Schulgebäude des Berufsschulenzentrums Friedrichshafen begründet. Hier konnte durch die Ausrüstung intelligenter Sensorik im Bereich der Hygienespülungen der Verbrauch dauerhaft gesenkt werden.

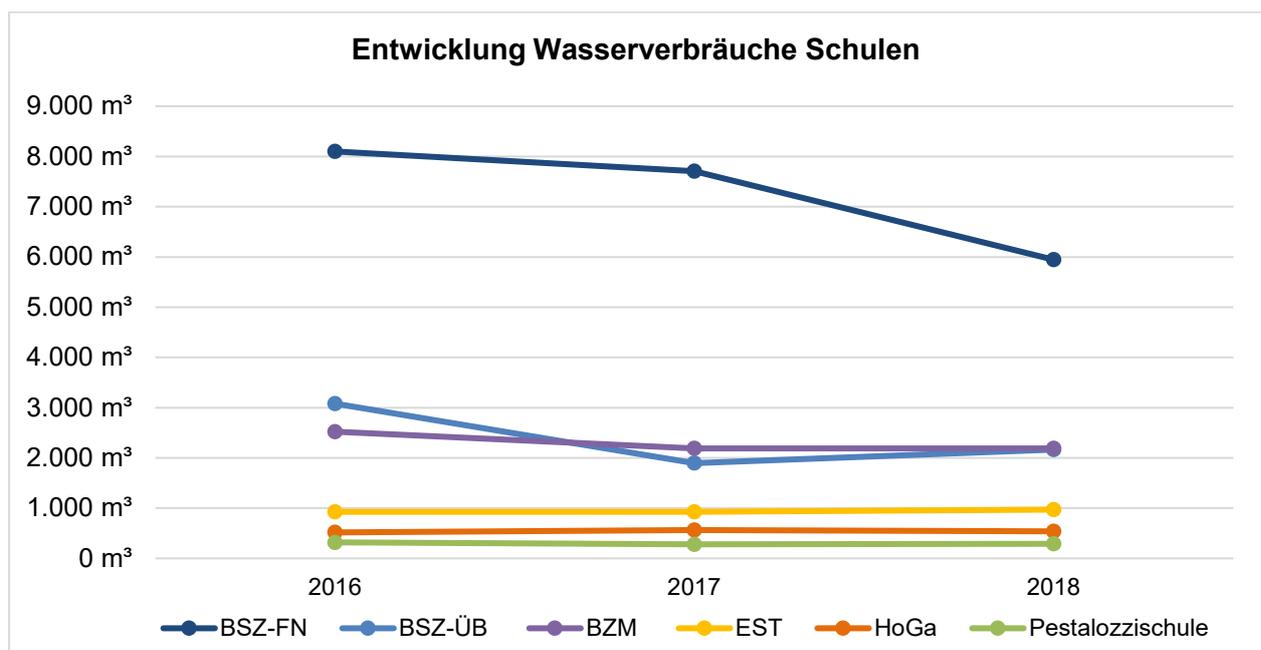


Abbildung 46 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Schulen

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 gesondert dargestellt. Für die Wärmeversorgung der Sporthallen wurden absolut 1.270.675 kWh benötigt, das sind 191.936 kWh weniger als im Vorjahr und entsprechen einer Reduktion von 13%. Witterungsbereinigt ist der Verbrauch um 1% zurückgegangen.

Die Verbräuche haben sich in allen vier Sporthallen absolut verringert, witterungsbereinigt sind sie lediglich in Überlingen um 14.000 kWh bzw. 7,8% angestiegen. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung:

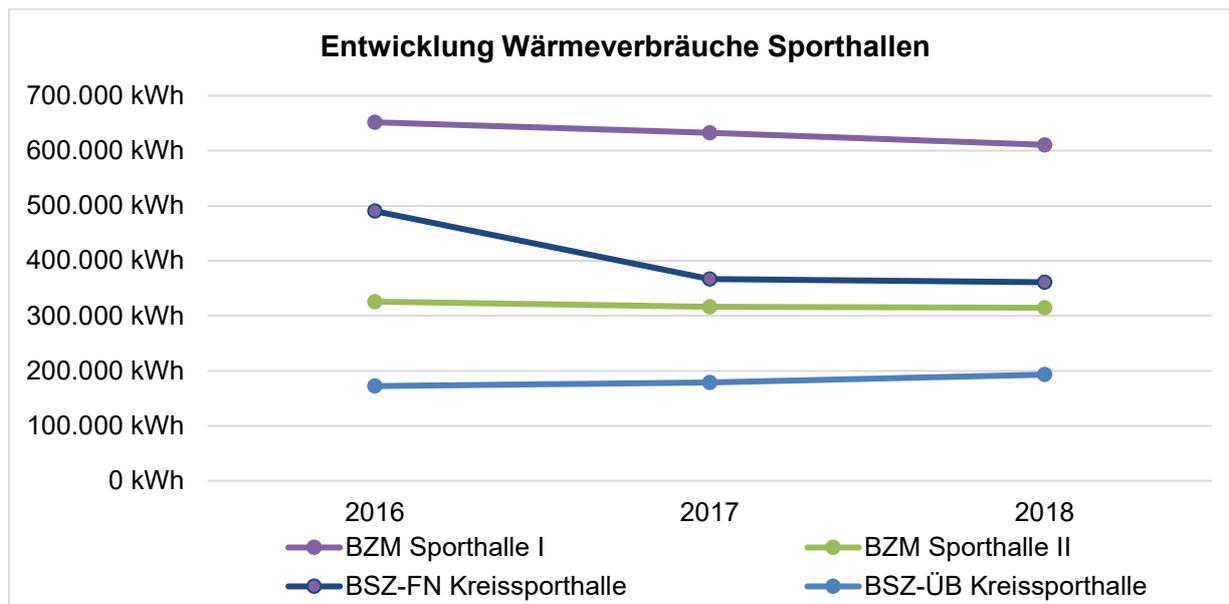


Abbildung 47 Entwicklung der Wärmeverbräuche Sporthallen

Der Stromverbrauch hat sich in allen vier Hallen reduziert, in Summe um 24.055 kWh bzw. 5,7%.

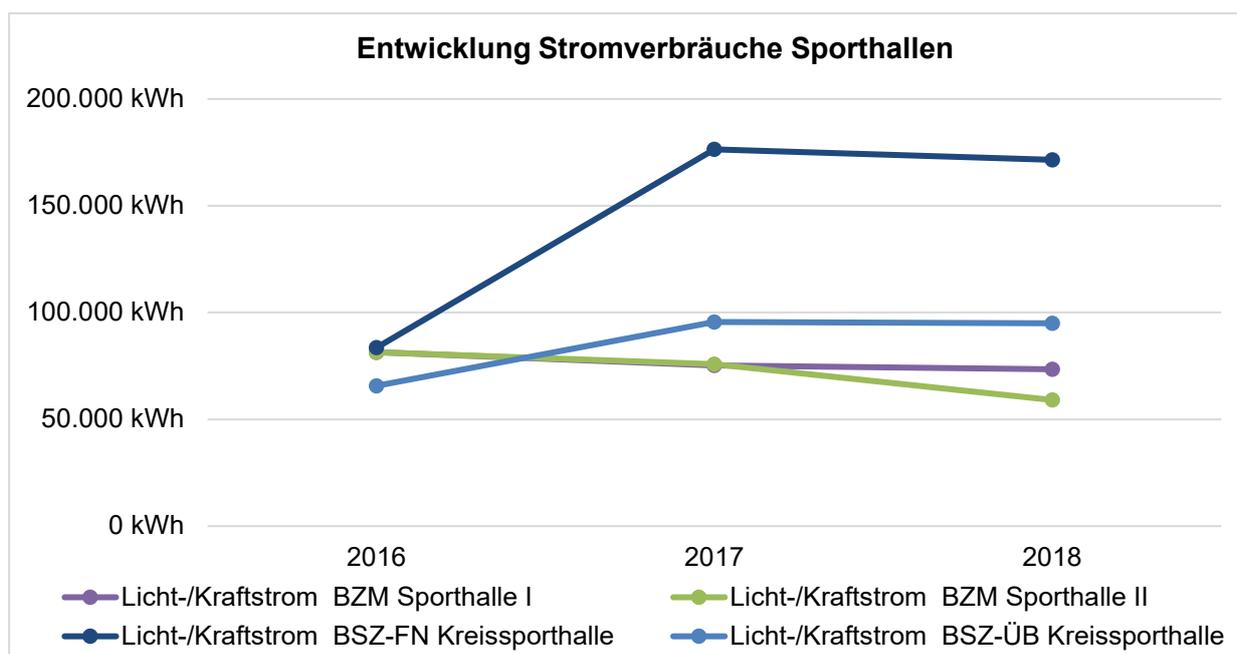


Abbildung 48 Entwicklung der Stromverbräuche in den Sporthallen

Die spezifischen Verbräuche der Sporthallen sind sehr unterschiedlich, die Sporthalle I am Bildungszentrum Markdorf hat die mit Abstand höchsten Wärmeverbräuche. Im Zuge der Sanierung in 2019 werden die Verbräuche zukünftig stark zurückgehen.

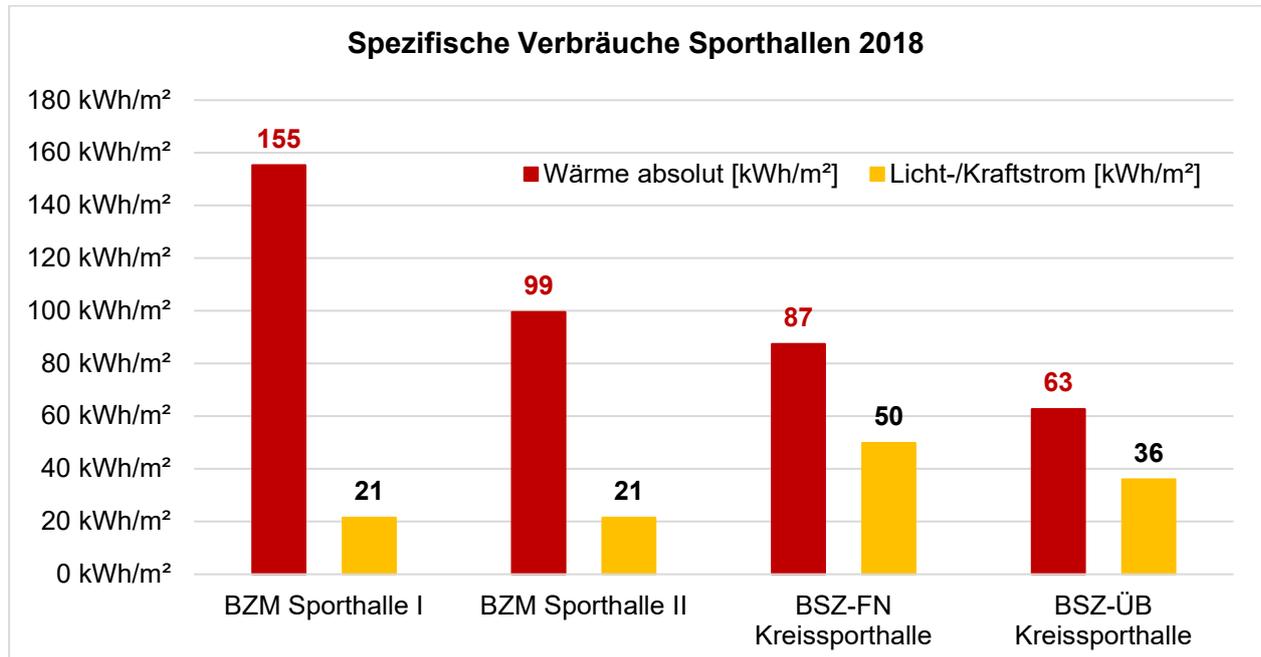


Abbildung 49 Spezifische Energieverbräuche der Sporthallen

Die Wasserverbräuche in den Sporthallen sind mit 26,4% deutlich zurückgegangen. Ein besonders starker Rückgang von 1.241 m³ in 2017 auf 647 m³ in 2018 konnte im Berufsschulzentrum durch die intelligente Sensorik an den Duschköpfen erreicht werden.

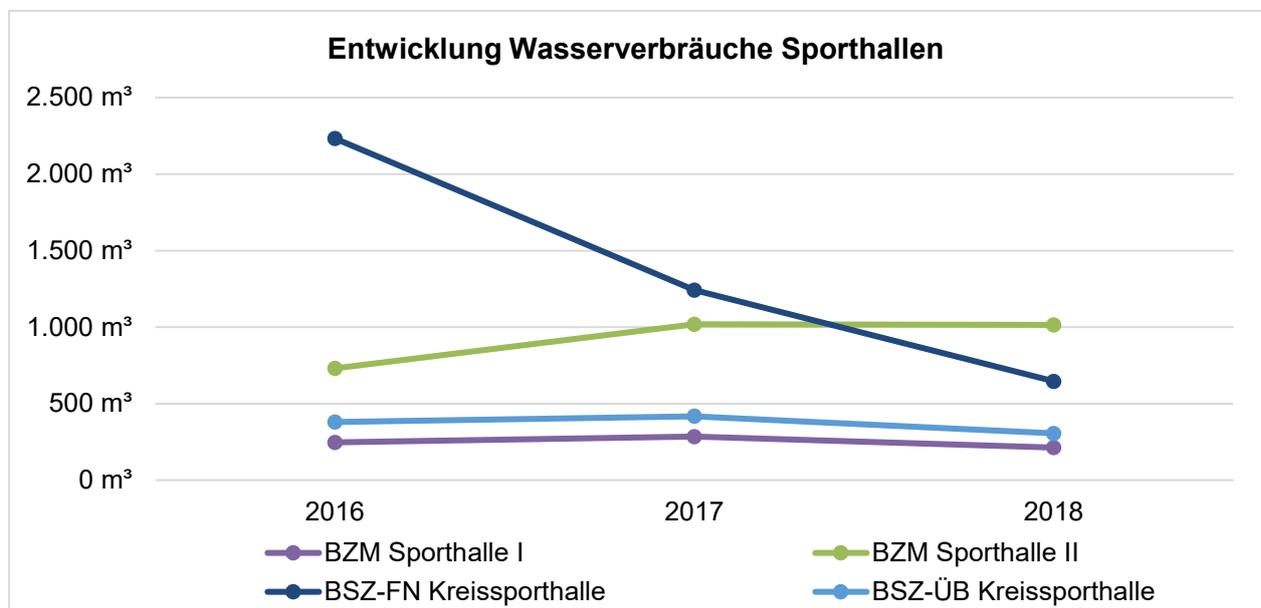


Abbildung 50 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Sporthallen

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. Der BHKW-Anteil konnte in 2018 im Vergleich zum Vorjahr gesteigert werden. Das BHKW des Landkreises wurde in 2017 getauscht und lief in 2018 nahezu störungsfrei. Zusätzlich wird der Erweiterungsbau mittels einer Geothermieanlage mit Wärme und im Sommer mit Kälte versorgt.

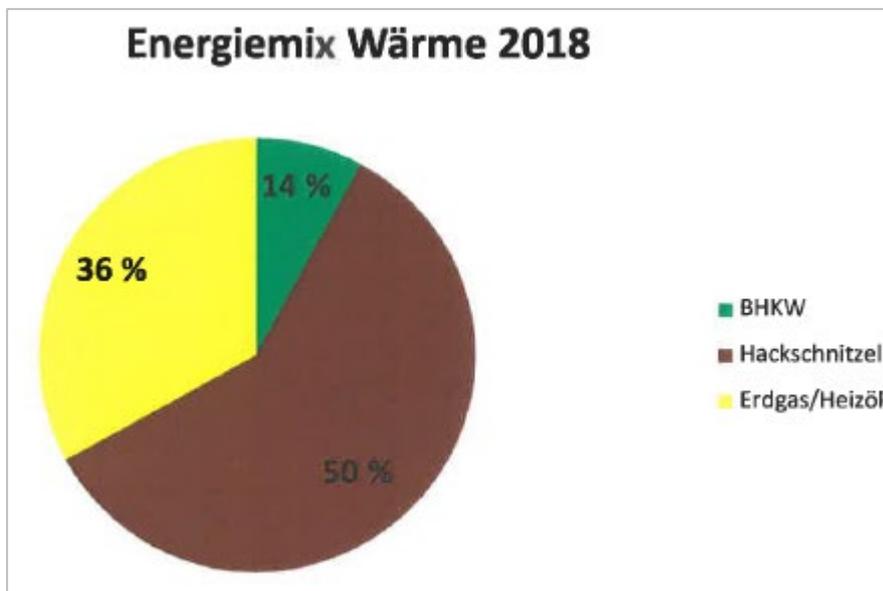


Abbildung 51 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See

Insgesamt wurden für die Liegenschaft 2.555 MWh kWh Wärme aus der Heizzentrale abgenommen. Zusätzlich wurden für den Erweiterungsbau 155.200 kWh Wärmemenge aus der Geothermie mittels Wärmepumpe gewonnen. Der gesamte Wärmeverbrauch der Liegenschaft liegt absolut bei 2.711.612 kWh, witterungsbereinigt bei 3.251.712 kWh und ist im Vergleich zum Vorjahr um 23%, absolut um 7,5% angestiegen.

Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist mit 13.514 kWh um 1,3% angestiegen. Die folgende Grafik zeigt die Verbräuche Wärme und Licht-/Kraftstrom der gesamten Liegenschaft im Vergleich:

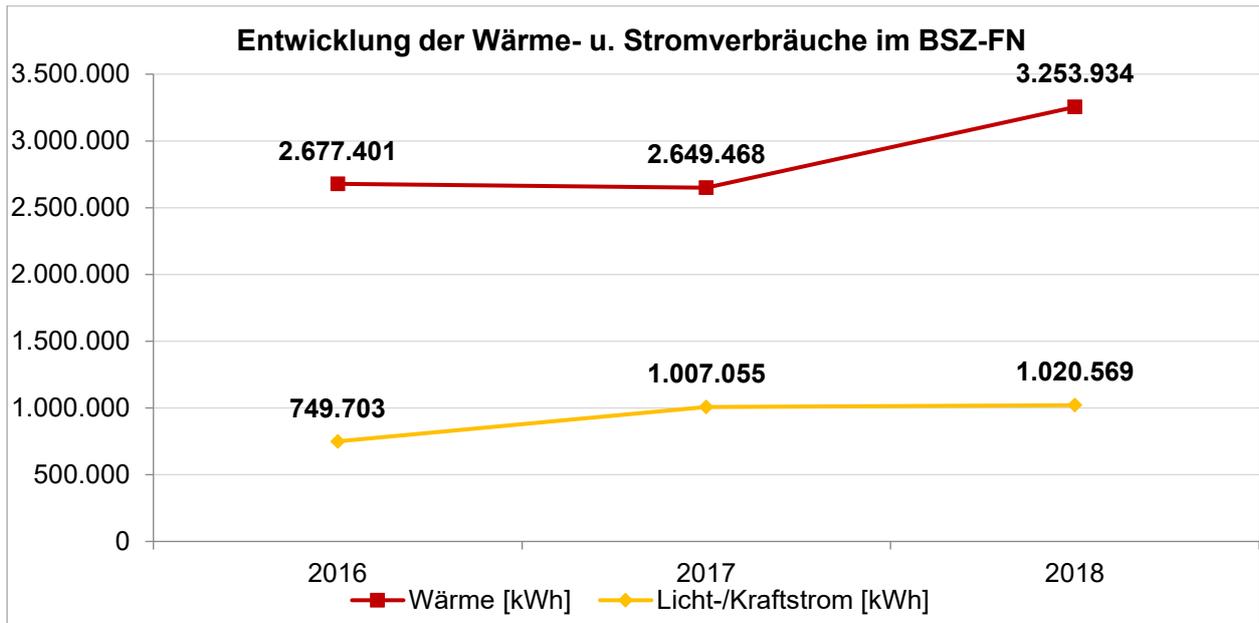


Abbildung 52 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Die Wasserverbräuche in der gesamten Liegenschaft einschließlich Sportplatz liegen mit einem Mehrverbrauch von 2.635 m³ 29,4% höher als im Vorjahr. Der Mehrverbrauch ist ausschließlich auf den erhöhten Verbrauch bei der Sportplatzbewässerung zurückzuführen.

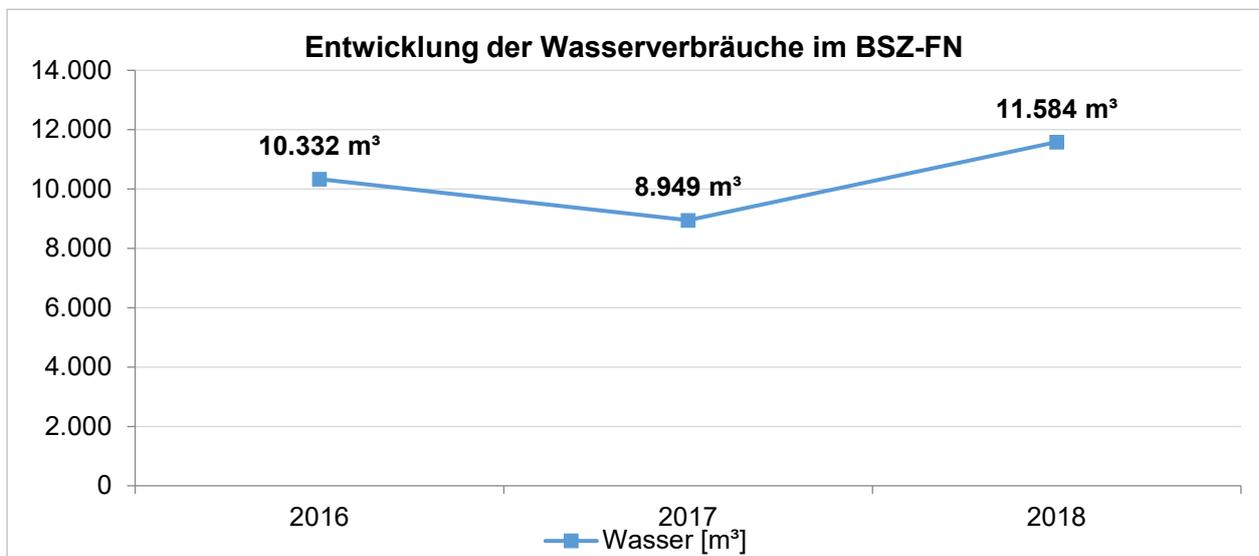


Abbildung 53 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN (gesamte Liegenschaft)

Im Folgenden werden die Verbräuche der einzelnen Gebäude dargestellt.

Berufsschulzentrum Friedrichshafen Hauptgebäude (Schulen, Kreismedienzentrum, Cafeteria)			
Baujahr 1984		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	20.140	Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Anzahl Regelungsgruppen	18
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	3889	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	10
Warmwasserversorgung	dezentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Abluftanlage Küche	
Beregnung Außenanlagen	nein		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			
Abendschule in Teilgebäude bis 22.00 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch um knapp 8% reduziert, witterungsbereinigt ist er jedoch um 5% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Stromverbrauch ist mit knapp 2.000kWh minimal (0,4%) angestiegen.

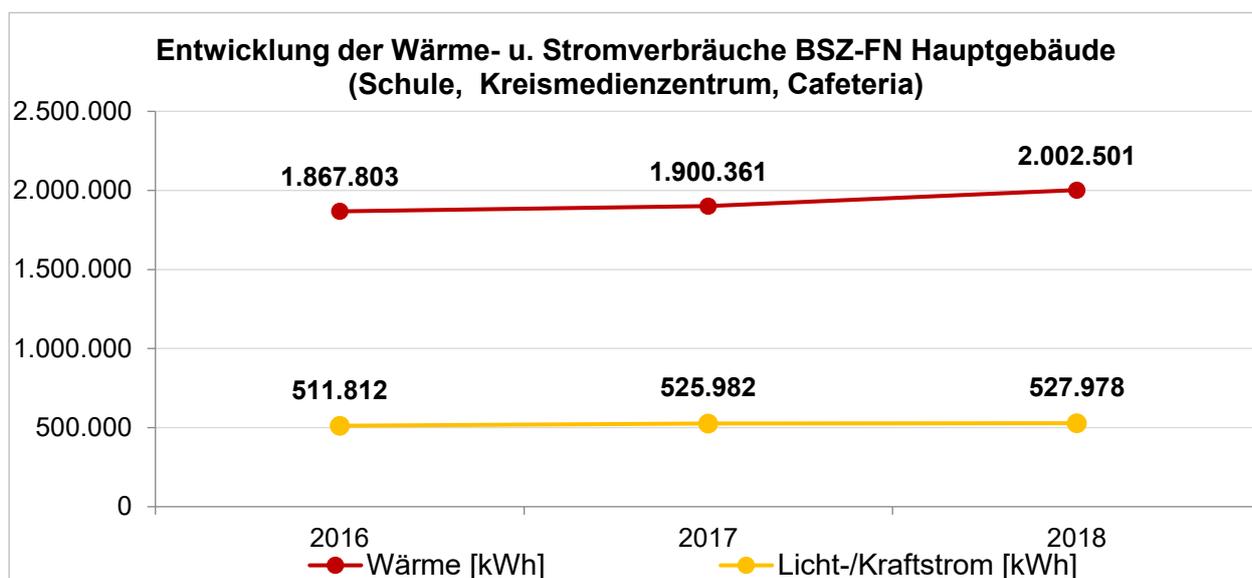


Abbildung 54 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch hat sich um 1,6% leicht erhöht.

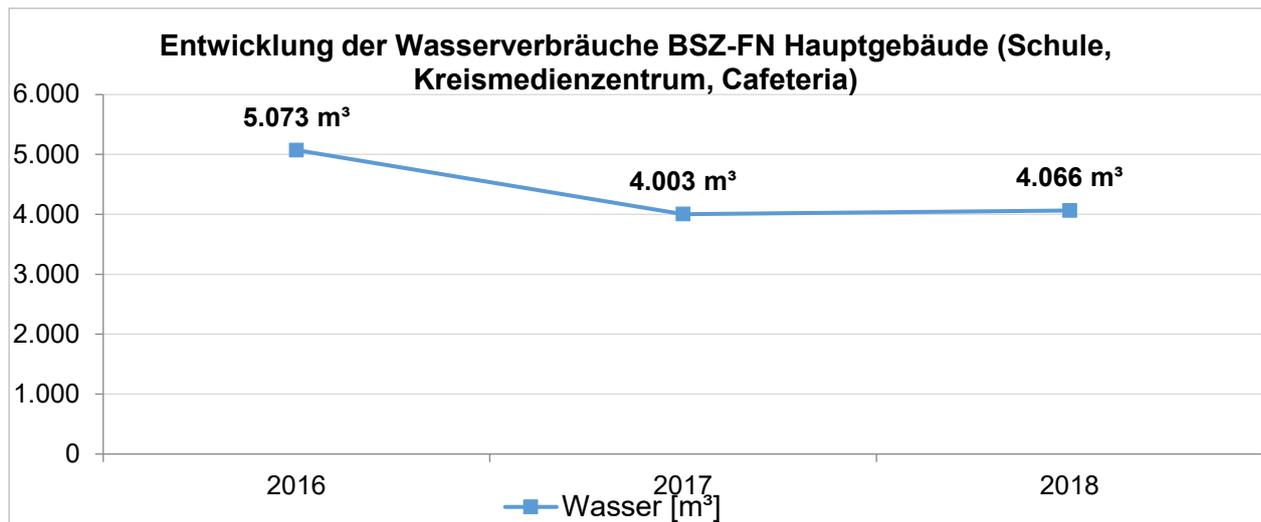


Abbildung 55 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Hauptgebäude

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
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	ja
		Wärmepumpe zur Geothermienutzung, versorgt Deckenheizung (Betonteilaktivierung)	
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung (aus Heizzentrale)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungsbereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Wärmeversorgung (Geothermie)

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Wärme- u. Kälteversorgung Neubau gesamt

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Insgesamt hat sich der Wärme- u. Kälteverbrauch absolut um 2,3% reduziert, witterungsbereinigt ist er jedoch um 11,7% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	158.529	01.01.2018	31.12.2018	32.890
2017	kWh	152.457	01.01.2017	31.12.2017	31.261
2016	kWh	116.944	01.01.2016	31.12.2016	23.491

Licht-/Kraftstromversorgung (Wärmepumpe Geothermie)

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	31.297	01.01.2018	31.12.2018	6.494
2017	kWh	30.435	01.01.2017	31.12.2017	6.241
2016	kWh	37.400	01.01.2016	31.12.2016	7.513

Der Stromverbrauch (incl. Wärmepumpenstrom) ist mit 6.072 kWh um 3,8% angestiegen. Die angeführten Kosten für den Wärmepumpenstrom sind in den Gesamtkosten der Licht-/Kraftstromversorgung enthalten.

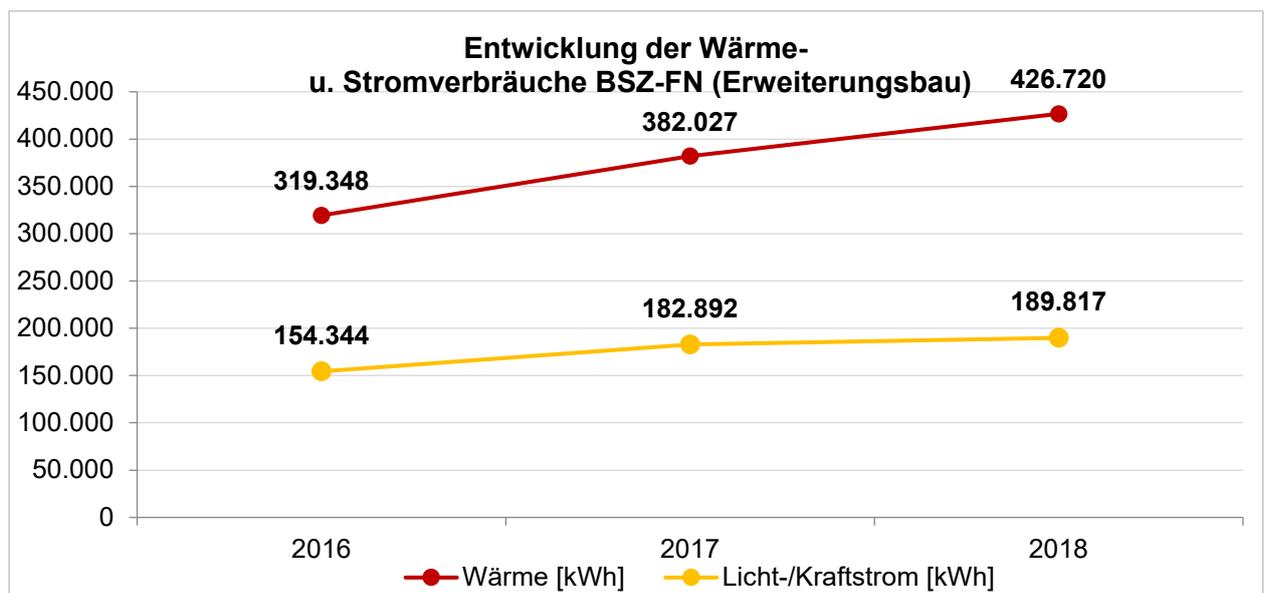


Abbildung 56 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Erweiterungsbau (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Die Wärmepumpe für die Geothermieanlage ist in 2018 störungsfrei gelaufen, sie hat im Vergleich zu 2017 2,8% mehr Strom benötigt und dafür 7,9% mehr Wärme und Kälte geliefert.

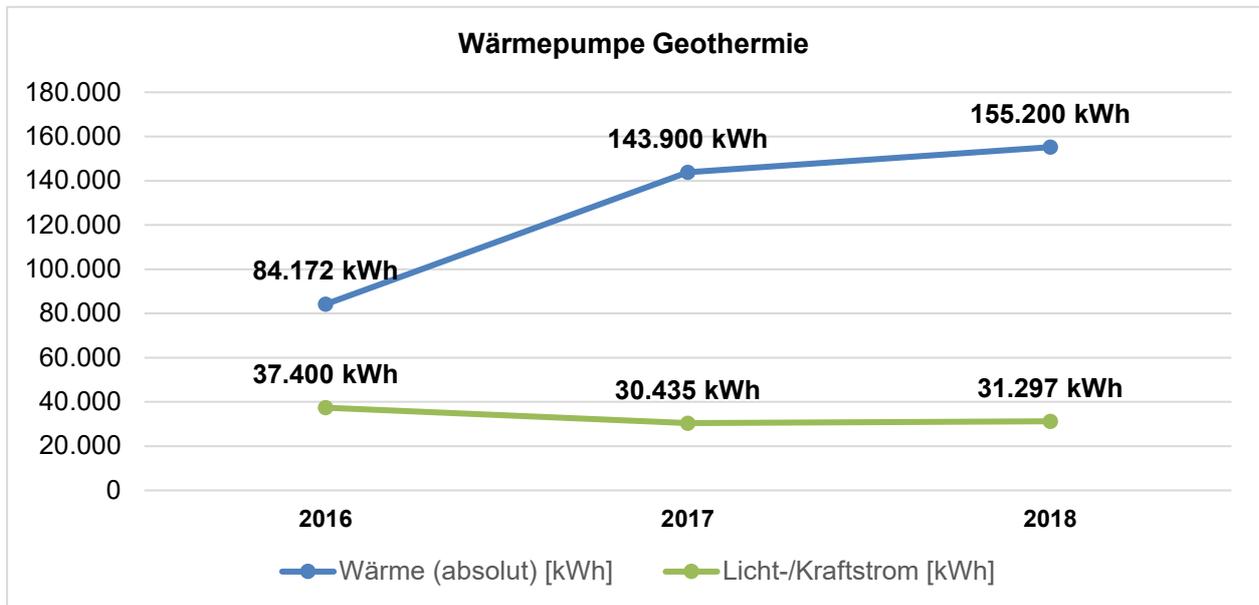


Abbildung 57 Entwicklung der Energieerträge und des Energieinputs Geothermieanlage

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	m ³	750	01.01.2018	31.12.2018	3.107
2017	m ³	735	01.01.2017	31.12.2017	2.909
2016	m ³	793	01.01.2016	31.12.2016	2.696

Der Wasserverbrauch ist mit 15 m³ um 1,9% angestiegen.

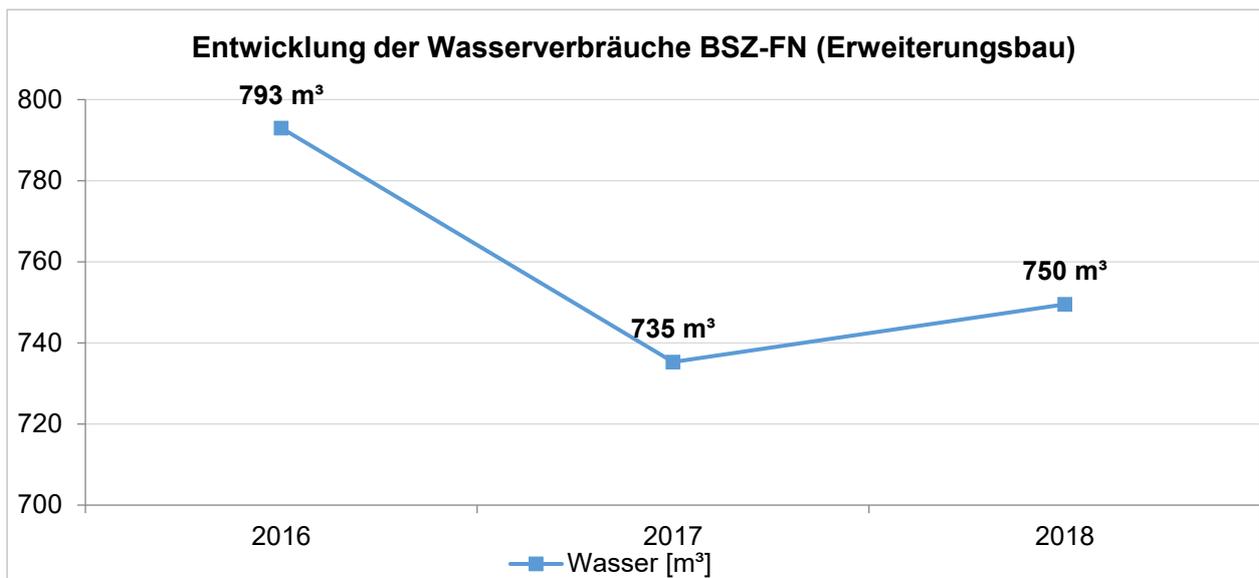


Abbildung 58 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Erweiterungsbau

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

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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 Wärmeverbrauch ist aufgrund der warmen Witterung in 2018 absolut zurückgegangen, witterungsbereinigt ist er jedoch um 5,4% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch ist mit 0,4% geringfügig angestiegen.

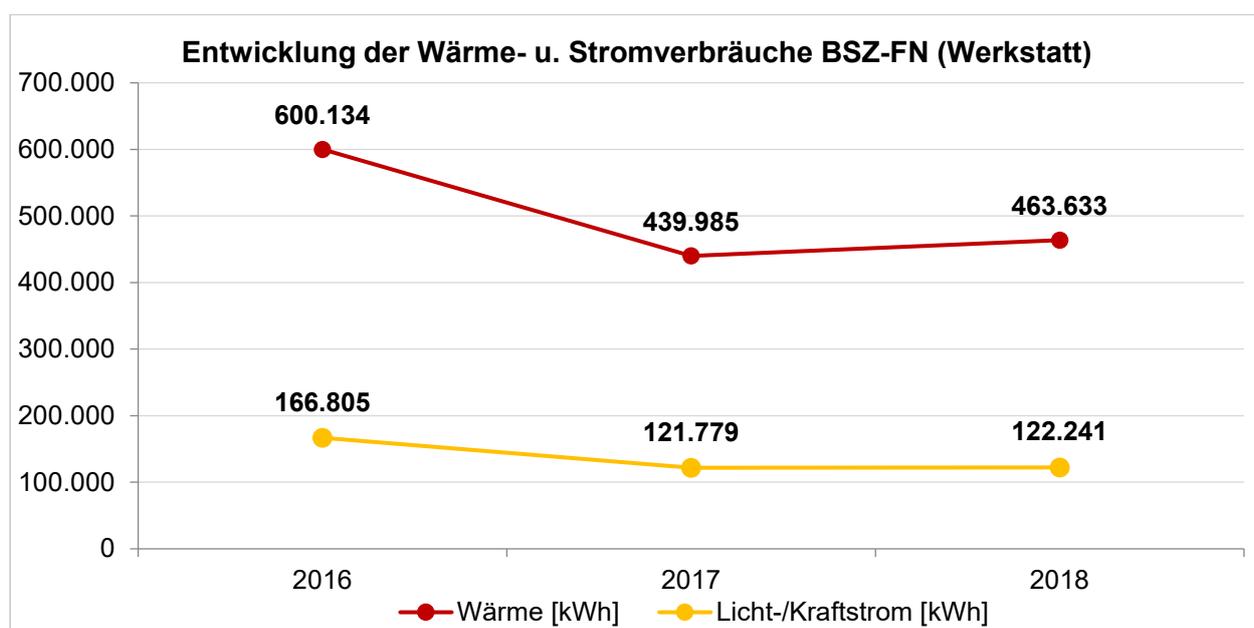


Abbildung 59 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Werkstatt (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch ist um 7,2% zurückgegangen, die Urinalspülungen wurden mit Sensoren ausgerüstet.

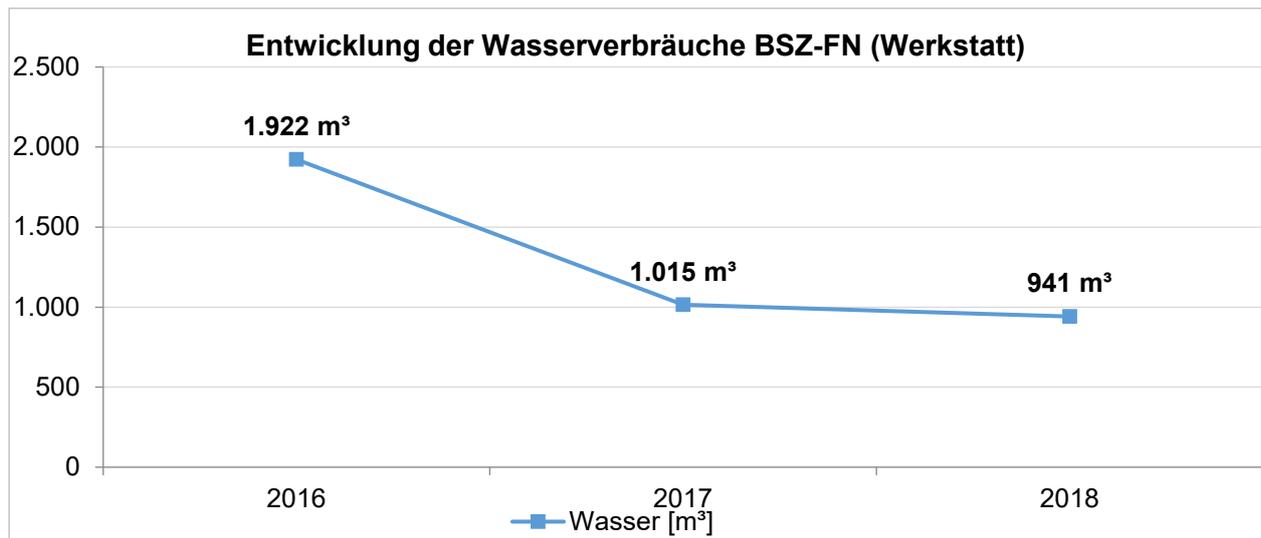


Abbildung 60 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Werkstatt

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

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Die Wärmeverbräuche in der Sporthalle sind absolut und witterungsbereinigt zurückgegangen.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Auch die Stromverbräuche haben sich um knapp 3% reduziert.

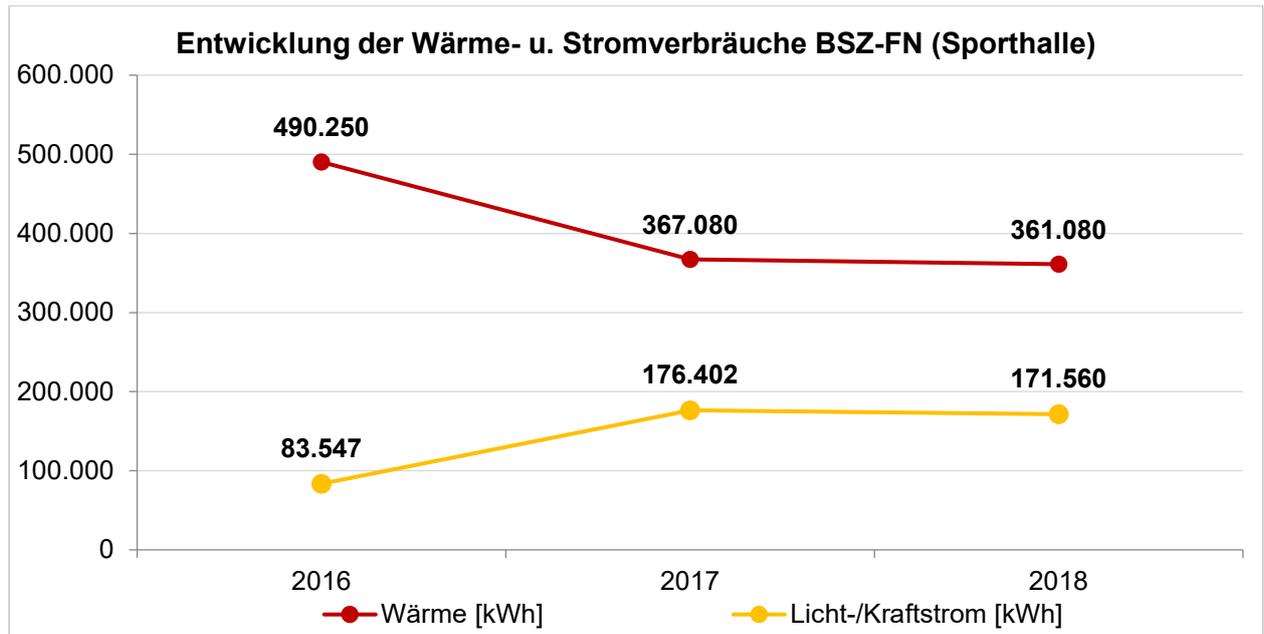


Abbildung 61 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch in der Sporthalle hat sich um 48% reduziert. In den Duschen wurde die Intervallspülung (Legionellenschutz) durch intelligente Sensorik an den Duschköpfen ersetzt. Hierdurch wird sowohl Kaltwasser als auch Energie zur Warmwasserbereitung (60° Celsius) eingespart.

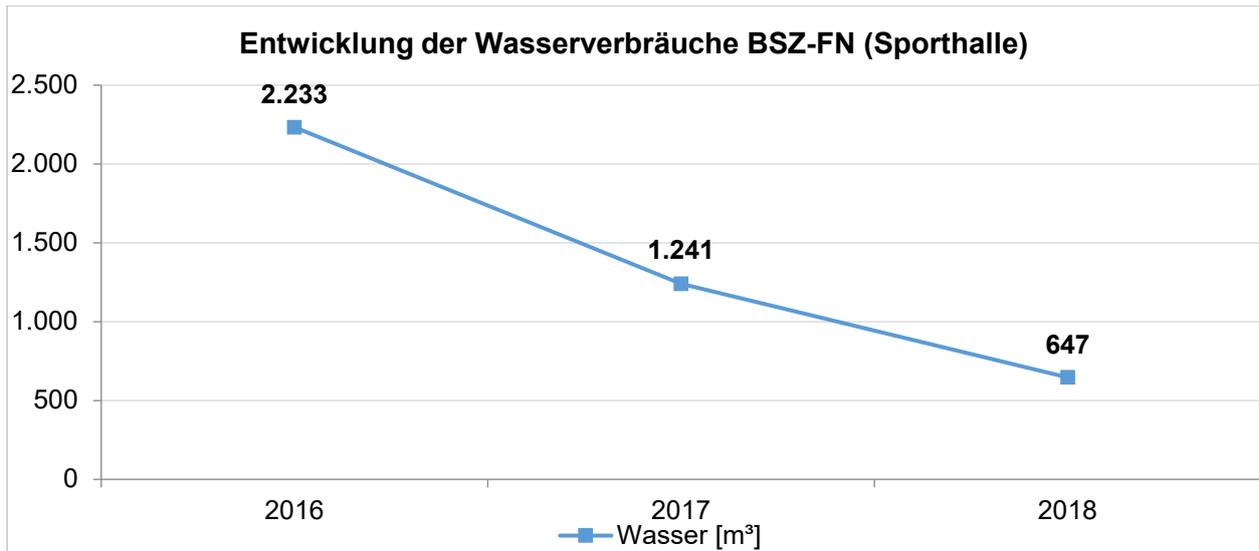


Abbildung 62 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Sporthalle

Spezifische Verbräuche der einzelnen Gebäude:**Spezifische Verbräuche Altbau Schule, Cafeteria und Kreismedienzentrum in 2018**

Wärme	kWh/m ²	82,86
Strom	kWh/m ³	26,22
Wasser in Liter/Nutzer (Person)	l/Person	1046

Spezifische Verbräuche Erweiterungsbau in 2018

Wärme	kWh/m ²	55,65
Strom	kWh/m ³	29,71

Spezifische Verbräuche Werkstatt in 2018

Wärme	kWh/m ²	64,39
Strom	kWh/m ³	20,37

Spezifische Verbräuche Sporthalle in 2018

Wärme	kWh/m ²	87,47
Strom	kWh/m ³	49,87
Wasser in Liter/m ² Fläche	l/m ² u. Jahr	188

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Sportplatz

Baujahr 1984		Nutzungskennung Sportstätte
Fläche [m ²]	3252	Bewässerung über Trinkwasser

Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr
Teilweise Wochenendnutzung

Wasserversorgung Sportplatz

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch zur Bewässerung des Sportplatzes hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 68% erhöht. Zum einen ist diese Erhöhung auf einen Defekt in der Beregnungsanlage zurückzuführen, zum anderen auf eine deutlich länger anhaltende Trockenperiode, der Platz musste von April bis Oktober bewässert werden.

Bei der Sportplatzbewässerung fallen keine Abwassergebühren an, d. h. die entstandenen Kosten sind reine Trinkwassergebühren. Um diese Kosten zu minimieren oder gar komplett entfallen zu lassen, wird aller Voraussicht nach noch in 2019 ein Grundwasserbrunnen für die Sportplatzbewässerung hergestellt.

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Friedrichshafen 2018

Sämtliche Urinalsteuerungen (ca. 60 Stück) wurden mit intelligenter Annäherungselektronik ausgestattet, hierdurch wird die gesetzlich vorgeschriebene Hygienespülung wassersparend durchgeführt. In den Duschen der Sporthalle wurde die gleiche Maßnahme gesetzt.

Sämtliche beschädigte Außenverglasungen werden ständig getauscht und mit einer deutlich besseren energetischen Qualität ersetzt, somit verringern sich die Wärmeverluste über die Glasflächen des Gebäudes. Sowohl die Innenbeleuchtungen des Zentralgebäudes, als auch die der Sporthalle wurden auf LED-Technik umgerüstet und mit Bewegungsmeldern ausgestattet. Die defekte Außenbeleuchtung an den Parkplätzen führte auch in 2018 wieder zu erhöhten Stromverbräuchen. Durch die desolaten Leitungstrassen im Erdreich war es nicht mehr möglich, die Außenbeleuchtung den vielfältigen Schaltungsanforderungen gemäß zu betreiben. Die Beleuchtung konnte nur noch an- bzw. abgeschaltet werden. Diese Methodik führte zu wesentlich längeren Betriebsdauern und in Verbindung mit den alten, stromfressenden HQL-Leuchtmitteln zu deutlich erhöhten Stromkosten.

Die im Haushalt 2018 angemeldeten Sanierungskosten konnten nicht freigegeben werden, so dass die Sanierung erst in 2019 realisiert werden kann.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Altbau	1.668.751	117.726	527.978	109.547	4.066	16.856	20.140	244.129
Erweiterungs- bau	355.600	14.138	189.817	39.384	750	3.107	6.390	56.629
Werkstatt	386.361	27.257	122.241	25.363	941	3.903	6.000	56.523
Sporthalle	300.900	21.228	171.560	35.596	647	2.680	3.440	59.504
Sportplatz					4.993	10.330		10.329
Summe	2.711.612	180.349	1.020.569	209.890	11.584	36.876	35.970	427.115

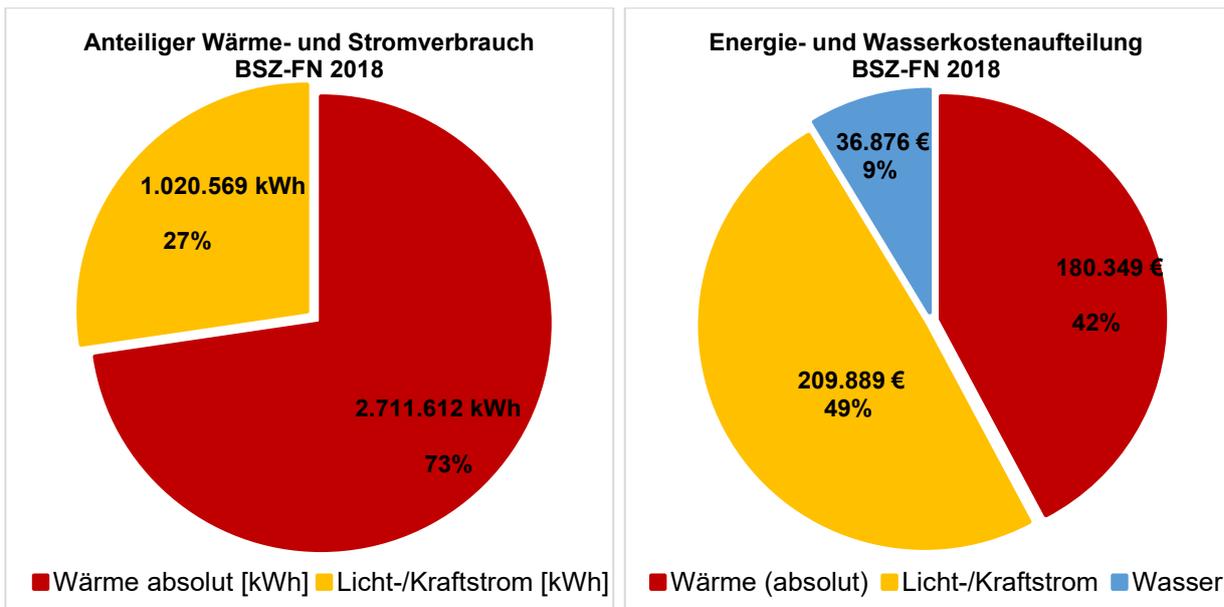


Abbildung 63 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-FN 2018
 Abbildung 64 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-FN 2018

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

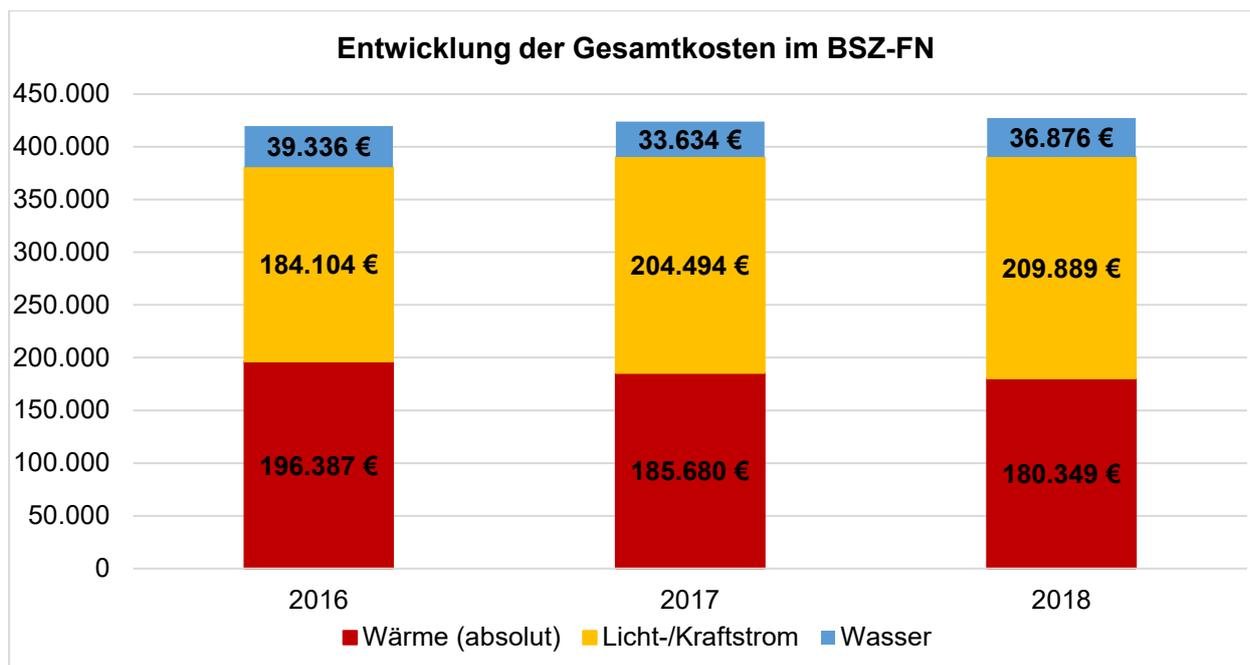


Abbildung 65 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ-FN

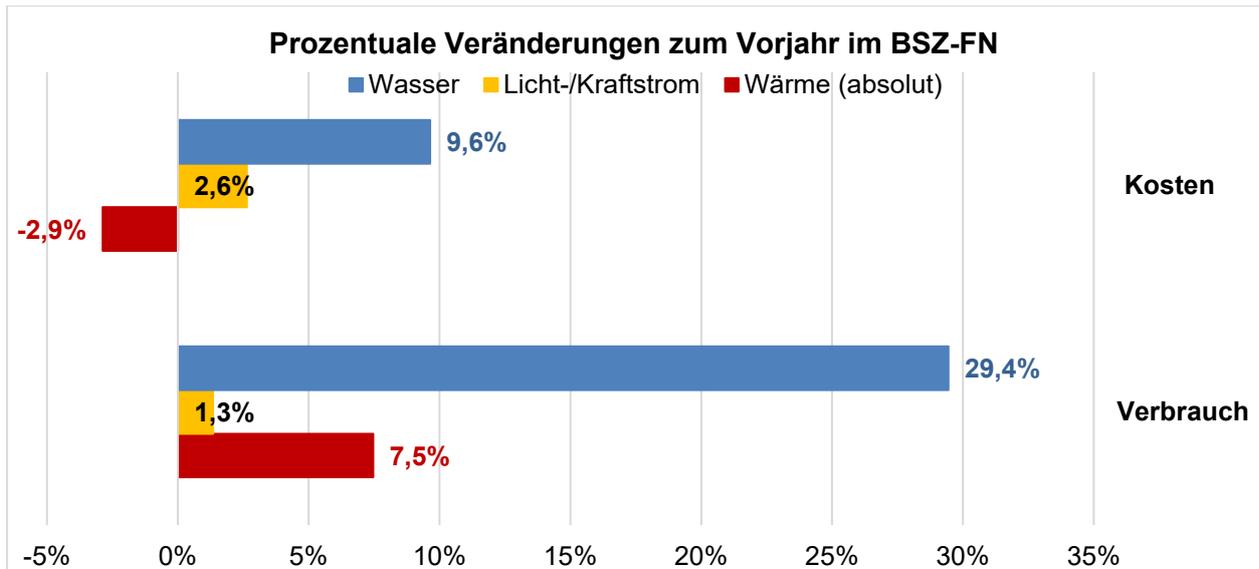


Abbildung 66 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-FN im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

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

- der Wärmeverbrauch absolut um 7,5% und unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung um 23% angestiegen ist,
- der Stromverbrauch um 1,3% angestiegen ist,
- der Wasserverbrauch in der Sporthalle stark reduziert werden konnte, aber
- der Wasserverbrauch insgesamt um 29,4% angestiegen ist, dieser Anstieg aber nur in dem erhöhten Verbrauch für die Sportplatzbewässerung begründet ist.

6.2.2 Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ-ÜB)

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

Die Verbräuche der einzelnen Gebäude werden seit 2017 über mehr Zählpunkte ermittelt, dadurch wurden die Verbräuche nur noch teilweise nach Quadratmetern bzw. Nutzern berechnet. Dies führt teilweise zu starken Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren.

Die Verbräuche der einzelnen Gebäude werden der Vollständigkeit wegen trotzdem dargestellt, sind aber mit den Werten vor 2017 nicht vergleichbar.



Berufsschulzentrum Überlingen – Kaufmännische Berufsschule (CVS)			
Baujahr 1987		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	4.955	Wärmeversorgung über Justus-von-Liebig Schule	
Qualität Wärmedämmung	mittel	Anzahl Regelungsgruppen	3
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	752	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	8
Anzahl Aufzüge	2	Einzelraumregelung	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Abluftanlage Sanitär u. Küche	
Zirkulation Warmwasser	nein		
Beregnung Außenanlagen	nein		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut – aufgrund des warmen Jahres – verringert, witterungsbereinigt ist er um 7,8% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
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 Stromverbrauch ist auch in 2018 weiter angestiegen, im Vergleich zu 2017 um 5%.

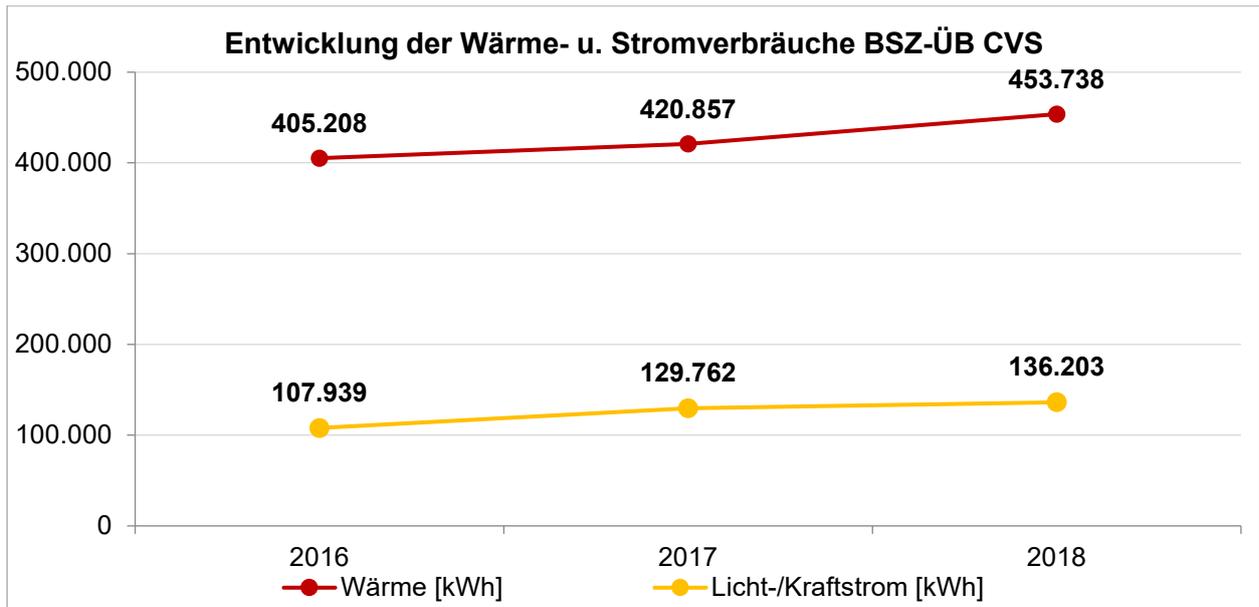


Abbildung 67 Entwicklung der Wärme- u. Stromverbräuche BSZ-ÜB CVS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch hat sich um 26 m³ bzw. 5,5% reduziert.

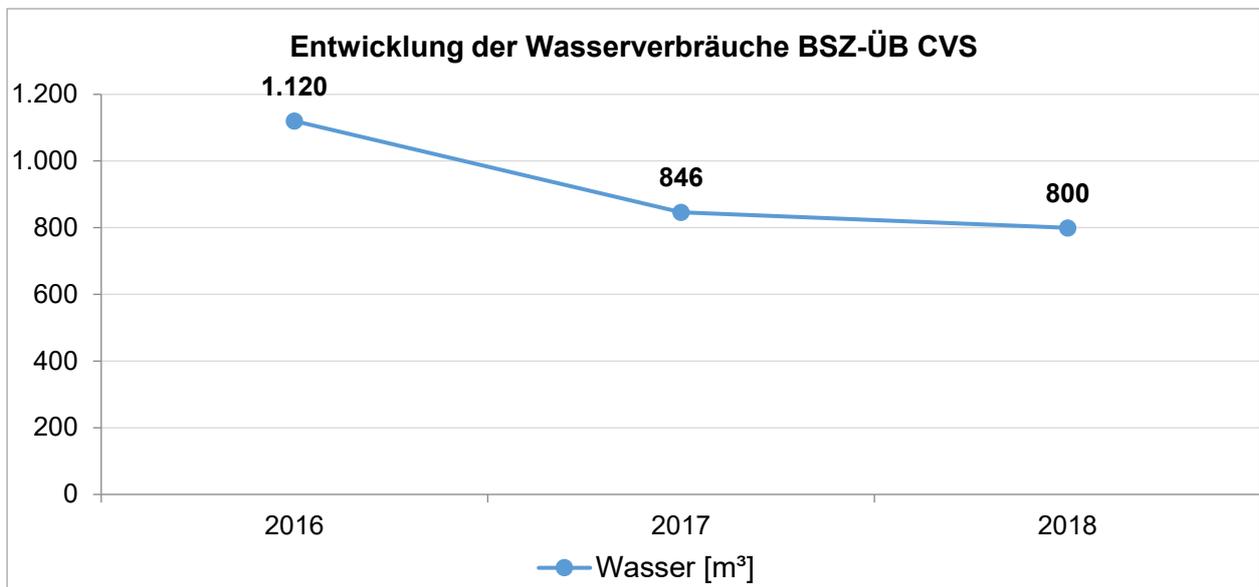


Abbildung 68 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-ÜB CVS

Berufsschulzentrum Überlingen – Berufsschule für Hauswirtschaft (JvLS)			
Baujahr 1959		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	2.662	Kesselleistung in kW	640
Qualität Wärmedämmung	mittel	Abgasverluste in %	8
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2009
Anzahl Nutzer	617	Anzahl Regelungsgruppen	4
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	2	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Absenkung täglich in h	8
Zirkulation Warmwasser	nein	Einzelraumregelung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Abluftanlage. Küche	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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 Wärmeverbrauch hat sich absolut um 5,1% verringert, witterungsbereinigt ist er um 7,8% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch ist mit 4.638 kWh um 5% angestiegen.

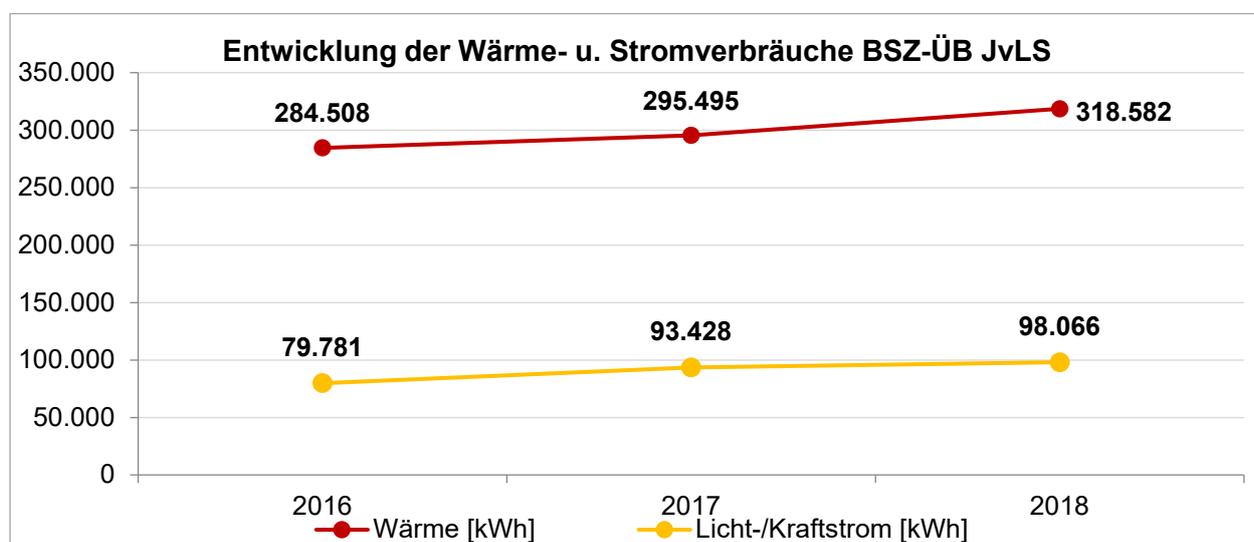


Abbildung 69 Entwicklung der Wärme- u. Stromverbräuche BSZ-ÜB JvLS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Die Wasserverbräuche haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 3,4% verringert.

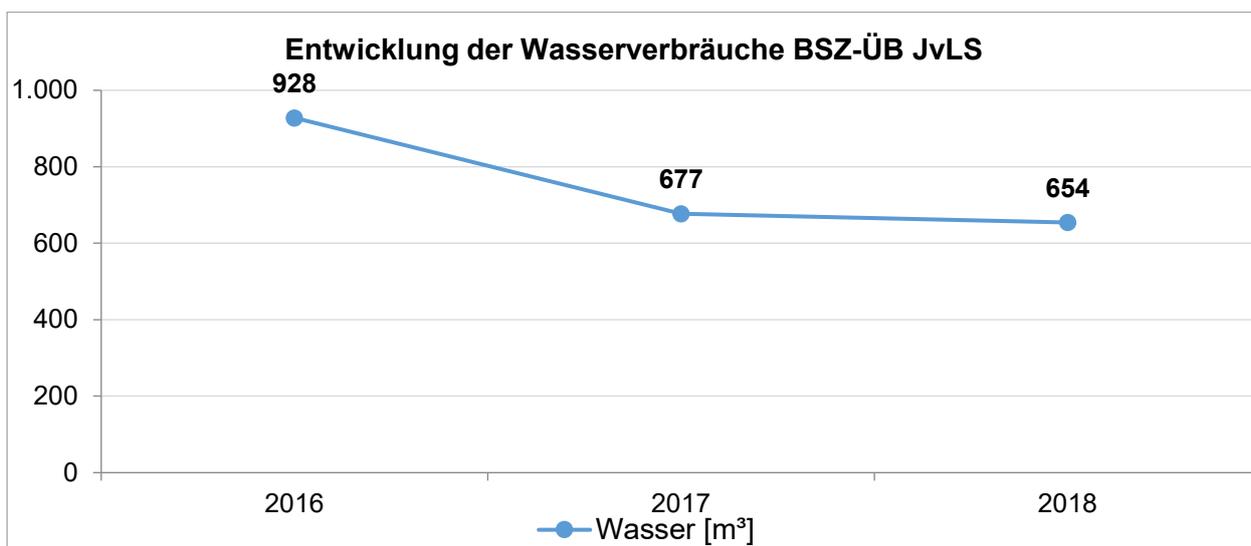


Abbildung 70 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-ÜB JvLS

Berufsschulzentrum Überlingen – Gewerbliche Berufsschule (JZG)			
Baujahr 1959		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.050	Kesselleistung in kW	910
Qualität Wärmedämmung	mittel	Abgasverluste in %	8,5
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	1999
Anzahl Nutzer	686	Anzahl Regelungsgruppen	5
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Absenkung täglich in h	8
Zirkulation Warmwasser	nein	Einzelraumregelung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage ohne WRG	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Der starke Anstieg beim Wärmeverbrauch ist auf die defekte Heizungsregelung zurückzuführen.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch ist mit 8.368 kWh um 14% gestiegen. Aufgrund von zu hohen Radonwerten in den Unterrichtsräumen im Untergeschoss musste der Luftwechsel stark erhöht werden, die Lüftungsanlagen laufen verstärkt. Dies führt zu höheren Stromverbräuchen und –kosten. 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.

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch ist aufgrund des trockenen Jahres angestiegen, da nicht genügend Regenwasser für die WC-Spülungen zur Verfügung stand und der Regenwassertank mit Trinkwasser nachgespeist werden musste.

Berufsschulzentrum Überlingen - Werkstatt			
Baujahr 1977		Nutzungskennung Turn-/Sporthalle	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	2.520	Wärmeversorgung über J-Z-Schule	
Qualität Wärmedämmung	mittel	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			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung Werkstatt							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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

Die Heizungsregelung der Werkstatt ist seit 2018 defekt, d.h. die Wärmeversorgung wird per Handbetrieb geregelt. Dieser Defekt hat zu den deutlich höheren Wärmeverbräuchen – plus

32% (54.258 kWh) im Vergleich zum Vorjahr - geführt. Witterungsbereinigt hat sich der Verbrauch im Vergleich zum Vorjahr um 50% erhöht. 2017 hat es einen Brand in der Werkstatt gegeben, die anschließende umfangreiche Sanierung hat zu eingeschränktem Betrieb in 2017 geführt. Es wurde eine neue Späneabsaugung und eine neue Lüftung für die Lackierwerkstatt eingebaut, wobei sich aufgrund neuer Vorschriften die Dimensionen erhöht haben (erhöhte Verbräuche). Seit 2018 wird die Werkstatt wieder im Regelbetrieb genutzt.

Licht-/Kraftstromversorgung Werkstatt					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Stromverbrauch hat sich mit einer Steigerung von 5% leicht erhöht.

Wasserversorgung Werkstatt					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Wasserverbrauch ist mit einem Mehrverbrauch von 28 m³ um 15% angestiegen. Der Anstieg ist auf den Regelbetrieb in 2018 (2017 wegen Brand eingeschränkter Betrieb) zurückzuführen.

Insgesamt ist der Wärmeverbrauch der Jörg-Zürn-Gewerbeschule mit 172.970 kWh um 32% angestiegen. Dies ist auf die ganzjährige Nutzung der Werkstatt und die defekte Regelung der Heizung zurückzuführen. Der Stromverbrauch ist um knapp 10% angestiegen. Die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Jörg-Zürn-Gewerbeschule (Schulgebäude und Werkstatt) werden in den folgenden Grafiken gezeigt:

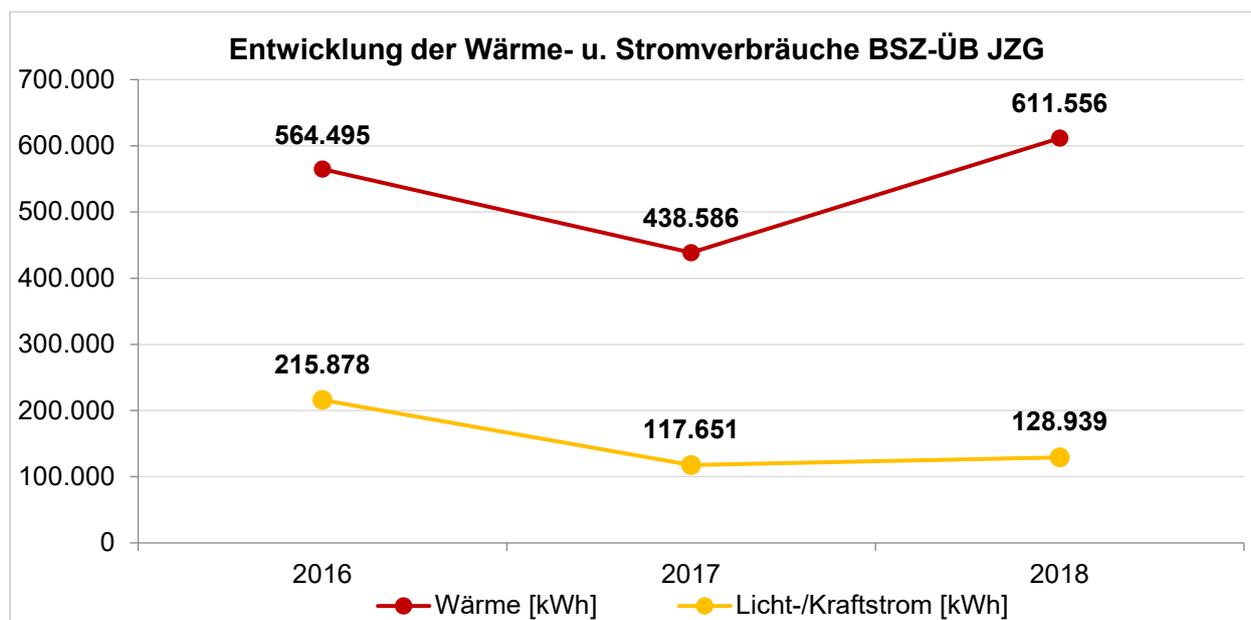


Abbildung 71 Entwicklung der Wärme- u. Stromverbräuche BSZ-ÜB JZG (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Im Folgenden sind die spezifischen Verbräuche der drei Schulen im Jahr 2018 dargestellt. Die Wärmeverbräuche beziehen sich auf den absoluten Wärmeverbrauch.

Spezifische Verbräuche CVS in 2018

Wärme	kWh/m ²	91,57
Strom	kWh/m ³	27,49
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	1.063

Spezifische Verbräuche JvLS in 2018

Wärme	kWh/m ²	52,66
Strom	kWh/m ³	16,21
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	954

Spezifische Verbräuche JZG in 2018

Wärme	kWh/m ²	49,25
Strom	kWh/m ³	11,11
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	726

Spezifische Verbräuche Werkstatt in 2018

Wärme	kWh/m ²	89
Strom	kWh/m ³	24
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	312

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

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung Sporthalle							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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 Wärmeverbrauch hat sich absolut um 8.846 kWh vermindert, witterungsbereinigt ist er um 8% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch der Sporthalle ist leicht um 683 kWh zurückgegangen. Er lässt sich dauerhaft und in größerem Maße durch die Umrüstung auf LED-Leuchtkörper und den Einsatz von Anwesenheitssensoren reduzieren.

Wasserverbräuche:**Wasserversorgung Sporthalle**

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

2018 wurden in der Sporthalle 107 m³ (27%) weniger Wasser benötigt.

Spezifische Sporthallenverbräuche in 2018

Wärmeverbrauch/m ²	kWh/m ²	63,01
Stromverbrauch/m ²	kWh/m ³	36,08
Wasserverbrauch Liter/m ² u. Jahr	l/m ²	116,35

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Überlingen 2018:

Im Berufsschulzentrum sind in 2018 keine energetischen Gebäudesanierungen durchgeführt worden.

Verbräuche und Kosten des gesamten BSZ-Überlingen zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Kaufmännische Berufsschule	387.810	19.668	136.203	28.318	800	3.161	4.995	51.147
Gewerbliche Berufsschule	297.938	18.625	67.193	13.970	498	2.333	6.050	34.928
Hauswirtschaftl. Berufsschule	272.292	13.809	98.066	20.389	654	2.586	2.662	36.784
Werkstatt	224.760	14.051	61.745	12.838	214	1.000	2.520	27.889
Sporthalle	165.025	8.369	94.903	19.732	306	1.238	2.630	29.339
Summe	1.347.825	74.522	458.110	95.247	2.472	10.318	18.857	180.087

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Berufsschulzentrum Überlingen im Jahr 2018 stellen sich wie folgt dar:

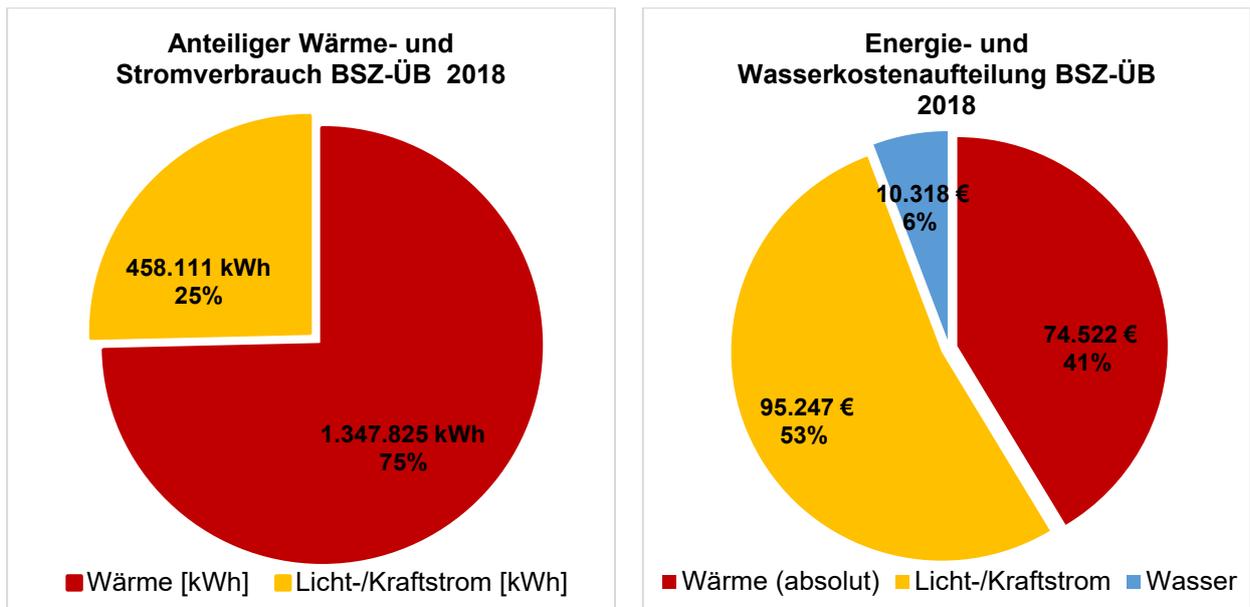


Abbildung 72 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-ÜB 2018
 Abbildung 73 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-ÜB 2018

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

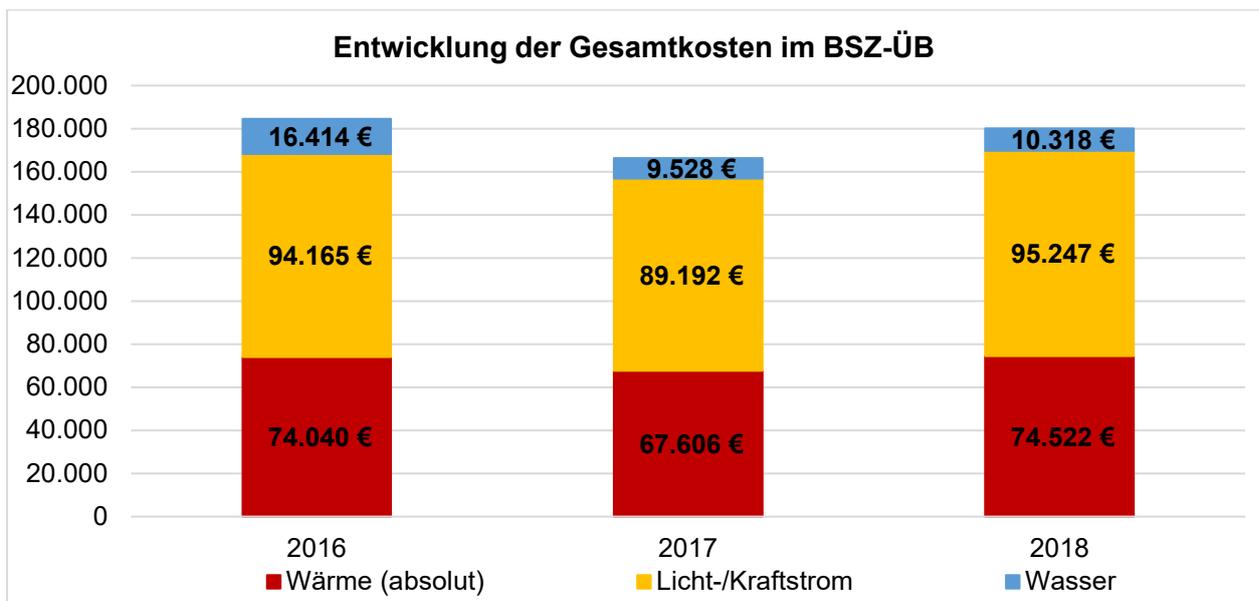


Abbildung 74 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)

Insgesamt sind die Kosten für die Wärme- und Energieverbräuche im Vergleich zu 2017 um 8,3% angestiegen. Dies liegt an dem absoluten Mehrverbrauch von 10,2% bei der Wärmeversorgung und einem Anstieg von 4,7% beim Stromverbrauch.

Der Wasserverbrauch ist um 6,9% angestiegen, dies hat eine Kostensteigerung von 8,3% bewirkt.

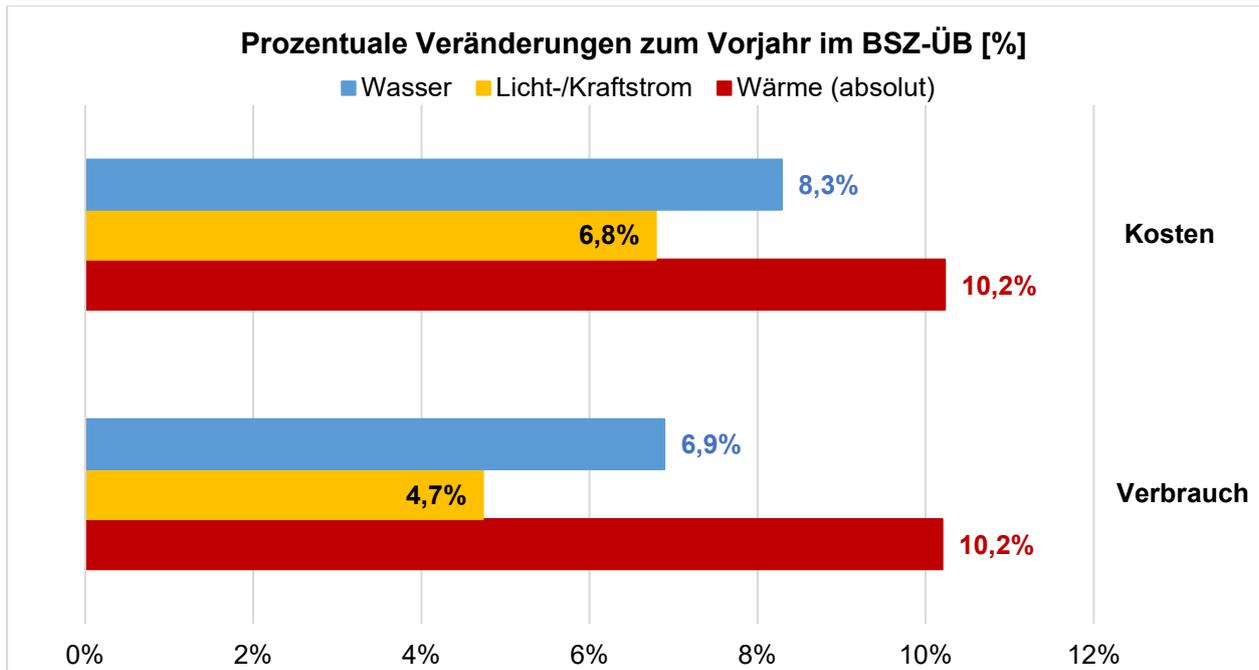


Abbildung 75 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-ÜB im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

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

- der Wärmeverbrauch absolut um 10,2% und unter Berücksichtigung der Witterungsreinigung um 26% erhöht hat,
- der Stromverbrauch um 4,7% angestiegen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 6,9% erhöht hat.

Ein großer Teil des erhöhten Wärmeverbrauchs ist auf die defekte Heizungsregelung in der Jörg-Zürn-Gewerbeschule während der gesamten Heizperiode zurückzuführen. In den anderen beiden Schulen sowie der Sporthalle ist der Wärmeverbrauch aufgrund des warmen Jahres absolut zurückgegangen, witterungsbereinigt hat er sich jedoch auch um knapp 8% erhöht.

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.



Bildungszentrum Markdorf - Schulgebäude			
Baujahr 1972		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	24.250	Kessel 1 u. 2 Leistung in kW	3060
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Kessel 3	370
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	1985 u. 1998
Anzahl Nutzer	1527	Anzahl Regelungsgruppen	3
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	2	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Absenkung täglich in h	10
Zirkulation Warmwasser	ja	Einzelraumregelung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage	teilweise
Zentrale Wärmeversorgung	ja		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise Wochenendnutzung			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)							
Jahr	Energie-träger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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 Wärmeverbrauch hat sich im Jahr 2018 um 313.795 kWh – witterungsbereinigt um 2,4% – verringert. Dies ist auf die Optimierung der Heizungsregelung zurückzuführen.

Licht-/Kraftstromversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch ist im Vergleich zu 2017 um 2,9% (14.830 kWh) zurückgegangen. Die Reduzierung konnte durch den Einsatz effizienterer Pumpen erzielt werden.

Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche insgesamt ist rückläufig.

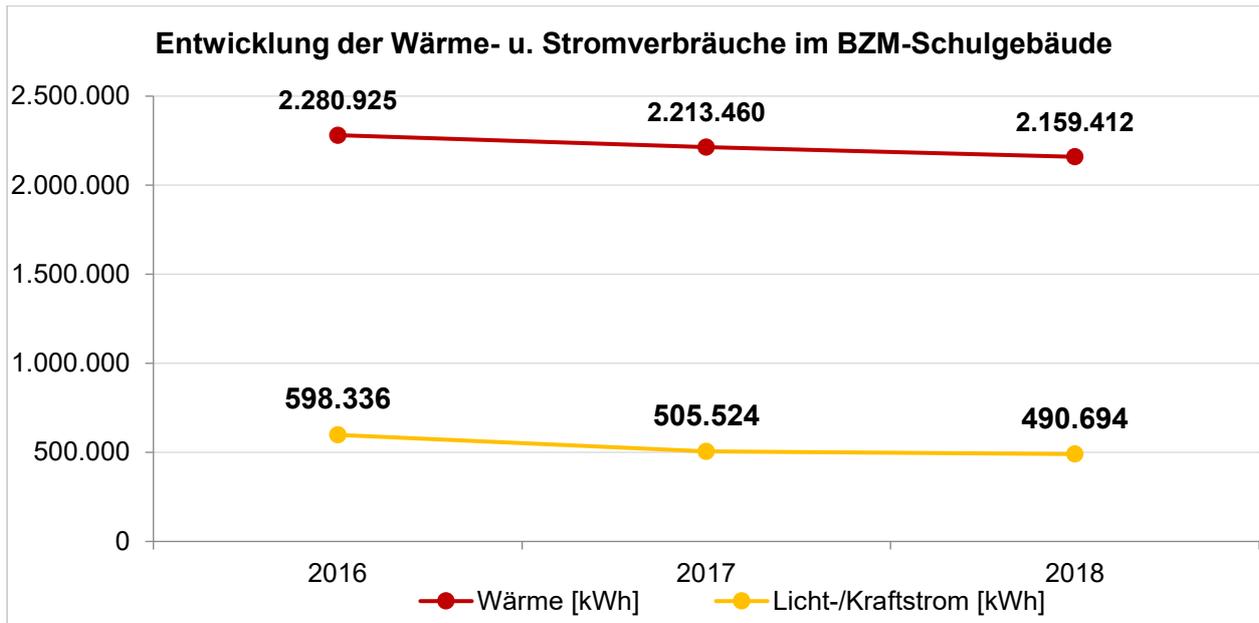


Abbildung 76 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Schulgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	m ³	2.189	01.01.2018	01.01.2018	8.532
2017	m ³	2.189	01.01.2017	31.12.2017	16.399
2016	m ³	2.522	01.01.2016	31.12.2016	17.692

Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr bei gleichbleibender Nutzerzahl nicht verändert. Da bei den Kosten nur die Kosten für den Wasserbezug und das Abwasser, jedoch nicht wie in den Vorjahren das Niederschlagswasser berücksichtigt wurde, stellen sich die Kosten im Vergleich zum Vorjahr geringer dar.

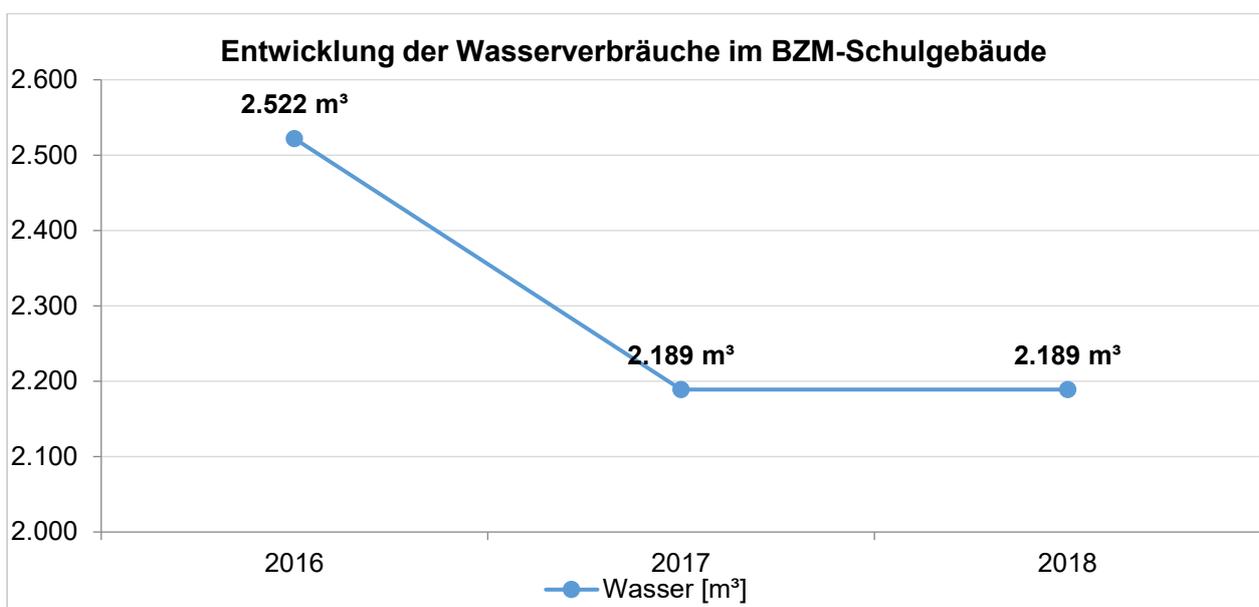


Abbildung 77 Entwicklung der Wasserverbräuche BZM Schulgebäude

Spezifische Verbräuche Schulgebäude in 2018

Wärme	kWh/m ²	89,05
Strom	kWh/m ³	20,23
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	1.434

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018:

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

Bildungszentrum Markdorf – Sporthalle 1 (alte Sporthalle)			
Baujahr 1969		Nutzungskennung Turn-/Sporthalle	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.420	Wärmeversorgung über Hauptgebäude	
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Absenkung täglich in h	6
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	dezentral
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Zentrale Wärmeversorgung	nein		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise auch Wochenendnutzung			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung Sporthalle 1							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
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 Wärmeverbrauch ist in 2018 im Vergleich zum Vorjahr witterungsbereinigt um 3,4% zurückgegangen.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle 1					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Der Stromverbrauch ist ebenfalls um 3,4% zurückgegangen, damit setzt sich die Reduzierung des Vorjahres fort.

Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in grafischer Darstellung:

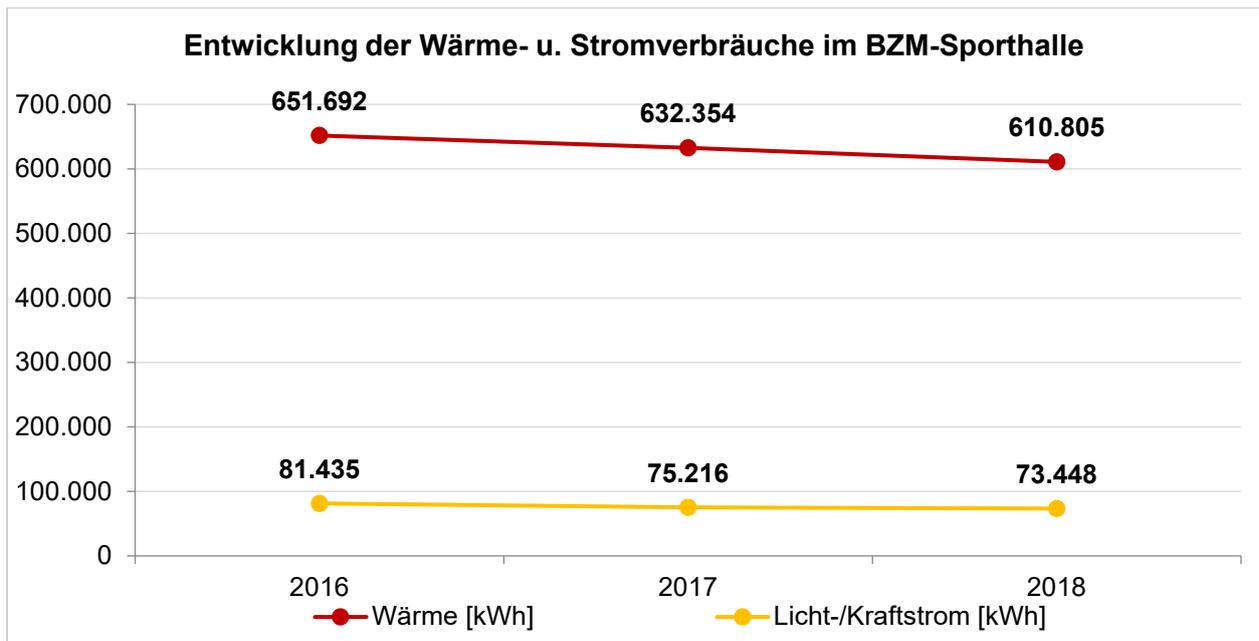


Abbildung 78 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Sporthalle 1 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung Sporthalle 1					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Die für die Größe und Nutzung der Halle geringen Wasserverbräuche sind auf den schlechten Zustand der sanitären Anlagen zurückzuführen. Die Anlagen werden wenig genutzt. Die Zunahme in 2017 ist auf einen Wasserrohrbruch zurückzuführen, es liefen 49 m³ Wasser aus.

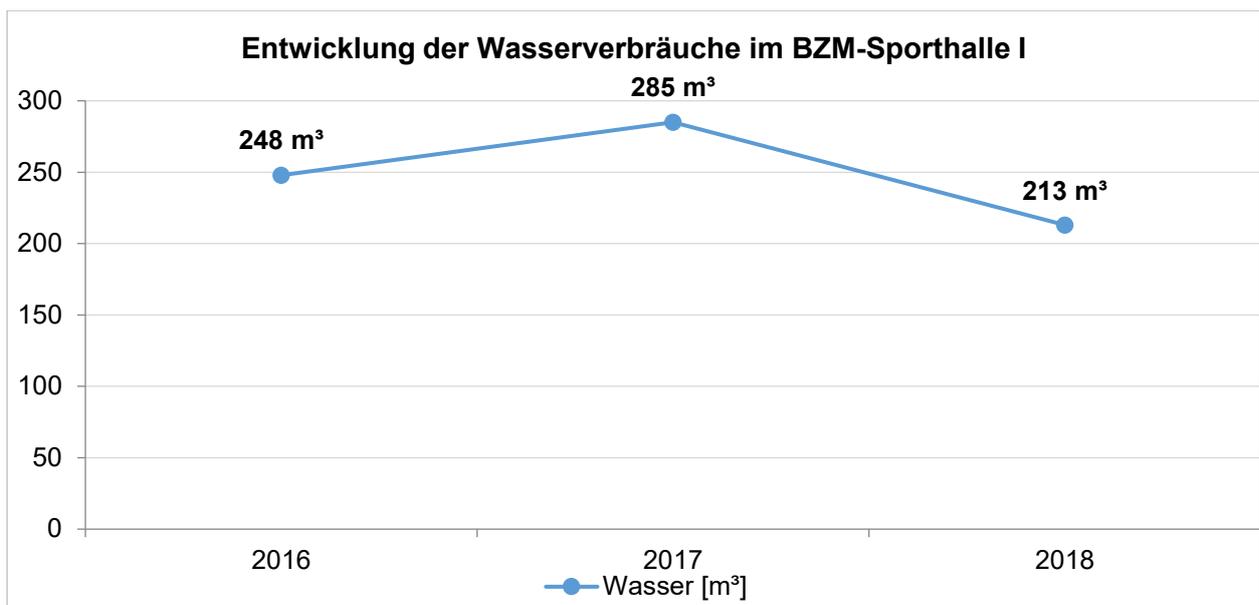


Abbildung 79 Entwicklung der Wasserverbräuche BZM Sporthalle 1

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

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung Sporthalle 2							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2018	Erdgas	kWh	273.615	314.657	01.01.2018	01.01.2018	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

Die Wärmeverbräuche der Sporthalle 2 beinhalten auch die Verbräuche für die Warmwasserbereitung. Aufgrund der sehr schlechten Sanitäranlagen in der Sporthalle 1 wird dort kaum geduscht, sondern auf die Sanitäranlagen der Sporthalle 2 ausgewichen. Dies hat hohe Wasserverbräuche insgesamt zur Folge, aber auch einen erhöhten Wärmebedarf zur Warmwasserbereitung. Außerdem wird aus hygienischen Gründen (Legionellenvermeidung) die Speichertemperatur konstant auf 80° Celsius gehalten. In den Sommerferien wurde das Warmwasser aus Energiespargründen abgestellt, vor Beginn des Schulunterrichts wurde umfangreich gespült.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle 2					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	59.059	01.01.2018	01.01.2018	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

Die Verringerung des Stromverbrauchs in 2017 um 7% und in 2018 um weitere 0,5% im Vergleich zu 2016 ist sowohl auf die Sanierung der Niederspannungsfeldverteilung als auch die Optimierung in der Regelung zurückzuführen. Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in grafischer Darstellung:

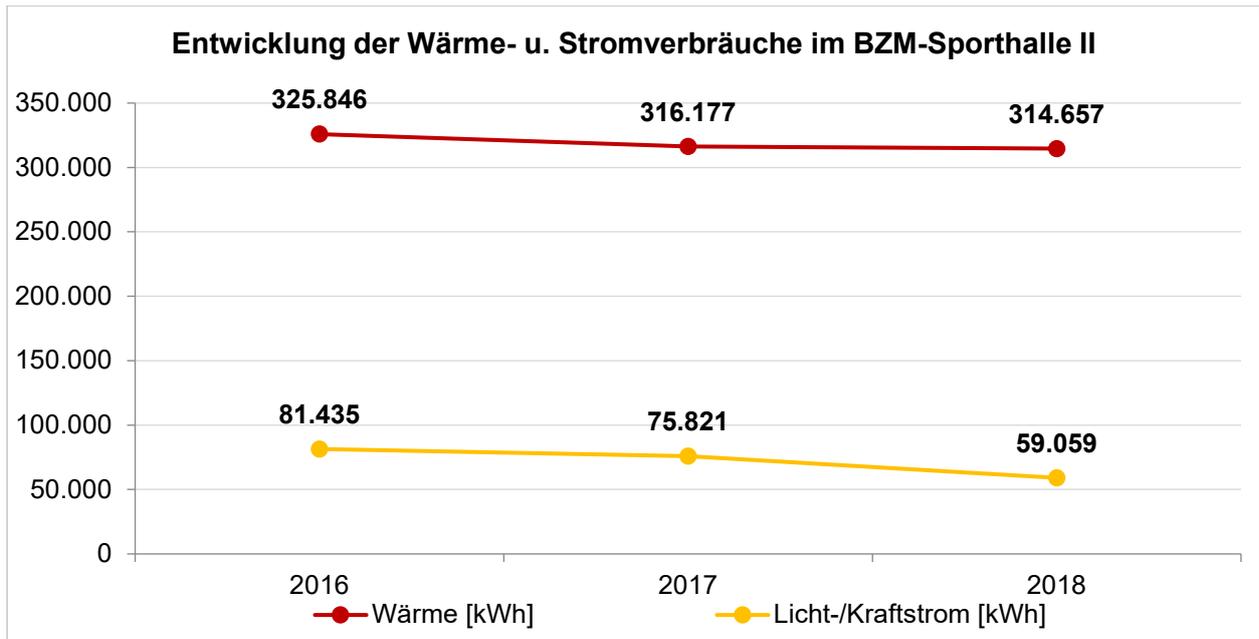


Abbildung 80 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Sporthalle 2 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung Sporthalle 2					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	m ³	1.014	01.01.2018	01.01.2018	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

Der hohe Wasserverbrauch in der Sporthalle 2 ist dem schlechten Zustand der Sanitäreinrichtungen in der Sporthalle 1 zuzuschreiben. Zum Duschen wird fast ausschließlich die Sporthalle 2 genutzt.

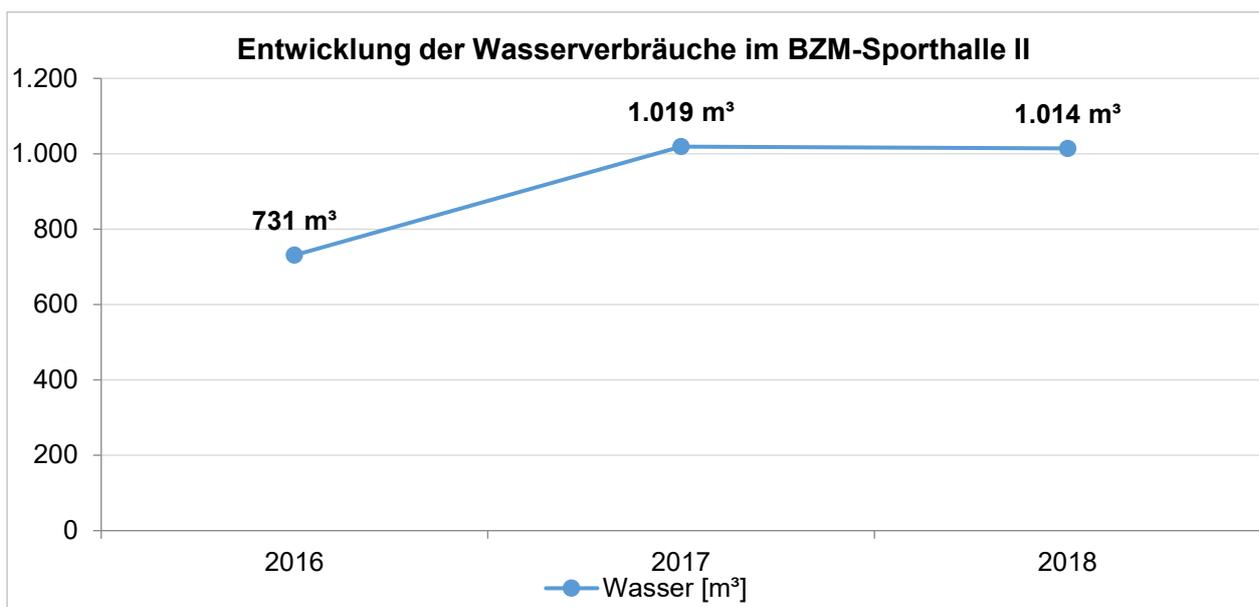


Abbildung 81 Entwicklung der Wasserverbräuche BZM Sporthalle 2

Im Rahmen der umfangreichen Sanierung der Sporthalle I und der neuen Wärmeversorgung (Contracting) wird auch die Warmwasserversorgung der Sporthallen optimiert. Hierdurch werden sich die Verbräuche und die Verbrauchskosten zukünftig reduzieren.

Spezifische Verbräuche Sporthalle I u. II in 2018		Sporthalle I	Sporthalle II
Wärme	kWh/m ²	90,37	114,42
Strom	kWh/m ³	20,85	17,27
Wasser Liter/m ² u. Jahr	l/m ² a	83,33	369,73

Verbräuche und Kosten der gesamten Liegenschaft BZM zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	1.877.749	95.833	490.694	101.236	2.189	8.532	24.250	205.601
Sporthalle 1	531.135	27.107	73.448	15.153	213	830	3.420	43.090
Sporthalle 2	273.615	13.964	59.059	12.185	1.014	3.952	2.750	30.101
Summe	2.682.499	136.904	623.205	128.574	3.416	13.314	30.420	278.793

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das BZM im Jahr 2018 stellen sich wie folgt dar:

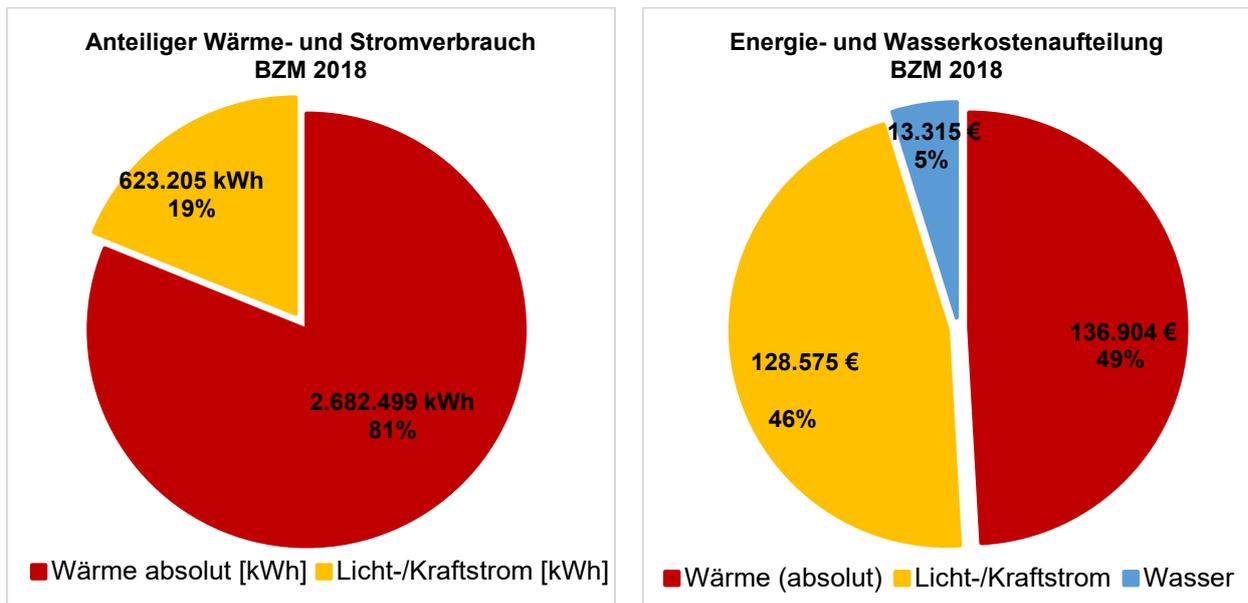


Abbildung 82 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BZM 2018
Abbildung 83 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BZM 2018

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

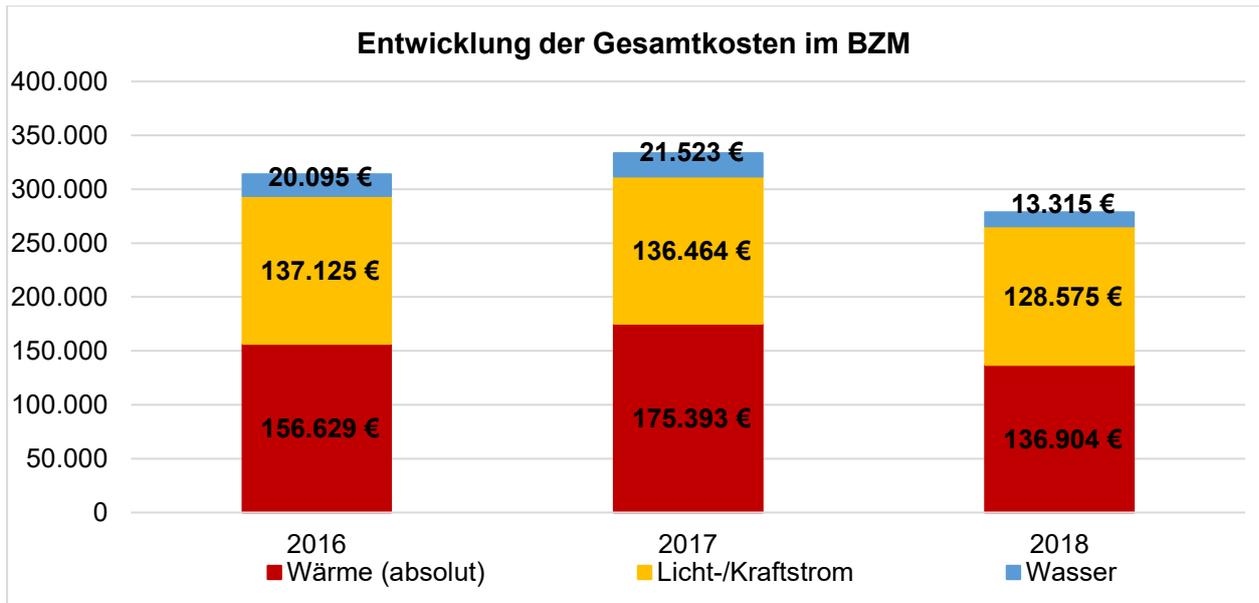


Abbildung 84 Gesamtkostenentwicklung BZM (gesamte Liegenschaft)

Die Kosten für Energie und Wärme haben sich im Vergleich zum Vorjahr um knapp 15% reduziert. Dies ist sowohl auf den warmen Sommer als auch auf die Reduktion der Stromverbräuche zurückzuführen.

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

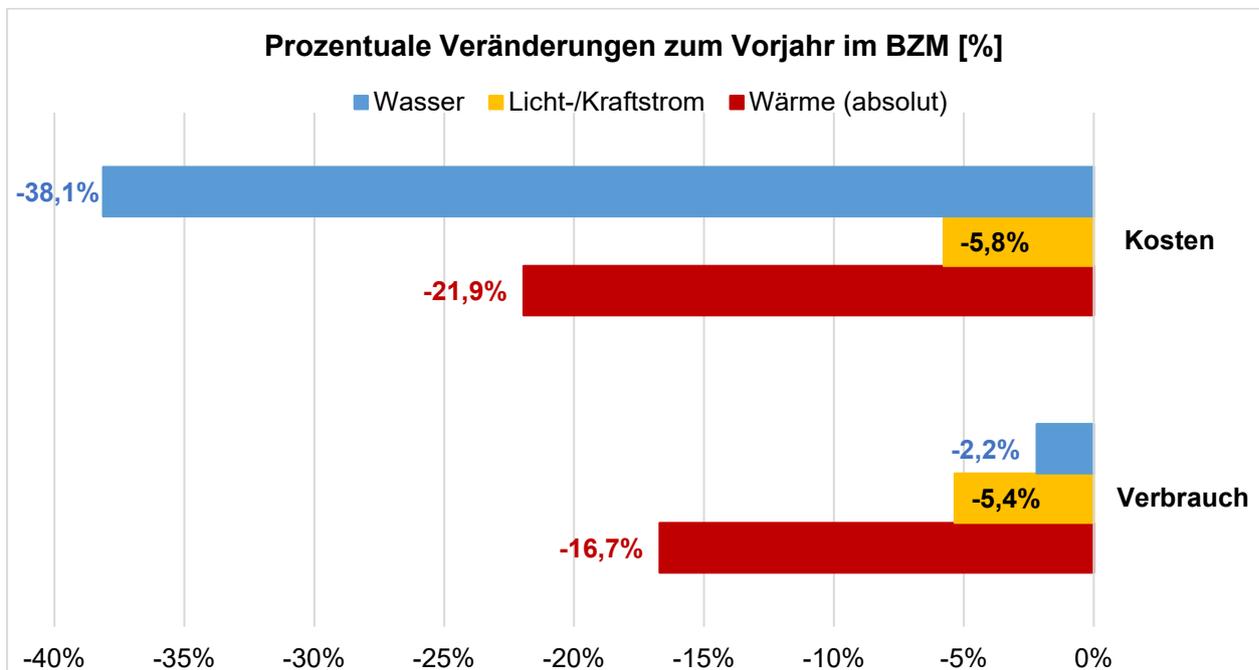


Abbildung 85 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Zusammenfassend ist für das Bildungszentrum festzustellen, dass sich die Reduzierung des Wärmeverbrauchs in der gesamten Liegenschaft sowohl absolut als auch witterungsbereinigt fortgesetzt hat, ebenso die Reduzierung des Stromverbrauchs.

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich

- der Wärmeverbrauch absolut um 16,7% und unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung um 2% verringert,
- der Stromverbrauch um 5,4% reduziert und
- der Wasserverbrauch um 2,2% reduziert.

6.2.4 Elektronikschule Tettng (EST)

Zum Gebäudekomplex der Elektronikschule 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.



Elektronikschule Tettng			
Baujahr 1969		Nutzungskennung Schule	
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	595	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			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung Schulgebäude und Wohnhaus							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2018	Erdgas	kWh	366.823	399.837	01.01.2018	31.12.2018	16.732
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

Sowohl absolut als auch witterungsbereinigt ist der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr zurückgegangen, witterungsbereinigt um 20.356 kWh bzw. um 4,8%. In der Elektronikschule Tettng wurde ein Teil der Wärme von 1999 – 2017 über ein gasbetriebenes BHKW erzeugt. Der erzeugte Strom wurde eingespeist. Wegen eines Defekts von Mitte November bis Ende Dezember 2017 konnte das BHKW nicht in voller Auslastung betrieben werden. Seit April 2018 ist das BHKW irreparabel defekt. Die Wärmeerzeugung aus dem BHKW fiel aus diesem Grund deutlich geringer als in den Vorjahren aus. (Anmerkung: Der dargestellte Wärmeverbrauch im Jahr 2016 spiegelt aufgrund eines defekten Zählers nicht den tatsächlichen Verbrauch wider.)

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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

Die Stromverbräuche sind im Vergleich zum Vorjahr um 17.770 kWh bzw. 1,7% zurückgegangen. Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in grafischer Darstellung:

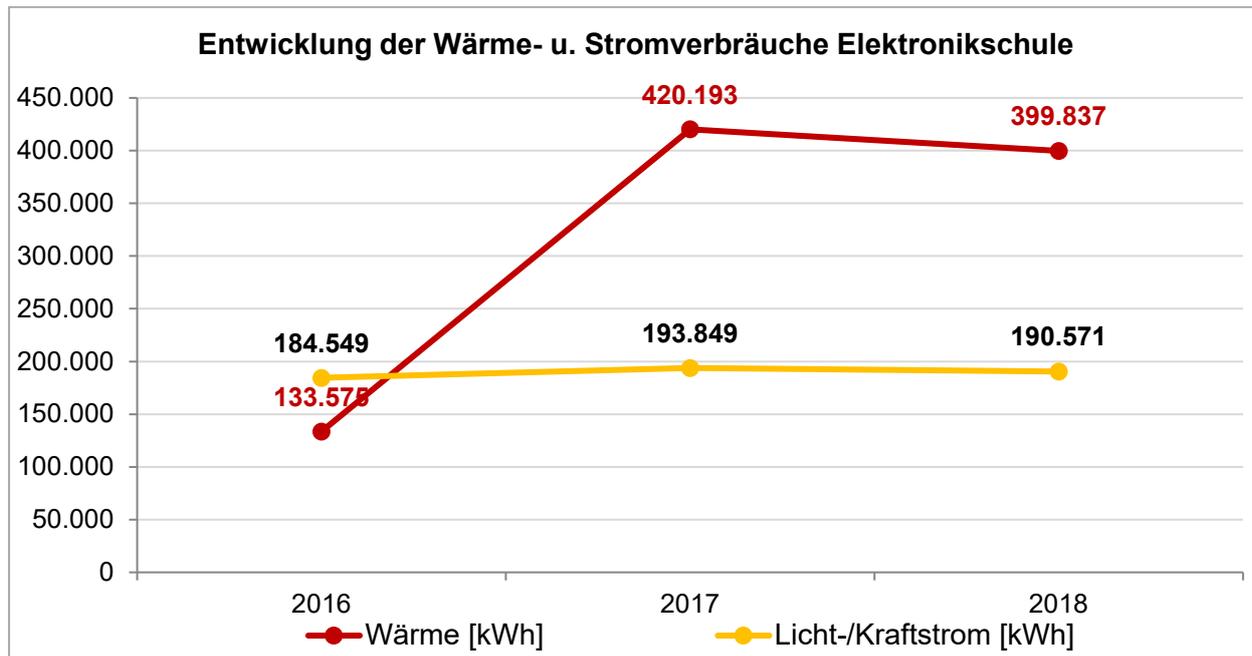


Abbildung 86 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der EST (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	m ³	971	01.01.2018	31.12.2018	4.153
2017	m ³	927	01.01.2017	31.12.2017	6.243
2016	m ³	927	01.01.2016	31.12.2016	5.769

Der Wasserverbrauch ist aufgrund des sehr trockenen Jahres um 44 m³ bzw. 4,7% angestiegen.

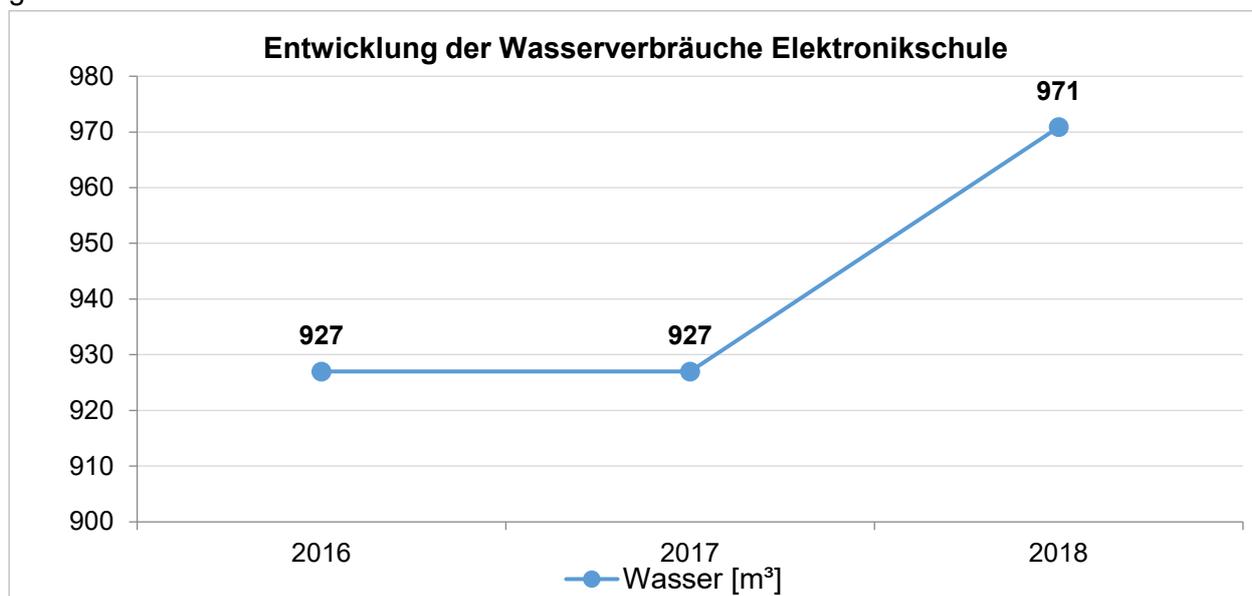


Abbildung 87 Entwicklung der Wasserverbräuche in der EST

Spezifische Verbräuche Schule in 2018

Wärme	kWh/m ²	51
Strom	kWh/m ³	24
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	1.632

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018:

In 2018 wurden keine energetischen Sanierungsmaßnahmen im Schulkomplex durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	366.823	16.733	190.571	37.484	971	3.801	7.815	58.017

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Elektronikschule im Jahr 2018 stellen sich wie folgt dar:

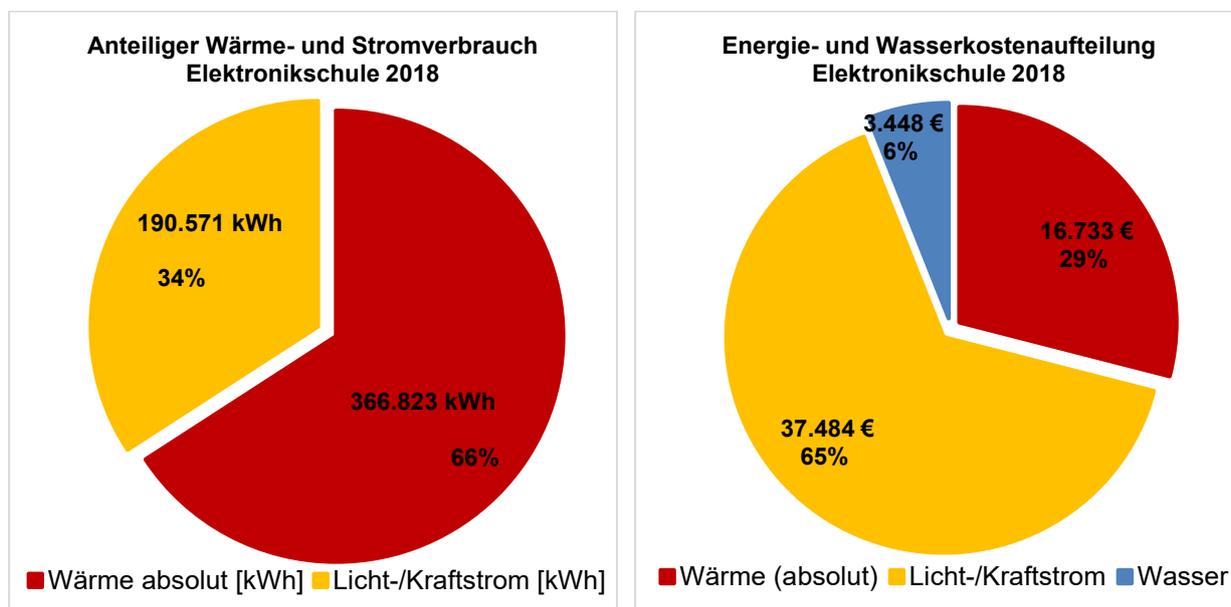


Abbildung 88 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2018

Abbildung 89 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2018

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

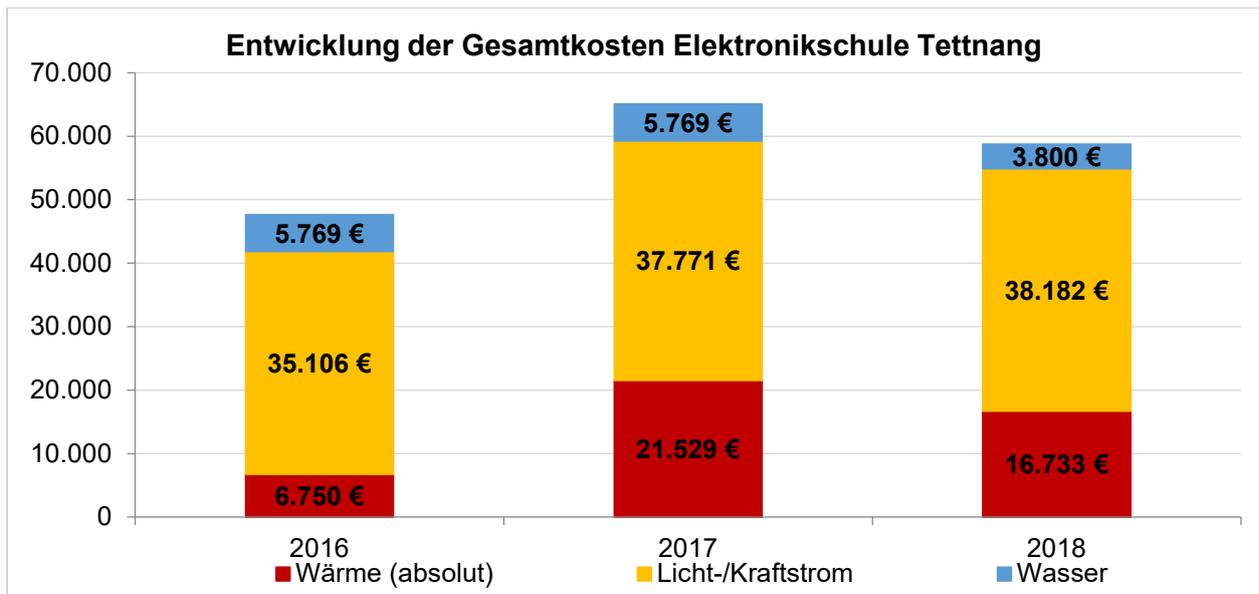


Abbildung 90 Kostenentwicklung der Verbräuche in der EST

Es ist festzustellen, dass sich die Kosten für Energie in Summe im Vergleich zum Vorjahr um 8,6% reduziert haben.

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

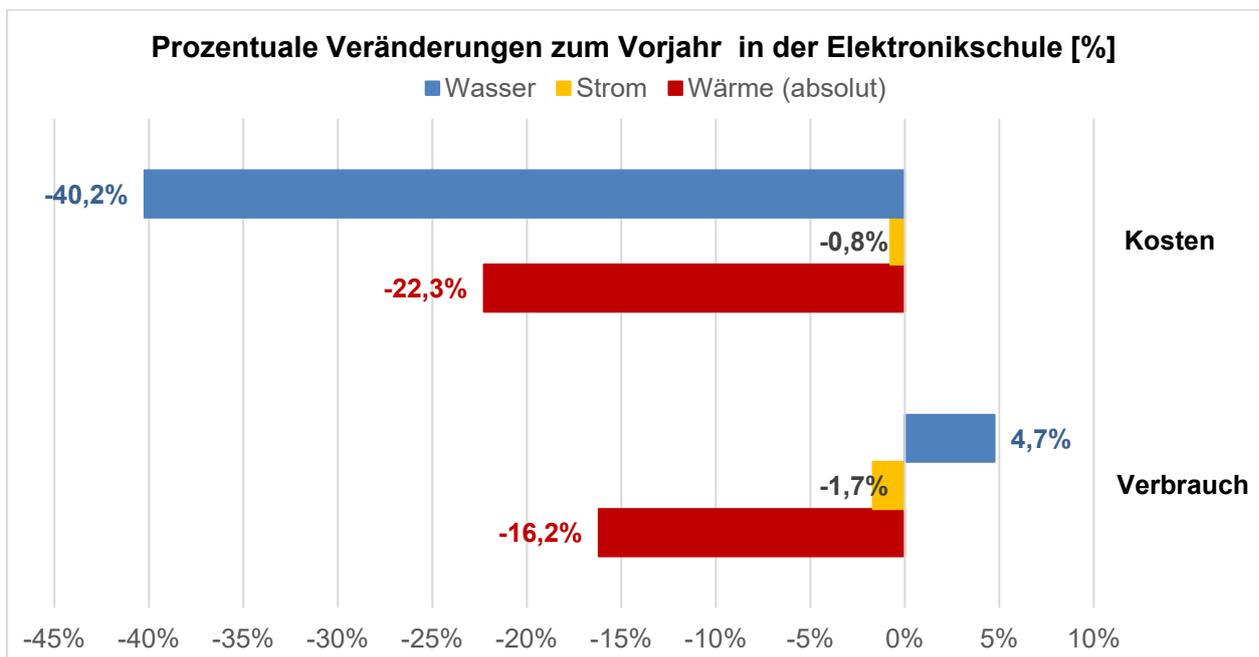


Abbildung 91 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

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

- der Wärmeverbrauch - auch unter Berücksichtigung der Witterungsreinigung – um knapp 5% verringert hat,
- der Stromverbrauch um 1,1% zurückgegangen ist und sich
- der Wasserverbrauch um knapp 5% erhöht hat.

6.2.5 Hotel- und Gaststättenschule Tettang (HoGa)

Zu dieser Liegenschaft gehören neben den Schulgebäuden auch eine kleine Gymnastikhalle, die von der Stadt Tettang und von der VHS gantztägig 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		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	4.140	Kessel Leistung in kW	335
Qualität Wärmedämmung	mittel	Abgasverluste in %	Null
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	1984
Anzahl Nutzer (Schülerschaft)	538	Anzahl Regelungsgruppen	9
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Absenkung täglich in h	12
Zirkulation Warmwasser	ja	Einzelraumregelung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage	teilweise
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung (Schulgebäude, Wohnhaus, Hopfenverband, Gymnastikhalle)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2018	Erdgas	kWh	262.590	286.223	01.01.2018	31.12.2018	11.858
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 Wärmeverbrauch hat sich absolut um 30.284 kWh verringert, witterungsbereinigt ist er jedoch im Vergleich zum Vorjahr um 5.064 kWh bzw. 1,8% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung (Schulgebäude, Hopfenverband, Gymnastikhalle)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
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 Stromverbrauch ist um knapp 9% angestiegen.

Wärmeversorgung Schulgebäude und Gymnastikhalle

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2018	Erdgas	kWh	234.848	255.984	01.01.2018	31.12.2018	11.382
2017	Erdgas	kWh	259.343	248.969	01.01.2017	31.12.2017	11.420

Licht-/Kraftstromversorgung Schulgebäude und Gymnastikhalle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	71.486	01.01.2018	31.12.2018	14.378
2017	kWh	65.557	01.01.2017	31.12.2017	13.351

Die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in grafischer Darstellung:

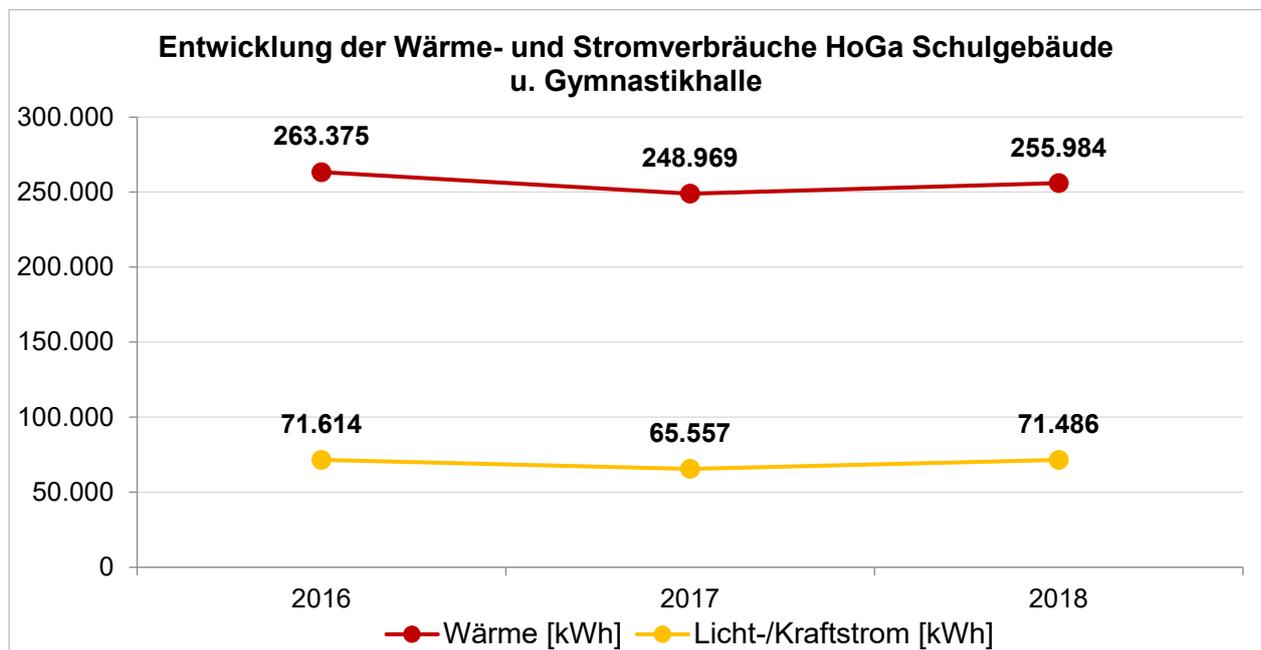


Abbildung 92 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:**Wasserversorgung Schulgebäude**

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	m ³	540	01.01.2018	31.12.2018	1.872
2017	m ³	564	01.01.2017	31.12.2017	2.990
2016	m ³	517	01.01.2016	31.12.2016	2.828

Der Wasserverbrauch ist bei fast identischer Schülerzahl um 4,3% bzw. 24 m³ gesunken, obwohl aufgrund des trockenen Sommers weniger Regenwasser als 2017 für die WC-Spülungen zur Verfügung stand.

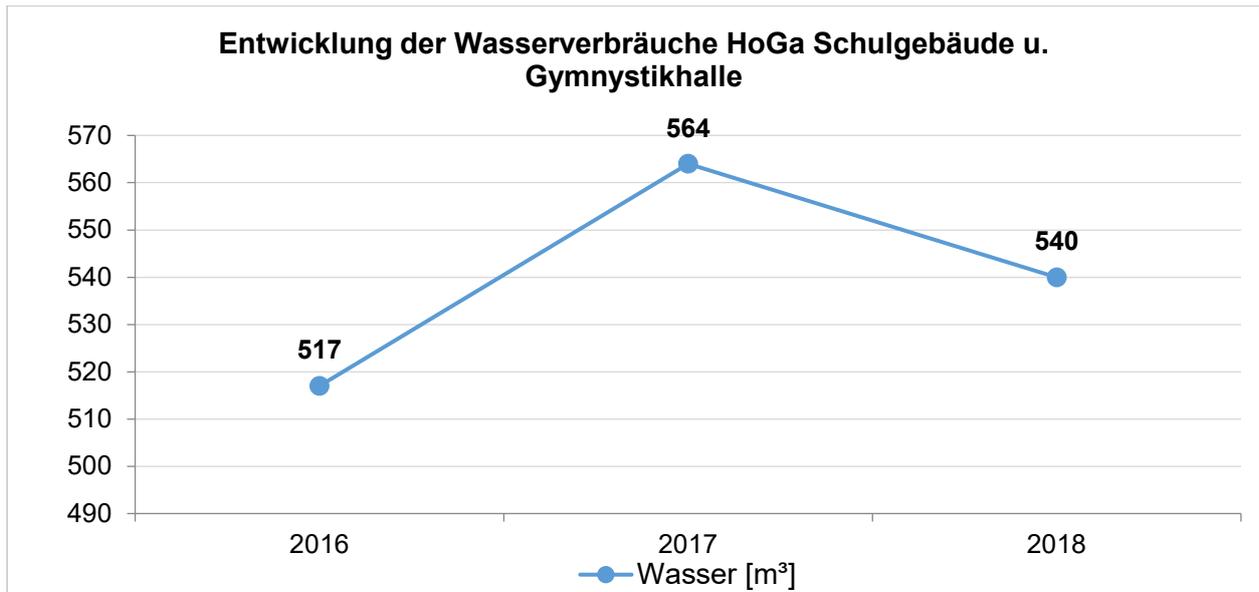


Abbildung 93 Entwicklung der Wasserverbräuche in der HoGa

Spezifische Verbräuche in 2018 (Schulgebäude u. Gymnastikhalle)

Wärme	kWh/m ²	67,19
Strom	kWh/m ³	18,76
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	1.004

Bei getrennter Betrachtung des Schulgebäudes und der Gymnastikhalle sind die spezifischen Wärmeverbräuche sehr unterschiedlich, mit 57 kWh/m² sind die Verbräuche im Schulgebäude deutlich geringer als in der Gymnastikhalle mit 170 kWh/m².

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018:

In der HoGa wurden im Herbst 2018 Maßnahmen zur Entwässerung durchgeführt. Teilflächen der Dächer werden in den Teich auf dem Schulgebäude eingeleitet, die Entwässerung von Stell- und Fahrbahnflächen erfolgt jetzt zum Teil durch Versickerung über offene Beläge und Grünflächen.

Außerdem wurden Abwasserleitungen wegen Undichtigkeiten erneuert und in diesem Zuge Leitungsspülungen durchgeführt.

Energetische Sanierungsmaßnahmen am Gebäude wurden 2018 nicht durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude u. Gymnastikhalle	234.848	10.605	71.486	14.142	540	1.872	3.820	26.855

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für Schulgebäude und Gymnastikhalle im Jahr 2018 stellen sich wie folgt dar:

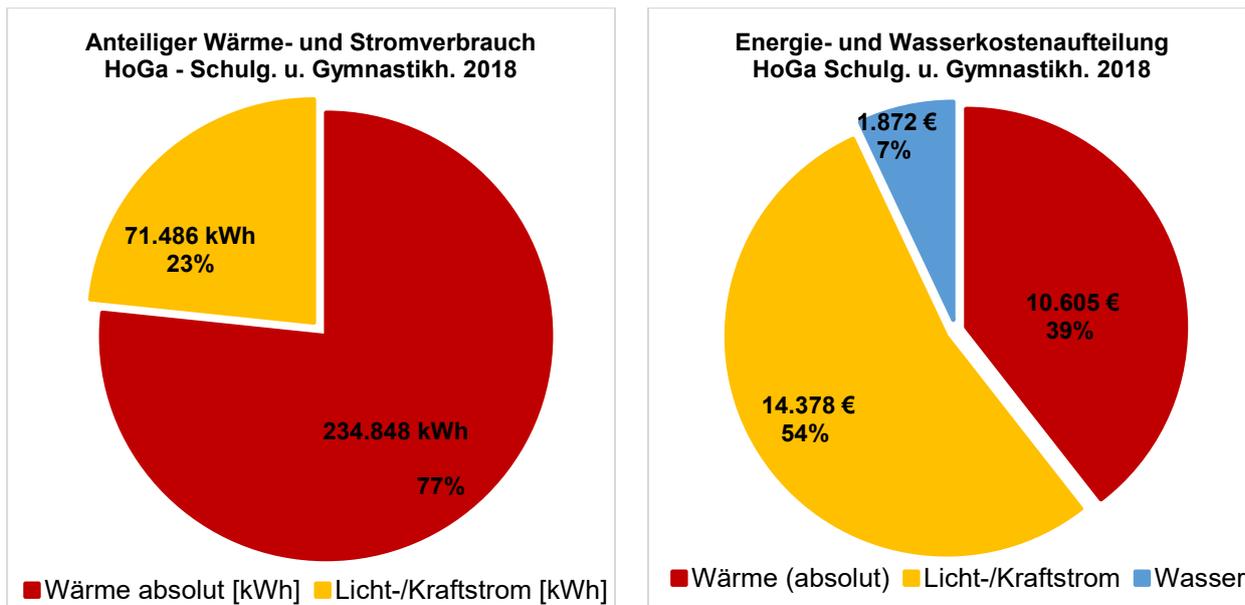


Abbildung 94 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2018

Abbildung 95 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2018

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft (ohne Wohnung) ist in der folgenden Grafik dargestellt:

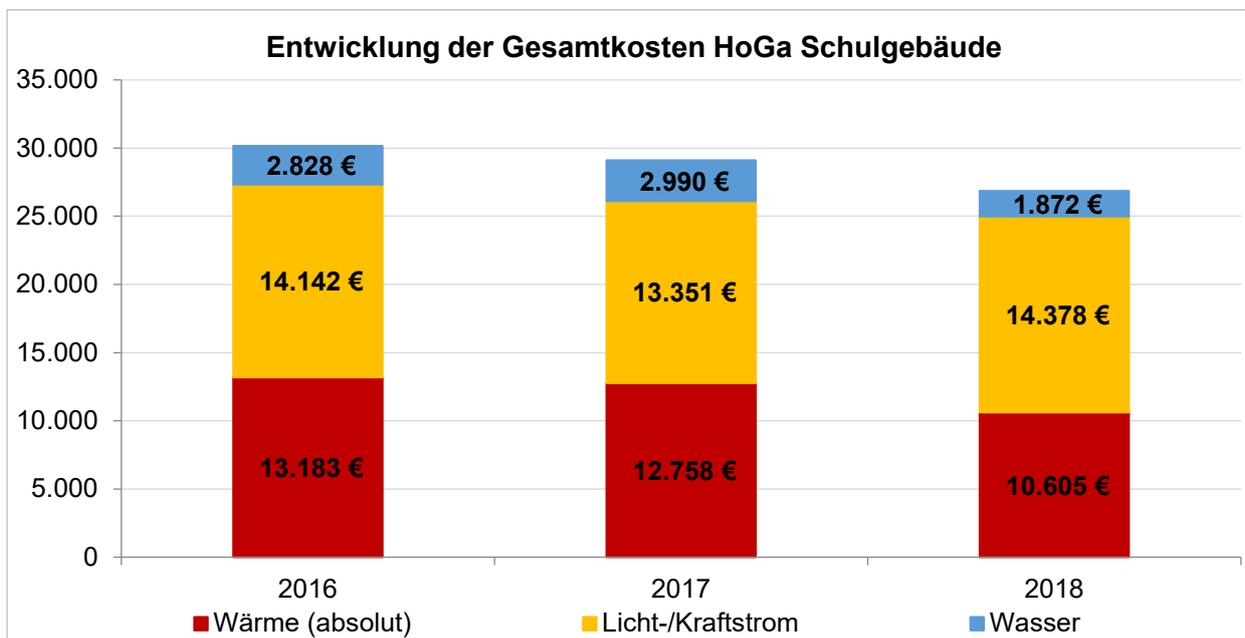


Abbildung 96 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der HoGa

Die Kosten für Energie haben sich im Vergleich zum Vorjahr in Summe um 4% reduziert. Damit setzt sich die Kostenreduzierung aus dem Vorjahr fort.

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

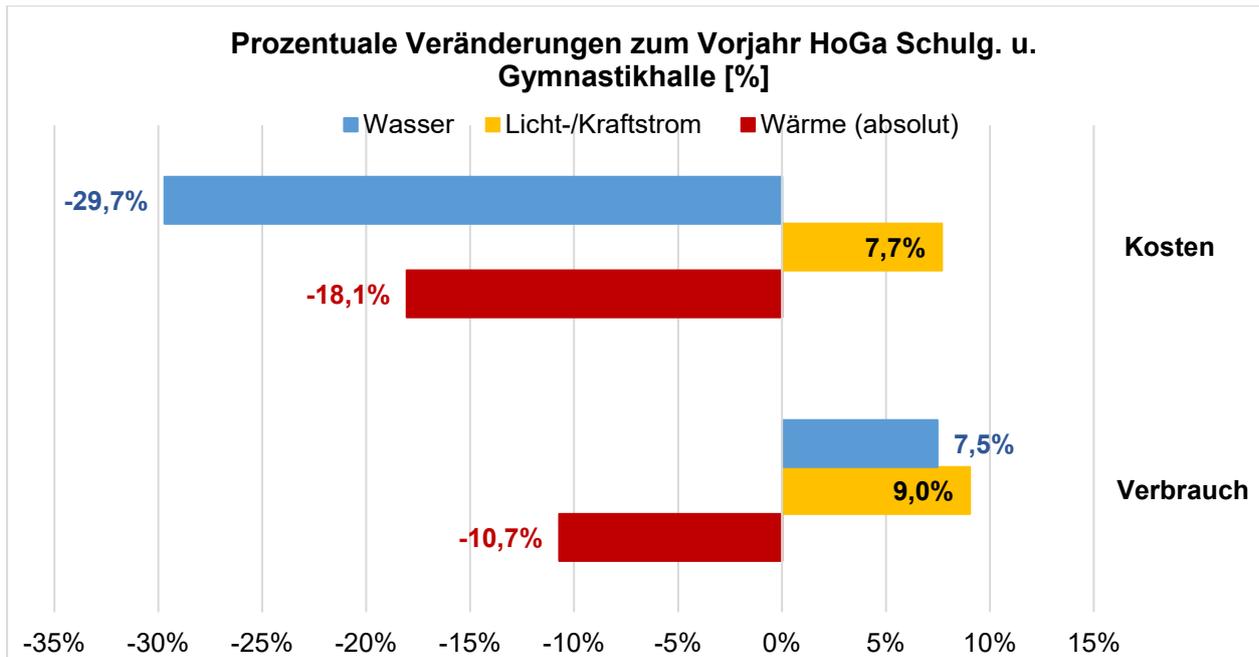


Abbildung 97 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Zusammenfassend ist für die HoGa festzustellen, dass sich

- der Wasserverbrauch erhöht hat,
- der Stromverbrauch erhöht und
- sich der Wärmeverbrauch - auch unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung – im Schulgebäude verringert hat.

Der Wärmeverbrauch in der HoGa lässt sich durch die energetische Sanierung der Sporthalle reduzieren. Der Wärmeverbrauch des Schulgebäudes ist aufgrund der in den letzten Jahren durchgeführten Dämmmaßnahmen relativ gering.

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		Nutzungskennung Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.050	Kessel Leistung in kW	900
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Abgasverluste in %	Null
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2006
Anzahl Nutzer (ohne VHS-Nutzung)	158	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
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftung: nur reine Abluftanlage in Küche	
Zentrale Wärmeversorgung	ja		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			

Energieverbräuche:

Wärmeversorgung							
Jahr	Energie-träger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2018	Erdgas	kWh	146.605	168.596	01.01.2017	31.12.2017	7.243
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

Der absolute Wärmeverbrauch in der Pestalozzischule hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 46.635 kWh verringert. Unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung sind dies 13,6% weniger als 2017.

Licht-/Kraftstromversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
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	

Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr um 10% gesunken, die Kostenaufwendungen haben sich aufgrund des gleichen Strompreises entsprechend dem Verbrauch reduziert.

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

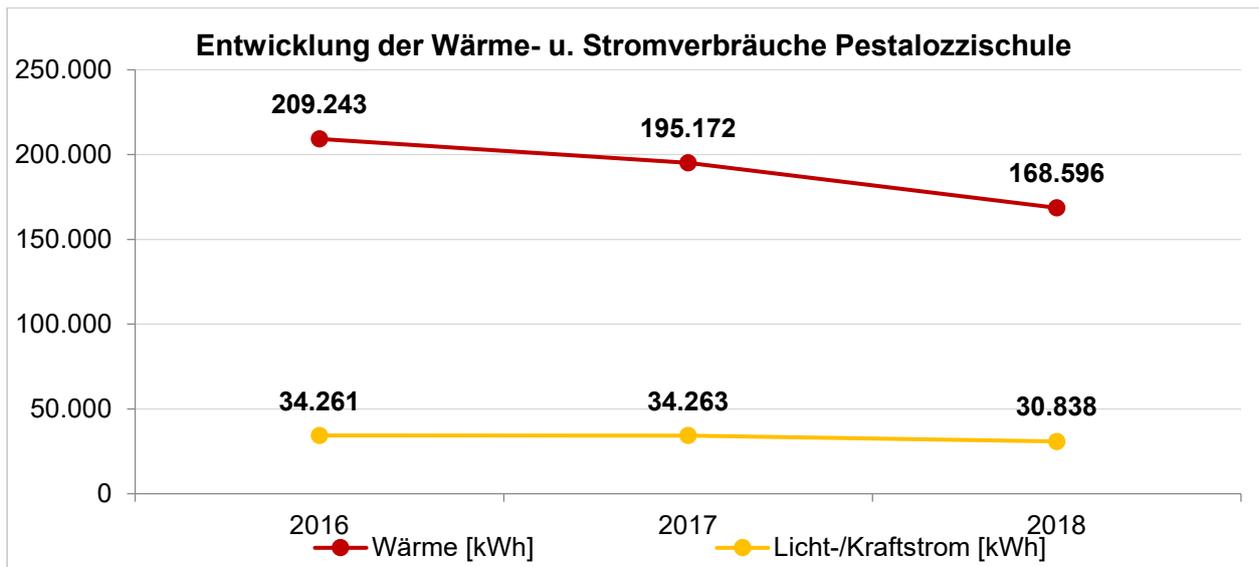


Abbildung 98 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wasserverbräuche:

Wasserversorgung				
Jahr	Verbrauch [m ³]	von	bis	Kosten [€]
2018	293	01.01.2018	31.12.2018	1.160
2017	280	01.01.2017	31.12.2017	1.338
2016	319	01.01.2016	31.12.2016	1.489

Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr - trotz geringerer Schülerzahlen - um 4,6% erhöht. Die Nutzung an den Wochenenden und abends hat sich jedoch nicht verändert, allerdings bestand aufgrund des trockenen Jahres ein erhöhter Wasserbedarf für die Außenanlagen. Im Zuge der Teilsanierung der Außenanlagen mussten wegen der Trockenheit die Neuanpflanzungen mit Trinkwasser bewässert werden.

Da bei den Kosten nur die Kosten für den Wasserbezug und das Abwasser, jedoch nicht wie in den Vorjahren das Niederschlagswasser berücksichtigt wurde, stellen sich die Kosten im Vergleich zum Vorjahr - trotz des Mehrverbrauchs – geringer dar.

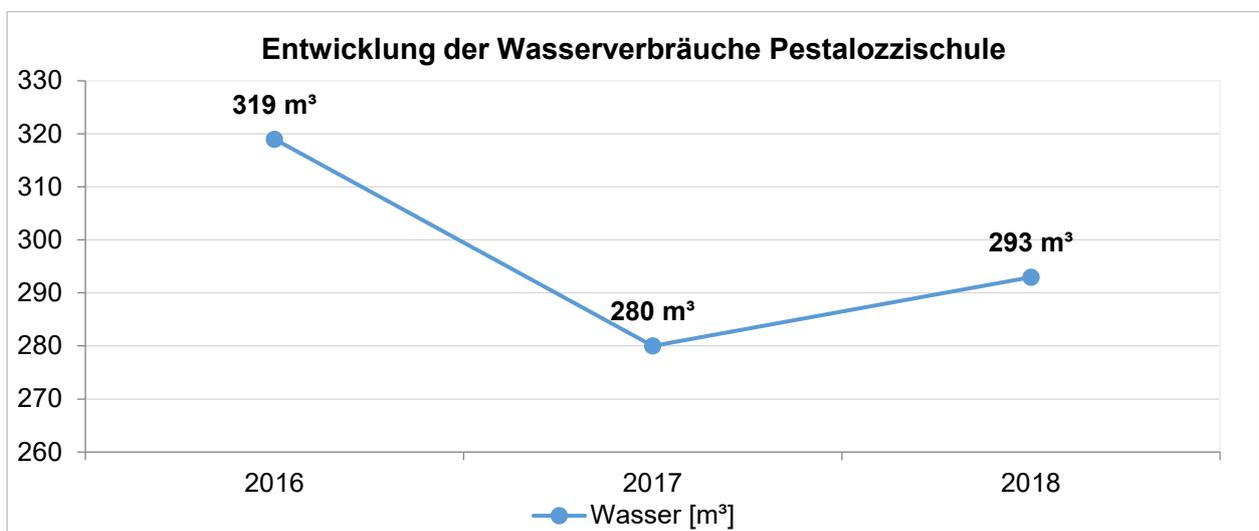


Abbildung 99 Entwicklung der Wasserverbräuche in der Pestalozzischule

Die Warmwasserbereitung für die Duschen in der Gymnastikhalle erfolgt elektrisch.

Spezifische Verbräuche in 2018

Wärme	kWh/m ²	55,28
Strom	kWh/m ³	10,11
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	l/Pa	2.325

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2018:

In der Pestalozzischule sind 2018 keine energetischen Maßnahmen an der Gebäudehülle vorgenommen worden.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2018:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	146.605	7.243,49	30.838	7.876	293	1.160	3.050	16.280

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Pestalozzischule im Jahr 2018 sind in den folgenden Grafiken dargestellt:

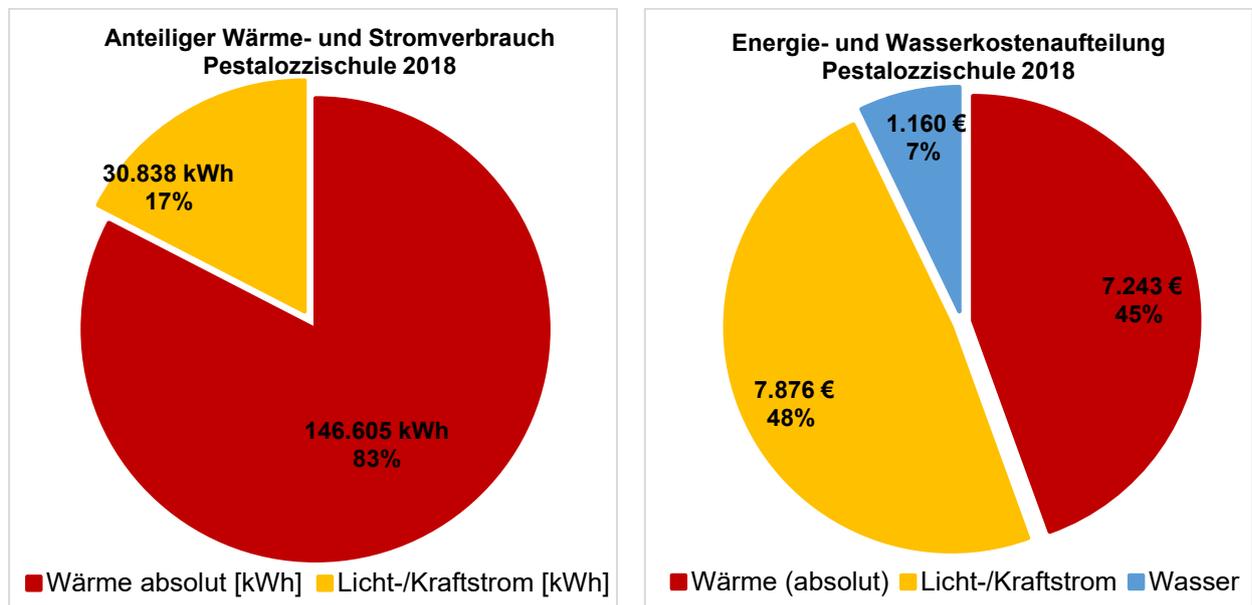


Abbildung 100 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2018

Abbildung 101 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der Pestalozzischule 2018

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

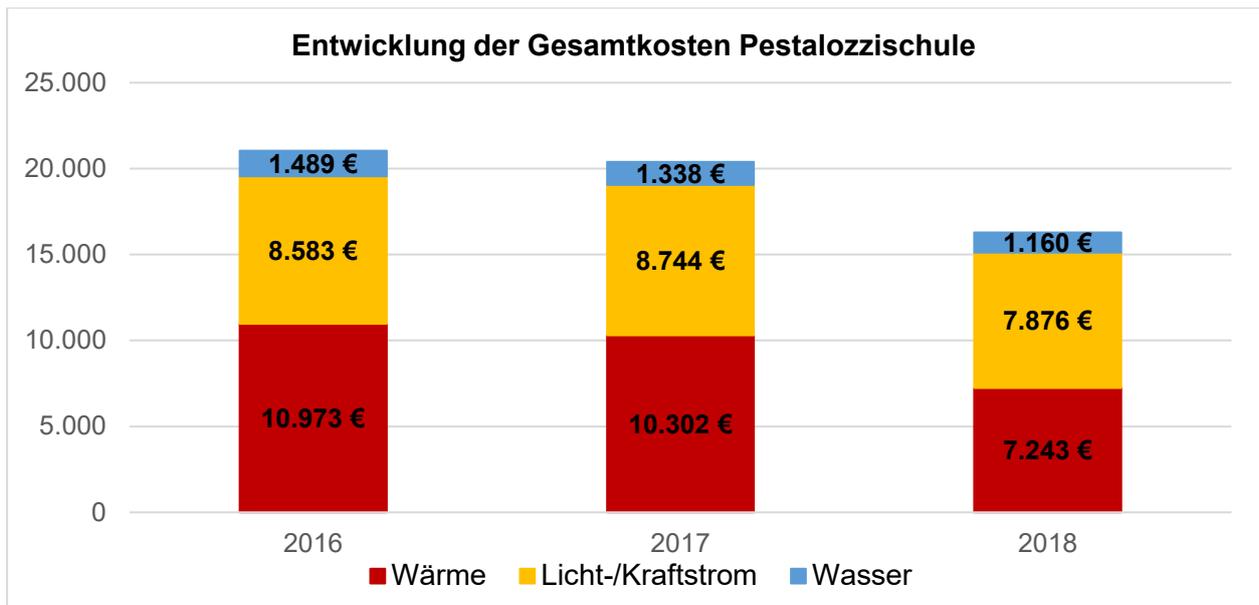


Abbildung 102 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der Pestalozzischule

Die Kosten für Energie haben sich in Summe im Vergleich zum Vorjahr um 20,6% reduziert. Damit setzt sich die Kostenreduzierung aus dem Vorjahr fort. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und den Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

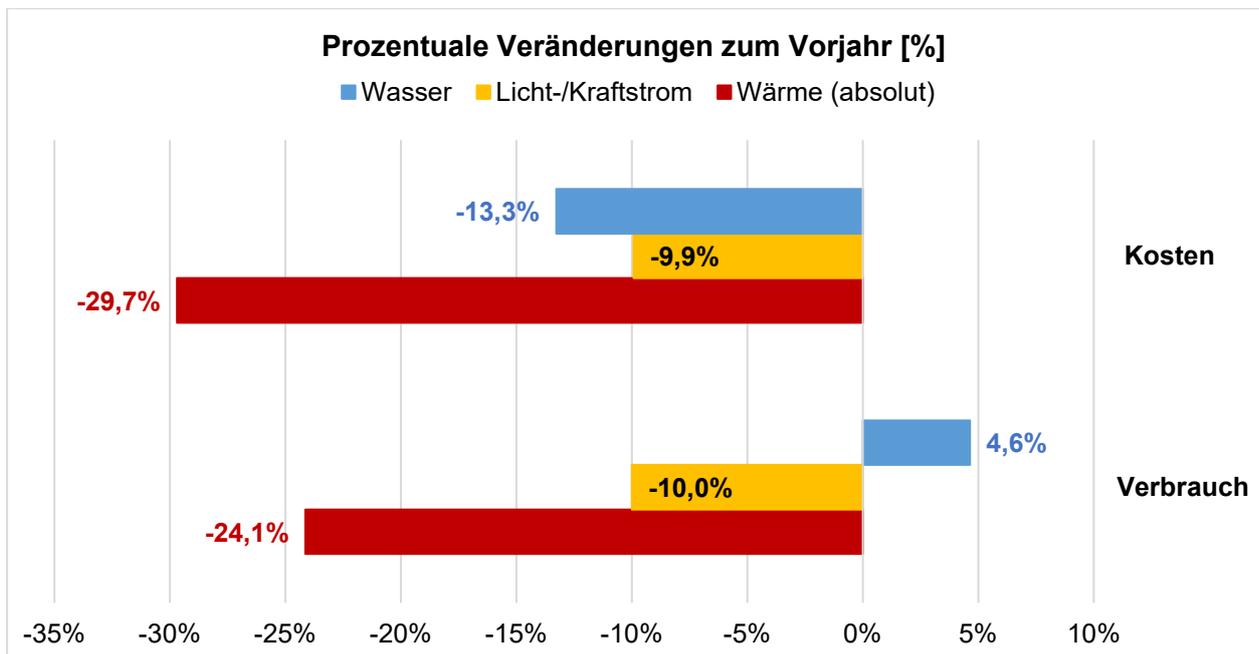


Abbildung 103 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche sind witterungsbereinigt)

Erträge der Photovoltaikanlage

Aufgrund eines Defekts am Stromkabel hat die Anlage im April 2018 statt der zu erwartenden 3.200 kWh nur 114 kWh Ertrag generieren können. Dies führte dazu, dass insgesamt - trotz des extrem sonnigen Wetters - die Erträge im Jahr 2018 um 2.612 kWh bzw. 8,4% geringer als im Vorjahr ausfielen. Der Defekt am Stromkabel wurde durch das monatliche Energiemonitoring sofort entdeckt und konnte umgehend behoben werden.

Insgesamt lagen die Erträge der PV-Anlage in den Monaten Mai bis September deutlich über den Stromverbräuchen der Pestalozzischule. In der Jahresbetrachtung stehen 7.876 € für Stromeinkäufe 19.854 € Einnahmen für die Einspeisung des PV-Stroms gegenüber.

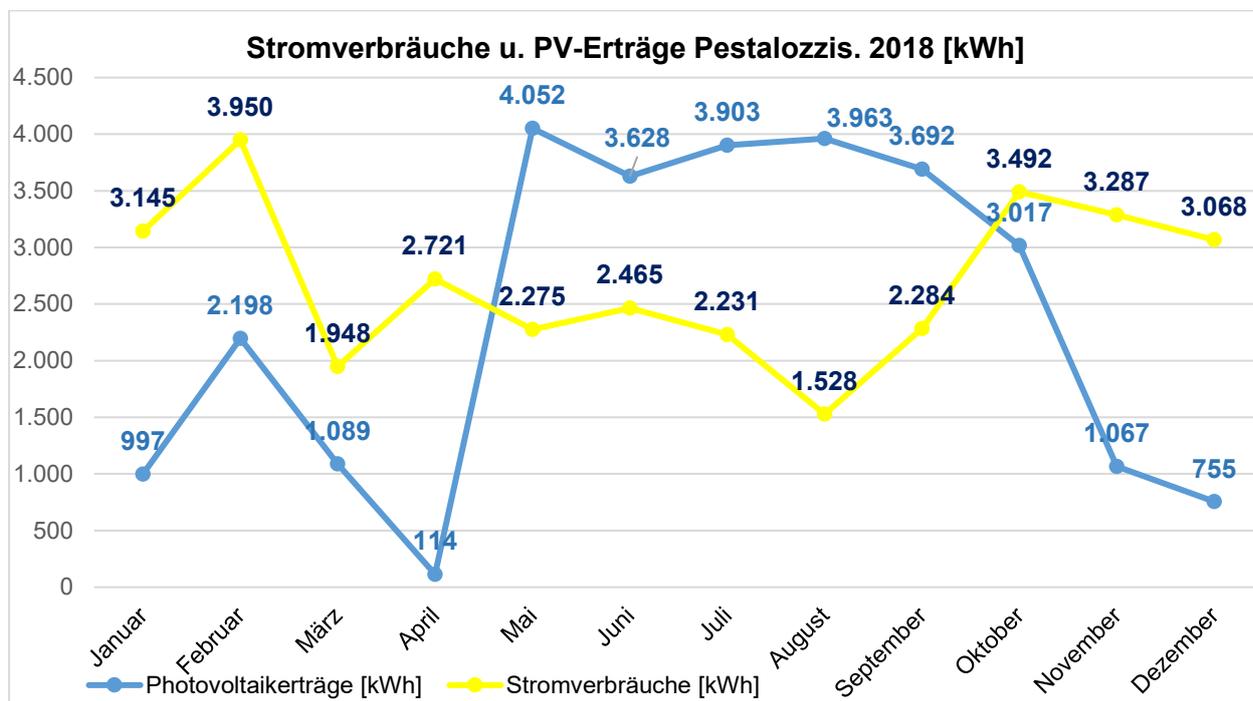


Abbildung 104 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule in 2018

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

PV-Erträge				
Jahr	Ertrag [kWh]	von	bis	Einnahmen [€]
2018	28.474	01.01.2018	31.12.2018	19.854,34
2017	31.086	01.01.2017	31.12.2017	20.808,30
2016	29.560	01.01.2016	31.12.2016	20.182,69

Die Entwicklung der PV-Erträge und der Einspeisevergütung ist in der folgenden Grafik dargestellt:

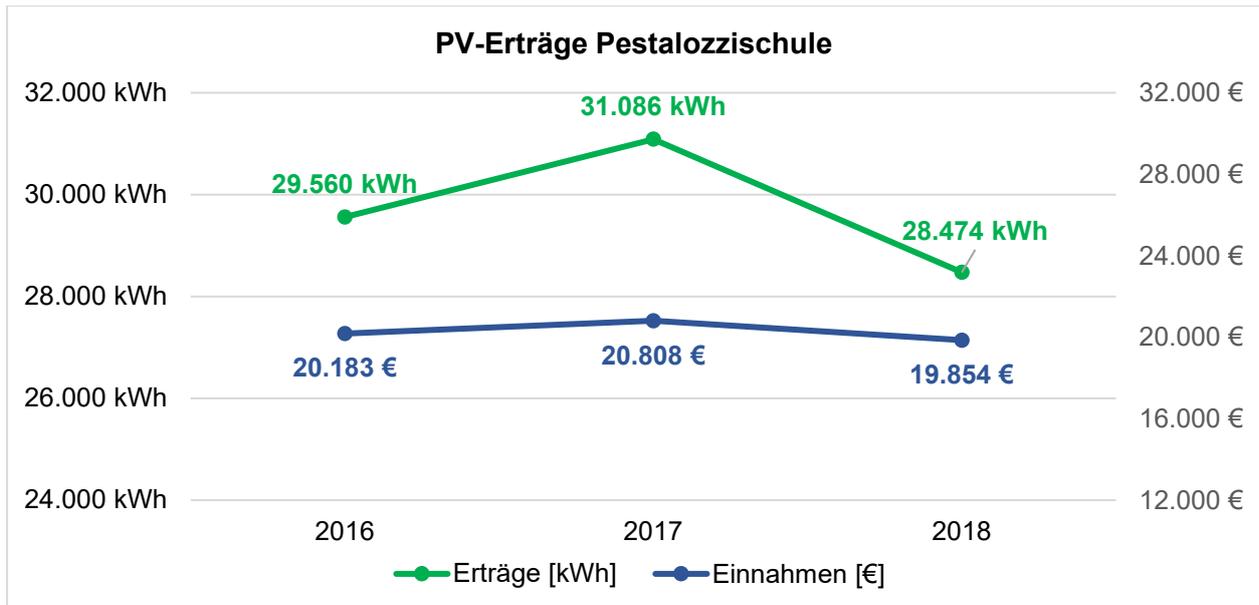


Abbildung 105 Entwicklung der Erträge und Einnahmen der PV-Anlage Pestalozzischule

Zusammenfassend ist für die Pestalozzischule festzustellen, dass sich

- der hohe spezifische Wasserverbrauch aus der zusätzlichen Nachmittags- und Abendnutzung, vor allem der Küche und der Gymnastikhalle, ergibt,
- der Stromverbrauch reduziert hat,
- der Trend bei der Verringerung der Wärmeverbräuche - auch unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung – weiter fortsetzt und sich
- die Erträge der Photovoltaikanlage im Vergleich zum Vorjahr - wegen eines Defekts im April – verringert haben.

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, der ungedämmten Kälte- und Wärmeverteilungsleitungen und der unregelmäßigen Wärme- und Kältezufuhr sind hier keine relevanten Energieeinsparungen zu erzielen. Allein der Energieaufwand zur Deckung des Wärmebedarfs ist 2018 mit 181 kWh/m² knapp 3,8 Mal so hoch wie in dem Gebäudes AL 77 (48 kWh/m² in 2018).

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 wurden - und werden in 2019 - weitere Verbrauchszähler an relevanten Stellen in den Gebäuden montiert.

Durch die eventuelle Erneuerung des Blockheizkraftwerks in der Elektronikschule Tettngang und der geplanten Sanierung der Heizungsanlagen im Bildungszentrum Markdorf (Schule und Sporthalle) wird sich der Anteil der Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zukünftig erhöhen. Die Verringerung des Brennstoffbedarfs durch die gleichzeitige Strom- und Wärmebereitstellung reduziert die Schadstoffemissionen stark.

Durch die Installation weiterer PV-Flächen im Zuge der Sanierung des Bildungszentrums Markdorf wird sich der Anteil Erneuerbarer Energien im Strombereich dauerhaft erhöhen lassen.

Bei den Wasserverbräuchen ist aufgrund der Klimakrise zukünftig mit einer Erhöhung der Verbräuche zu rechnen. 2018 führte die lange Trockenperiode zu einem erhöhten Wasserbedarf für die umgebenden Grünanlagen der Gebäude. Auch die Regenwasserversorgung der Toilettenspülungen in einigen Gebäuden musste mit Trinkwasser nachgespeist werden.

Diese Entwicklung wird sich mit großer Wahrscheinlichkeit fortsetzen.

Die Beregnung des Sportplatzes im BSZ-FN kostete allein im Jahr 2018 knapp 6.000 Euro, in den letzten 5 Jahren rund 34.000 Euro.

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.

8 Ausblick

Da Gebäude und Auto-/Flugmobilität die Hauptverursacher für CO_{2eq}-Emissionen sind, liegt in diesen Bereichen auch das größte Einsparpotenzial.

Für den Bereich Gebäude bedeutet dies, dass noch große Anstrengungen unternommen werden müssen, um die kreiseigenen Klimaschutzziele zu erreichen.

Durch die voran beschriebenen durchgeführten Maßnahmen konnten Energieverbräuche eingespart und CO_{2eq}-Emissionen im Bodenseekreis verringert werden. Allerdings nicht in der Größe, die das Erreichen der kreiseigenen Klimaschutzziele notwendig machen. Ohne investive Maßnahmen in die Gebäudehüllen und die Gebäudetechnik der Liegenschaften können die notwendigen Einsparungen nicht erzielt werden.

Ein großes Einsparpotenzial liegt gerade in den großen Liegenschaften in der Dezentralisierung der Warmwasserversorgung, möglichst kombiniert mit der Installation weiterer PV-Anlagen auf den Bestandsgebäuden. Mit zunehmender Digitalisierung wird der Strombedarf weiter steigen, hier kommt zukünftig der Eigenstromerzeugung eine noch größere Bedeutung zu.

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 KWK-Anlagen nicht mehr mit fossilen Brennstoffen zu betreiben und
- die Ableitung des Regenwassers zur Nutzung in Auffangbecken einzurichten.

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

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 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 anderen Umgang mit Energie und den Gebäuden lassen sich noch weitere Kosten- und Energieeinsparungen erzielen.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Jahresmitteltemperatur seit 1981 in Baden-Württemberg	7
Abbildung 2 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche der Liegenschaften.....	10
Abbildung 3 Entwicklung des Wärmeverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 - 2018	10
Abbildung 4 Entwicklung des Stromverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 - 2018	11
Abbildung 5 Spezifische Wärme und Stromverbräuche der kreiseigenen Liegenschaften (ohne Sporthallen)	11
Abbildung 6 Entwicklung der Wasserverbräuche gesamt.....	12
Abbildung 7 Entwicklung der Wasserverbräuche der großen Liegenschaften	12
Abbildung 8 Spezifische Wasserverbräuche der Liegenschaften pro Nutzer (ohne Sporthallen)	13
Abbildung 9 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeerzeugung	14
Abbildung 10 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeversorgung von 2016 - 2018	14
Abbildung 11 Entwicklung der Emissionen aus dem verbrauchten Energiebedarf von 2014 – 2018	16
Abbildung 12 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser von 2013 - 2018.....	17
Abbildung 13 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom gesamt 2018	18
Abbildung 14 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten gesamt 2018	18
Abbildung 15 Prozentuale Verteilung der Verbrauchskosten gesamt 2018.....	18
Abbildung 16 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche der Verwaltungsgebäude	20
Abbildung 17 Verteilung der Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) der Verwaltungsgebäude in 2018	20
Abbildung 18 Verteilung der Stromverbräuche (Allgemeinstrom) der Verwaltungsgebäude in 2018.....	20
Abbildung 19 Entwicklung der Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche der Verwaltungsgebäude	21
Abbildung 20 Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2018	21
Abbildung 21 Spezifische Verbräuche der Verwaltungsgebäude in 2018	22
Abbildung 22 Spezifische Wasserverbräuche der Verwaltungsgebäude in 2018.....	22
Abbildung 23 und Abbildung 24 Kostenverteilung Verwaltungsgebäude in 2018.....	23
Abbildung 25 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	25
Abbildung 26 Entwicklung der Wasserverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77	25
Abbildung 27 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2018	26
Abbildung 28 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 77 in 2018.....	26
Abbildung 29 Gesamtkostenentwicklung AL 77	27
Abbildung 30 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	27
Abbildung 31 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche (witterungsbereinigt) Verwaltungsgebäude AL 75	30
Abbildung 32 Entwicklung der Wasserverbräuche im Verwaltungsgebäude AL 75	31
Abbildung 33 Verteilung Energieverbräuche Wärme u. Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2018	32
Abbildung 34 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 75 in 2018.....	32
Abbildung 35 Kostenentwicklung der Verbräuche AL 75	32
Abbildung 36 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	33
Abbildung 37 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstr. (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	35
Abbildung 38 Entwicklung der Wasserverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstraße	36
Abbildung 39 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom GL 1-3 in 2018	37
Abbildung 40 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten GL 1-3 in 2018	37
Abbildung 41 Kostenentwicklung der Verbräuche LRA GL.....	37
Abbildung 42 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	38
Abbildung 43 Entwicklung der Wärmeverbräuche in den Schulen	39

Abbildung 44 Entwicklung der Licht-/Kraftstromverbräuche in den Schulen	39
Abbildung 45 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche der Schulen	40
Abbildung 46 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Schulen	40
Abbildung 47 Entwicklung der Wärmeverbräuche Sporthallen	41
Abbildung 48 Entwicklung der Stromverbräuche in den Sporthallen	41
Abbildung 49 Spezifische Energieverbräuche der Sporthallen	42
Abbildung 50 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Sporthallen	42
Abbildung 51 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See	43
Abbildung 52 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	44
Abbildung 53 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN (gesamte Liegenschaft)	44
Abbildung 54 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	45
Abbildung 55 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Hauptgebäude	46
Abbildung 56 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Erweiterungsbau (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	47
Abbildung 57 Entwicklung der Energieerträge und des Energieinputs Geothermieanlage	48
Abbildung 58 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Erweiterungsbau	48
Abbildung 59 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Werkstatt (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	49
Abbildung 60 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Werkstatt	50
Abbildung 61 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	51
Abbildung 62 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Sporthalle	52
Abbildung 63 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-FN 2018 ...	54
Abbildung 64 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-FN 2018	54
Abbildung 65 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ-FN	54
Abbildung 66 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-FN im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	55
Abbildung 67 Entwicklung der Wärme- u. Stromverbräuche BSZ-ÜB CVS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	57
Abbildung 68 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-ÜB CVS	57
Abbildung 69 Entwicklung der Wärme- u. Stromverbräuche BSZ-ÜB JvLS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	58
Abbildung 70 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-ÜB JvLS	59
Abbildung 71 Entwicklung der Wärme- u. Stromverbräuche BSZ-ÜB JZG (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	61
Abbildung 72 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-ÜB 2018 ...	64
Abbildung 73 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-ÜB 2018	64
Abbildung 74 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)	64
Abbildung 75 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-ÜB im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	65
Abbildung 76 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Schulgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	67
Abbildung 77 Entwicklung der Wasserverbräuche BZM Schulgebäude	67
Abbildung 78 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Sporthalle 1 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	69
Abbildung 79 Entwicklung der Wasserverbräuche BZM Sporthalle 1	69
Abbildung 80 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM Sporthalle 2 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	71
Abbildung 81 Entwicklung der Wasserverbräuche BZM Sporthalle 2	71
Abbildung 82 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BZM 2018	72
Abbildung 83 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BZM 2018	72
Abbildung 84 Gesamtkostenentwicklung BZM (gesamte Liegenschaft)	73

Abbildung 85 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	73
Abbildung 86 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der EST (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	76
Abbildung 87 Entwicklung der Wasserverbräuche in der EST	76
Abbildung 88 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2018	77
Abbildung 89 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2018	77
Abbildung 90 Kostenentwicklung der Verbräuche in der EST	78
Abbildung 91 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	78
Abbildung 92 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	80
Abbildung 93 Entwicklung der Wasserverbräuche in der HoGa	81
Abbildung 94 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2018	82
Abbildung 95 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2018	82
Abbildung 96 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der HoGa	82
Abbildung 97 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	83
Abbildung 98 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche in der Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	85
Abbildung 99 Entwicklung der Wasserverbräuche in der Pestalozzischule	85
Abbildung 100 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2018	86
Abbildung 101 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der Pestalozzischule 2018	86
Abbildung 102 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der Pestalozzischule	87
Abbildung 103 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche sind witterungsbereinigt)	87
Abbildung 104 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule in 2018	88
Abbildung 105 Entwicklung der Erträge und Einnahmen der PV-Anlage Pestalozzischule	89

10 Anhang

Emissionskennwerte – Berechnung 2018:

Schadstoffemissionen je verbrauchte kWh Endenergie in kg:

Energieträger	CO _{2eq} [kg/kWh]	
Ökostrom Stadtwerk am See	0	Quelle: Stadtwerk am See
Strommix Stadtwerk am See	0,273	Quelle: Stadtwerk am See
Heizstrom Stadtwerk am See	0,273	Quelle: Stadtwerk am See
Deutscher Strommix	0,474	Quelle: Umweltbundesamt
Erdgas	0,250	Quelle: KEA BW
Heizöl	0,319	Quelle: KEA BW
Holz	0,024	Quelle: KEA BW
Palmöl	0,023	Quelle: EnBW

Witterungsbereinigung:

Übersicht Faktoren zur Witterungsbereinigung

Objekt	PLZ	Faktor je Zeitraum					
		2018	2017	2016	2015	2014	2013
Verwaltungsgebäude Glärnischstraße 1 - 3	88045	1,17	1,02	1,04	1,08	1,16	0,96
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75	88045	1,17	1,02	1,04	1,08	1,16	0,96
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 77	88045	1,17	1,02	1,04	1,08	1,16	0,96
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	88046	1,20	1,05	1,06	1,11	1,2	0,99
Berufsschulzentrum Überlingen	88662	1,17	1,03	1,04	1,08	1,16	0,96
Berufsschulzentrum Markdorf	88677	1,15	1,01	1,02	1,06	1,14	0,95
Elektronikschule Tettnang	88069	1,09	0,96	0,97	1,01	1,07	0,90
Hotel- und Gaststättenschule Tettnang	88069	1,09	0,96	0,97	1,01	1,07	0,90
Pestalozzischule Markdorf	88677	1,15	1,01	1,02	1,06	1,14	0,95

Änderungen ab dem Jahr 2017:

Ab dem Jahre 2017 erfolgt die Berechnung der Witterungsbereinigung nicht mehr anhand der Referenzwerte der Wetterstation in Leinfelden-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

Spezifische Verbräuche der einzelnen Gebäude in 2018:

Objekt (Verwaltungsgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m ²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m ²]	Wasser [l/Nutzer u. Jahr]
LRA - AL 77	48	73	4.977
LRA - AL 75	211	78	7.144
LRA - GL 1-3	76	53	5.974
Leitstelle GL 1-3	87	321	
Objekt (Schulgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m ²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m ²]	Wasser [l/Nutzer u. Jahr]
BSZ-FN Altbau	83	26	1480
BSZ-FN Erweiterungsbau	56	30	
BSZ Überlingen Schulgebäude	83	28	1.203
Bildungszentrum Markdorf Schulgebäude	89	20	1.434
Elektronikschule Tettnang	51	25	1.632
Hotel- und Gaststättenschule (nur Schulgebäude)	57	19	1.004
Pestalozzischule	55	10	2.325

Objekt (Sporthallen)	Wärme/Kälte [kWh/m ²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m ²]	Wasser [l/m ²]
BSZ-FN Sporthalle	87	50	188
BSZ Überlingen Sporthalle	63	36	116
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 1	179	21	62
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 2	114	17	369

Energie- und Wasserversorgungskosten 2018

Objekt	Wärme/Kälte [€/kWh]	Strom [€/kWh]	Wasser [€/m ³]
Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77	0,046	0,202	4,001
Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75	0,068	0,202	4,688
Verwaltungsgebäude Glärnischstr.	0,046	0,193	4,360
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	0,071	0,207	4,145
Berufsschulzentrum Friedrichshafen Sportplatz			2,069
Berufsschulzentrum Überlingen	0,055	0,208	4,174
Bildungszentrum Markdorf	0,051	0,206	3,898
Elektronikschule Tettnang	0,046	0,197	3,914
Hotel- und Gaststättenschule Tettnang	0,045	0,201	3,467
Pestalozzischule Markdorf	0,049	0,255	3,959