

Energiebericht

Alb-Donau-Kreis

Berichtsjahr 2020

Verfasser:
Egon Traub

Energiebericht
Ulm, 07.06.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
2	Zusammenfassende Bewertung	5
2.1	Liegenschaften	5
2.2	Verbräuche.....	6
2.3	Entwicklung der Verbräuche zu den Flächen	7
2.4	Endenergieverbrauch	8
2.5	Kosten	9
2.6	Emissionen.....	11
2.7	Photovoltaik.....	12
2.8	Verbrauchskennwerte	13
3	Darstellung der ausgewählten Objekte	15
3.1	Haus des Landkreises.....	15
3.2	Landratsamt Außenstelle Ehingen	19
3.3	Valckenburgschule/Turnhalle	23
3.4	Berufliches Schulzentrum Ehingen	27
3.5	Kaufmännische Schule	32
3.6	Schmiechtalschule und Schmiechtalkindergarten	36
3.7	Martinschule.....	41
4	Anhang	45
4.1	Allgemeines.....	45
4.2	Berechnungsgrundlagen	46
4.3	Erfassung und Auswertung der Daten	50
4.4	Glossar.....	52

1 Einführung

Seit dem Berichtsjahr 2011 wird der Energiebericht nun in Eigenregie angefertigt. Der Bericht orientiert sich wie bisher am Standard-Energiebericht Baden-Württemberg, der von der KEA erstellt wurde.

Datenbasis

Um die notwendige Datenbasis zu erhalten, wurden die im Jahr 2008 begonnenen monatlichen Zählerablesungen in den Liegenschaften weitergeführt. Darüber hinaus werden die im Liegenschafts- und Gebäudemanagement-Programm vorhandenen Daten genutzt.

Die Fernwärmeversorgung im Haus des Landkreises und in der Valckenburgschule (mit Turnhalle), sowie die Stromversorgung im Haus des Landkreises, in der Valckenburgschule, Außenstelle Ehingen, Gewerblichen Schule, Kaufmännischen Schule und Schmiechtalschule werden monatlich abgerechnet. Die Rechnungen werden regelmäßig in die Liegenschafts- und Gebäudemanagement-Software eingegeben und wurden für den Energiebericht, wie in den letzten Jahren, über das Programm ausgewertet.

Alle anderen Versorger rechnen jährlich ab oder erstellen eine Rechnung nach Lieferung von Heizmaterial. Da die Rechnungen meist erst Mitte des Jahres eingehen, stammt die Datenbasis aus monatlichen Zählerablesungen. Bei den angegebenen Kosten handelt es sich in diesem Fall um die tatsächlich in 2020 ausgezahlten Beträge.

Am Hackschnitzelkessel in der Gewerblichen Schule sowie am Pelletkessel der Schmiechtalschule sind Wärmemengenzähler angebracht. Die Ölkessel sind mit Ölmengezahlern ausgestattet. Auch hier stammen die Verbrauchsdaten für den Energiebericht aus monatlichen Ablesungen. Bei den Kosten sind ebenfalls die in 2020 zahlungswirksamen Beträge angegeben.

Wetter und Klima im Jahr 2020

Um einen realistischen mehrjährigen Vergleich der Daten zu gewährleisten, werden die jährlichen Verbräuche witterungsbereinigt dargestellt. Dadurch werden wetterbedingte Temperaturschwankungen unter den Jahren ausgeglichen. Durch die Witterungsbereinigung (langjährige Vergleichswerte) wurden die Verbrauchswerte um ca. 10 % nach oben korrigiert.

Corona-Pandemie im Jahr 2020

Aufgrund der Pandemie gab es 2020 an den Schulen keine Schließungen, sondern lediglich Unterschiede im Präsenz-/Onlineunterricht. In der Schmiechtalschule und der Martinschule wurde auch eine Notbetreuung angeboten. Es hat deshalb im Berichtsjahr trotz der Hygienekonzepte nicht zu gravierenden Auswirkungen geführt.

Entwicklung im Jahr 2020:

Die **Verbrauchskennwerte** sind im Jahr 2020 in allen **drei Energiebereichen** gesunken und haben sich somit sehr positiv entwickelt (siehe Punkt 2.3). Die tatsächlichen Verbräuche sind durch den Bezug des Neubaus Hauffstraße 10 Ulm (Gebäude B) im April 2020 angestiegen.

Der **Stromverbrauch** ist im Vergleich zum Vorjahr um 5,1 % angestiegen. Hauptursache hierfür ist der Bezug des Gebäudes B. Eine kleine Steigerung liegt auch bei der Kaufmännischen Schule in Ehingen vor. Hier wurde die Tiefgaragenabfahrtsheizung (wegen Glatteisgefahr) wieder aktiviert und optimiert. In der Schmiechtalschule liegt auch noch eine geringe Steigerung vor. Bei der Außenstelle Ehingen, ist der selbsterzeugte Strom des Blockheizkraftwerkes enthalten. Bei dem Berufsschulzentrum Ehingen, der Valckenburgschule Ulm und der Martinschule Laichingen konnte der Stromverbrauch gesenkt werden.

Der **Wärmeverbrauch** ist gegenüber dem Vorjahr nach der Witterungsbereinigung um 6,6 % angestiegen. Dieser Anstieg ist durch den Bezug des Neubaus Gebäude B und den Mehrverbrauch in der Valckenburgschule begründet. Ein Mehrverbrauch liegt auch bei der Martinschule und der Kaufmännischen Schule vor. Die höheren Verbräuche konnten durch den Verbrauchsrückgang in den anderen Gebäuden nicht kompensiert werden.

Der **Wasserverbrauch** ist gegenüber dem Vorjahr um 3,4 % gesunken. Der Verbrauchsanstieg im Haus des Landkreises konnte durch den geringeren Verbrauch in den anderen Gebäuden ausgeglichen werden.

Der Ausstoß an **Emissionen** hat im Vergleich zum Vorjahr zugenommen. Dies liegt an den zusätzlichen Verbräuchen durch den Neubau.

Die Kostensteigerung in allen Bereichen (Strom-, Wärme- und Wasserverbrauch) konnte durch die Verbrauchseinsparungen nicht ausgeglichen werden.

European Energy Award

Im Februar 2014 fand das erste externe Audit statt, das erfolgreich mit 56,5 von 100 Prozentpunkten durchlaufen wurde. Seitdem fanden weitere Sitzungen des Energieteams in kleiner wie auch in großer Runde statt. Unter anderem erfolgte im Dezember 2017 eine externe Re-Zertifizierung, die der Alb-Donau-Kreis mit **66,8 Prozentpunkten** abschloss. Diese Erhöhung ist der stetigen Umsetzung der einzelnen Maßnahmen aus dem Energiepolitischen Arbeitsprogramm zu verdanken. Die nächste Re-Zertifizierung erfolgt Anfang 2022.

Maßnahmen 2020

An Einzelmaßnahmen sind in den Liegenschaften des Alb-Donau-Kreises im Jahr 2020 folgende Vorhaben umgesetzt worden:

Landratsamt Ulm - Bezug des Neubaus Hauffstraße am 27.04.2020,
 - LED-Umrüstung mit Bewegungsmelder in der Tiefgarage und Sanierung der Toiletten im Altbau (einschl. Licht und Wasser).

Darüber hinaus fanden verschiedene kleinere Verbesserungen, Anpassungen und Justierungen, vor allem im Heizungsbereich, im Rahmen des Energiemanagements statt.

2 Zusammenfassende Bewertung

2.1 Liegenschaften

Folgende Liegenschaften werden derzeit erfasst und ausgewertet:

Objekt	Adresse	Fläche [m ²]
Haus des Landkreises (Gebäude A und B)	Schillerstraße 30 89077 Ulm	21.566 m ²
Landratsamt Außenstelle Ehingen	Hauptstraße 41/Sternplatz 5 89584 Ehingen	2.213 m ²
Valckenburgschule Ulm	Valckenburgufer 21 89073 Ulm	15.407 m ²
Berufliches Schulzentrum Ehingen	Weiherstraße 10 89584 Ehingen	22.777 m ²
Kaufmännische Schule Ehingen	Schulgasse 11 89584 Ehingen	6.149 m ²
Schmiechtalschule	Rosenstraße 27 89584 Ehingen	4.889 m ²
Martinschule Laichingen	Max-Lechler-Straße 4 89150 Laichingen	1.217 m ²
Summe		74.218 m²

Tabelle 2.1.1: Übersicht Objekte

Die hier aufgeführten Flächen stammen aus der Liegenschafts- und Gebäudemanagement-Software. Unbeheizte Flächen wie Tiefgaragen und Kriechkeller sind in den Flächenwerten nicht enthalten.

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

2.2 Verbräuche

Die Energie- und Wasserverbräuche für die 7 untersuchten Objekte schlüsseln sich wie folgt auf:

Energieverbrauch			Wasserverbrauch
Strom	Wärme		
	gemessen	witterungsbereinigt	
[kWh]	[kWh]		[m³]
1.775.894	6.202.357	6.712.466	13.197
Veränderung gegenüber dem Vorjahr			
5,1%	4,0%	6,6%	-3,4%

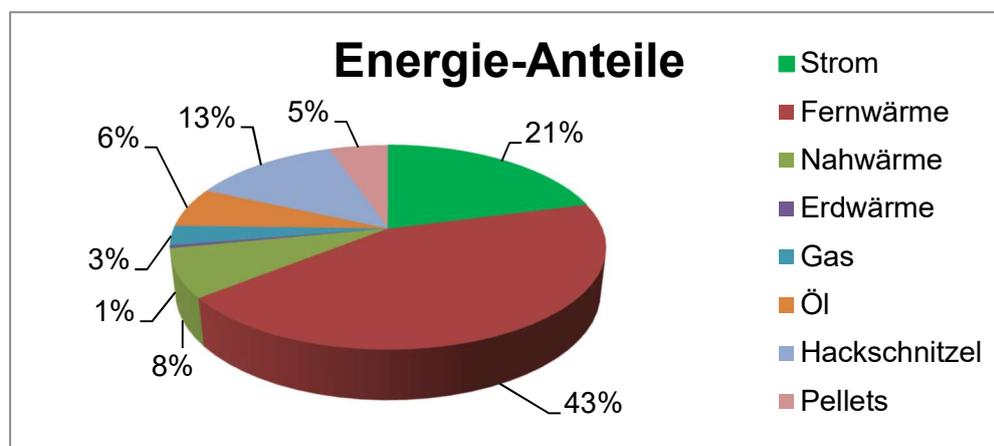
Tabelle 2.2.1: Verbräuche 2020

Endenergieverbrauch nach Energieträgern:

	Anteil [%]
Strom	20,92%
Fernwärme	43,34%
Nahwärme	7,64%
Erdwärme	0,43%
Gas	3,09%
Öl	6,32%
Hackschnitzel	13,03%
Pellets	5,23%

Tabelle 2.2.2: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2020

Der Anteil fossiler Energieträger am Endenergieverbrauch konnte durch den kontinuierlichen Austausch und die Optimierung von Heizungsanlagen in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Im Vergleich zum Vorjahr konnte im Jahr 2020 die Versorgung mit Gas gering reduziert werden, der Verbrauch mit Öl ist angestiegen. Insgesamt liegt eine Steigerung um 0,18 % vor.



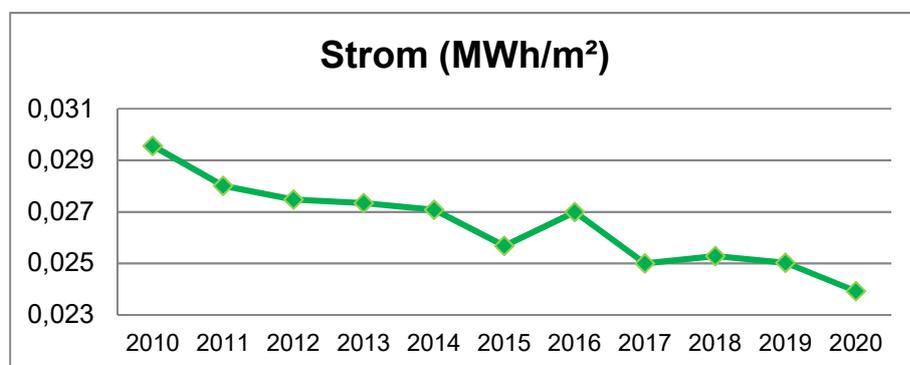
Grafik 2.2.1: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2020

2.3 Entwicklung der Verbräuche zu den Flächen

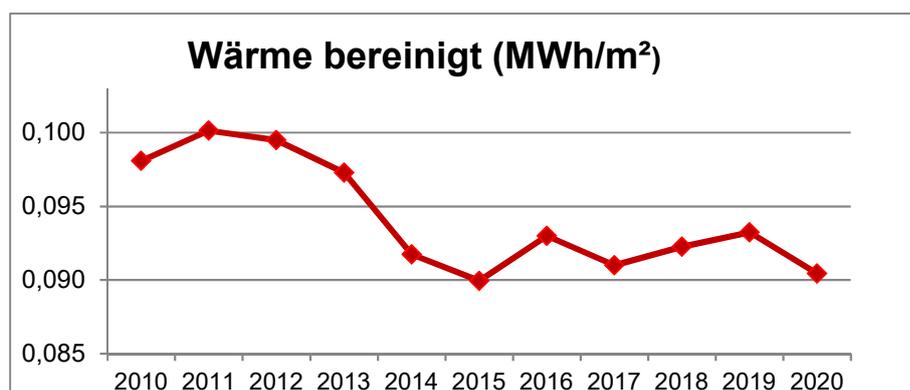
Jahr	Flächen	Strom (MWh/m ²)			Wärme bereinigt (MWh/m ²)			Wasser (m ³ /m ²)		
		Verbrauch [MWh]	MWh/m ²	Index	Verbrauch [MWh]	MWh/m ²	Index	Verbrauch [m ³]	m ³ /m ²	Index
2007	59.977 m²	1.803	0,030	100	5.656	0,094	94	11.511	0,192	98
2008	59.977 m ²	1.756	0,029	97	5.798	0,097	96	11.235	0,187	96
2009	63.926 m ²	1.768	0,028	92	6.438	0,101	100	12.080	0,189	97
2010	65.259 m ²	1.929	0,030	98	6.402	0,098	98	13.491	0,207	106
2011	65.259 m ²	1.828	0,028	93	6.535	0,100	100	11.371	0,174	89
2012	65.343 m ²	1.796	0,027	91	6.502	0,100	99	9.903	0,152	78
2013	65.355 m ²	1.788	0,027	91	6.252	0,097	97	11.901	0,176	90
2014	65.385 m ²	1.771	0,027	90	5.975	0,092	91	10.325	0,163	83
2015	66.321 m ²	1.704	0,026	85	5.966	0,090	95	10.903	0,164	86
2016	66.321 m ²	1.793	0,027	90	6.145	0,093	98	11.230	0,169	88
2017	67.117 m ²	1.703	0,025	84	6.112	0,091	97	11.884	0,177	92
2018	67.500 m ²	1.707	0,025	84	6.228	0,092	98	12.412	0,184	96
2019	67.500 m ²	1.689	0,025	83	6.294	0,093	99	13.663	0,202	105
2020	74.218 m²	1.776	0,024	80	6.712	0,090	96	13.197	0,178	93

Tabelle 2.3.1: Entwicklung der Verbräuche unter Berücksichtigung der Änderung der Flächen seit 2007

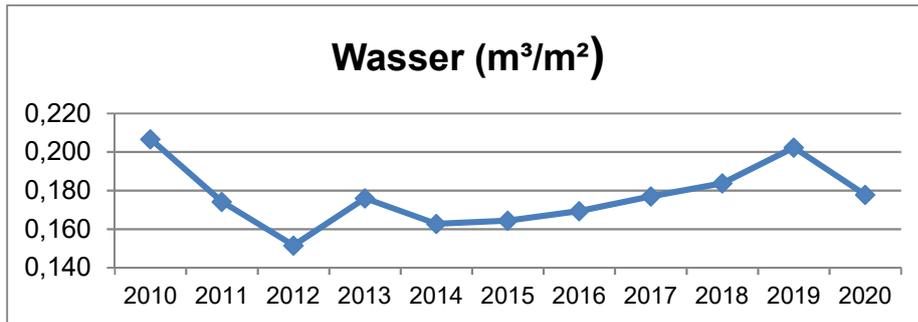
Die Entwicklung des Strom-, des witterungsbereinigten Wärme- und des Wasserverbrauchs unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen stellt sich wie folgt dar:



Grafik 2.3.1: Entwicklung der Stromverbräuche unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit 2010



Grafik 2.3.2: Entwicklung der Wärmeverbräuche (bereinigt) unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit 2010



Grafik 2.3.3: Entwicklung der Wasserverbräuche unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit 2010

2.4 Endenergieverbrauch

Die nachfolgenden Tabellen 2.4.1 bis 2.4.3 zeigen die Entwicklung der Verbräuche der 7 Objekte in den Jahren 2016 – 2020

Objekt	Stromverbrauch in kWh				
	2016	2017	2018	2019	2020
01 Haus des Landkreises	573.341	508.809	485.255	508.012	693.516
02 Außenstelle Ehingen	65.756	69.246	74.733	66.241	58.390
03 Valckenburgschule	406.211	404.880	407.907	391.641	357.987
04 Berufliches Schulzentrum	517.162	490.725	466.509	491.058	430.612
05 Kaufmännische Schule	82.774	82.828	81.653	64.492	67.926
06 Schmiechtalschule	134.046	132.041	116.855	153.815	155.683
07 Martinschule	13.440	14.450	13.551	14.045	11.781
Summe	1.792.730	1.702.979	1.646.463	1.689.303	1.775.894

Tabelle 2.4.1: Entwicklung des Stromverbrauchs der Objekte

Objekt	Wärmeverbrauch in kWh				
	2016	2017	2018	2019	2020
01 Haus des Landkreises	1.289.979	1.277.497	1.241.973	1.320.968	1.610.593
02 Außenstelle Ehingen	229.913	280.339	280.014	345.568	298.710
03 Valckenburgschule	1.702.872	1.811.443	1.798.953	1.856.122	2.068.609
04 Berufliches Schulzentrum	1.844.575	1.818.881	1.811.609	1.688.275	1.593.962
05 Kaufmännische Schule	444.200	461.448	528.750	526.420	548.247
06 Schmiechtalschule	461.646	455.875	491.500	509.105	492.111
07 Martinschule	91.565	98.598	92.626	69.216	100.235
Summe	6.064.750	6.204.081	6.245.426	6.315.675	6.712.466

Tabelle 2.4.2: Entwicklung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt) der Objekte

Objekt	Wasserverbrauch in m ³				
	2016	2017	2018	2019	2020
01 Haus des Landkreises	2.741	3.231	3.326	2.859	3.279
02 Außenstelle Ehingen	270	318	293	323	264
03 Valckenburgschule	2.963	2.786	2.746	2.540	2.365
04 Berufliches Schulzentrum	2.341	2.505	2.568	3.052	2.746
05 Kaufmännische Schule	1.086	990	1.195	970	748
06 Schmiechtalschule	1.737	1.962	2.175	3.797	3.710
07 Martinschule	92	92	109	122	85
Summe	11.230	11.884	12.412	13.663	13.197

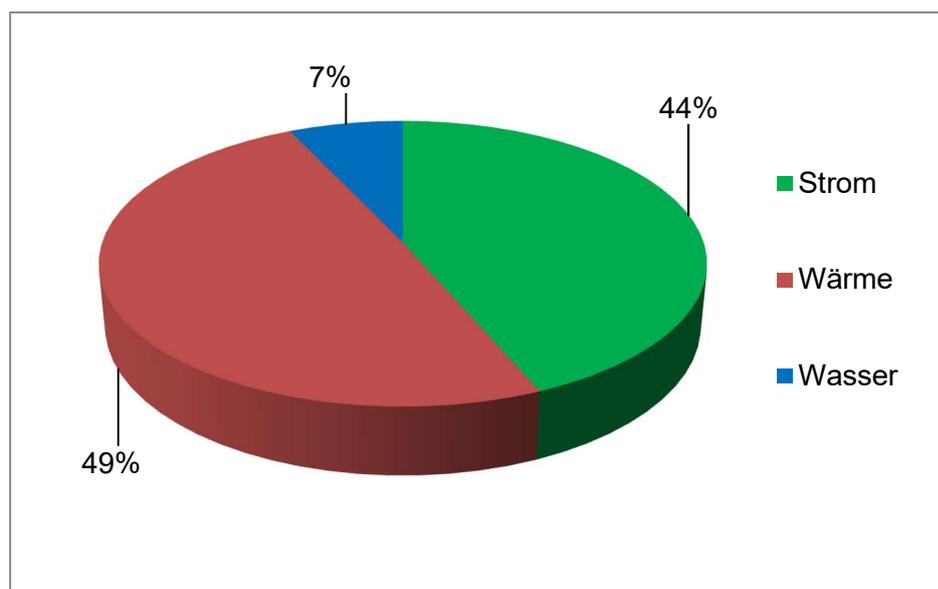
Tabelle 2.4.3: Entwicklung des Wasserverbrauchs der Objekte

2.5 Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten für Energie und Wasser in den 7 untersuchten Objekten schlüsseln sich wie folgt auf:

Energiekosten		Wasserkosten
Strom	Wärme	
[€]	[€]	[€]
421.997,02	478.663,69	67.820,09
Veränderung gegenüber dem Vorjahr		
16%	0%	-1%

Tabelle 2.5.1: Verbrauchskosten 2020

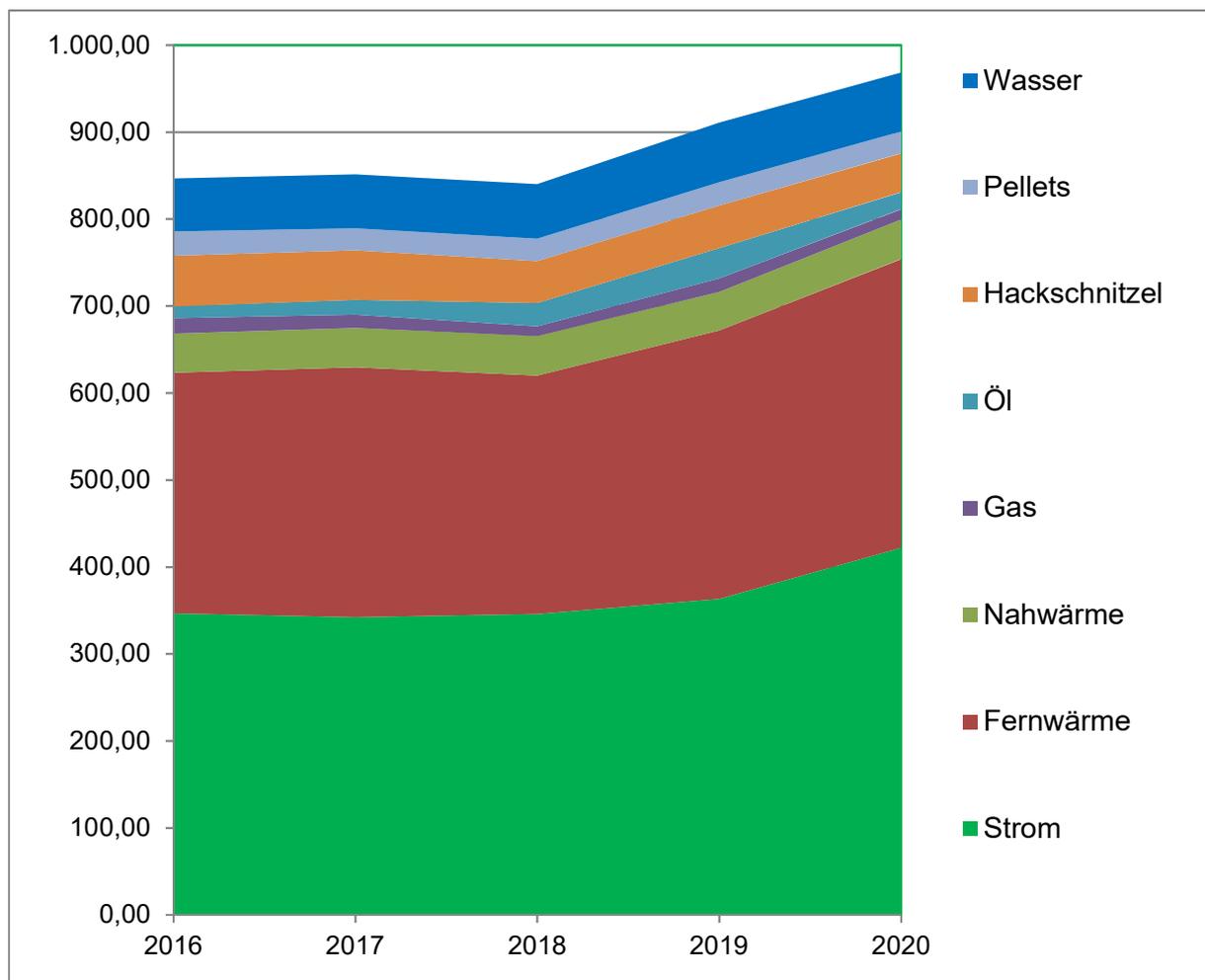


Grafik 2.5.1: Kostenstruktur 2020

Die verbrauchsgebundenen Gesamtkosten (Energie und Wasser) der 7 Objekte belaufen sich auf insgesamt **968.480 €**.

Kosten	2016	2017	2018	2019	2020
Strom	346,68	342,28	345,88	363,22	422,00
Fernwärme	276,39	286,98	274,26	308,51	332,10
Nahwärme	45,21	45,30	45,46	44,47	45,38
Gas	17,77	15,40	11,00	15,30	11,79
Öl	13,58	17,17	26,80	35,08	19,71
Hackschnitzel	57,95	56,84	48,23	49,00	44,46
Pellets	28,18	25,34	25,87	26,54	25,22
Wasser	60,86	62,01	62,59	68,82	67,82
Summe	846,62	851,32	840,09	910,94	968,48

Tabelle 2.5.2: Gesamtkosten (in 1.000 €) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2016



Grafik 2.5.2: Gesamtkosten (in 1.000 €) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften

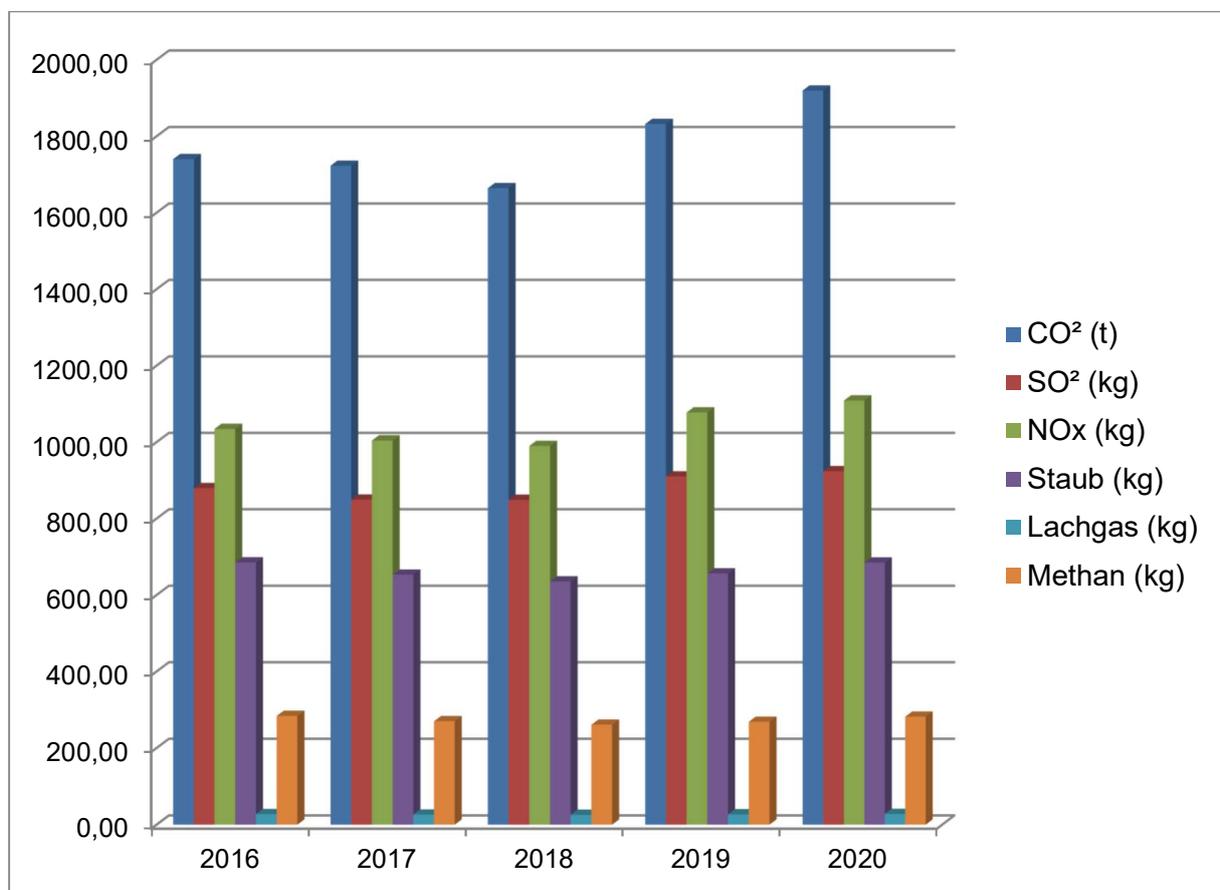
2.6 Emissionen

Auf Basis der Energieverbräuche und der spezifischen Umrechnungsgrößen lassen sich die umweltrelevanten Emissionen ermitteln. Die Emissionen für die 7 untersuchten Objekte schlüsseln sich, aufgeteilt nach der Energieart, wie folgt auf:

	CO ₂ (t)		SO ₂ (kg)		NO _x (kg)	
	Vorjahr	Berichtsjahr	Vorjahr	Berichtsjahr	Vorjahr	Berichtsjahr
Strom	1.068	1.124	742	780	845	888
Wärme	764	796	168	144	233	221
Summe	1.832	1.920	910	924	1.077	1.109

	Staub (kg)		Lachgas (kg)		Methan (kg)	
	Vorjahr	Berichtsjahr	Vorjahr	Berichtsjahr	Vorjahr	Berichtsjahr
Strom	626	659	25	27	265	279
Wärme	30	26	2	1	3	3
Summe	657	685	27	28	268	282

Tabelle 2.6.1: Emissionen 2020 im Vergleich zum Vorjahr



Grafik 2.6.1: Entwicklung der Emissionen

2.7 Photovoltaik

In den letzten Jahren wurden auf nahezu allen Dächern kreiseigener Gebäude Photovoltaik-Anlagen installiert. Der Alb-Donau-Kreis hat den Weg gewählt, die Dächer an Investoren zu vermieten anstatt selbst in die Anlagen zu investieren. Vorteil dabei ist, dass das Risiko auf den Investor verlagert wird, der Kreis mit einem zwar geringen aber konstanten Mieterlös vom ersten Jahr anrechnen kann und der Aufwand auf Seiten des Kreises sehr gering ist. Im Vergleich mit marktüblichen Erlösen von 3 – 8 % der Einspeisevergütung liegt der Alb-Donau-Kreis mit ca. 11 % deutlich darüber.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Größe der Anlage und die jährliche Miete.

Gebäude	Größe	Miete
Haus des Landkreises	143,00 kW _p	4.400 €
Valckenburgschule Ulm	111,70 kW _p	2.174 €
Berufliches Schulzentrum Ehingen	161,82 kW _p	4.693 €
Kaufmännische Schule Ehingen	62,10 kW _p	1.646 €
Schmiechtalschule Ehingen	98,73 kW _p	2.900 €
Martinschule Laichingen	22,47 kW _p	372 €
Deponie Kaltenbuch	20,10 kW _p	332 €
Summe	619,92 kW_p	16.517 €

Tabelle 2.7.1: Photovoltaik-Anlagen 2020

Derzeit sind alle nutzbaren Dächer mit Photovoltaikanlagen versehen. Ausgeklammert wurden Dächer, deren Bestückung mit PV-Modulen aus denkmalschutzrechtlicher Sicht oder aus technischen Gründen nicht möglich war. Auf dem Neubau des Landratsamtes ist eine Photovoltaik-Anlage vorinstalliert und wird im Jahr 2021 in den Betrieb genommen worden.

2.8 Verbrauchskennwerte

Verbrauchskennwert: Sammelbegriff für die flächenbezogenen Kennwerte eines Gebäudes. Er wird aus dem Energie- und Wasserverbrauch eines Jahres sowie der Energiebezugsfläche ermittelt. Durch die in der Tabelle dargestellten Mittel- und Zielwerte kann die Verbrauchssituation der Liegenschaft mit der von Liegenschaften mit gleicher Nutzung auf einfache Weise verglichen werden. Datengrundlage für die Vergleichskennwerte ist der Forschungsbericht „Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland“ der Firma **ages GmbH**, Münster (Kennzahlen für mehr als 7200 Einrichtungen verschiedener Gebäudegruppen).

Der Zielwert ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der untersten 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäude mit den niedrigsten Energieverbräuchen) einer Gebäudegruppe. Dabei ist zu beachten, dass sich hier natürlich die Neubauten mit von Anfang an optimierter Technik und Wärmeschutz nach heutigem Standard konzentrieren. Dieser Zielwert ist also ohne umfangreiche Investitionen im Altbaubestand normalerweise nicht erreichbar. Hier sollte deshalb vielmehr der Mittelwert (arithmetische Mittel aller Einzelwerte) zur Orientierung herangezogen werden.

Die Verbrauchskennwerte (Gebäudegruppen) entsprechen den Werten, die auch im Rahmen des european energy award als Vergleichswerte herangezogen werden.

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Verbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser der untersuchten Objekte. Objekte mit Kennwerten über dem jeweiligen Mittelwert sind rot markiert. Besondere Auffälligkeiten werden in den jeweiligen Objekten erläutert (Punkt 3).

Objekt	Stromverbrauch		Vergleichswerte	
	Absolut [kWh/a]	Kennwert [kWh/m ² a]	Mittelwert [kWh/m ² a]	Zielwert [kWh/m ² a]
01 Haus des Landkreises	693.516	32	30	10
02 Außenstelle Ehingen	58.390	26	30	10
03 Valckenburgschule	357.987	23	22	8
04 Berufliches Schulzentrum	430.612	19	22	8
05 Kaufmännische Schule	67.926	11	22	8
06 Schmiechtalschule	155.683	32	14	7
07 Martinschule	11.781	10	14	7

Tabelle 2.8.1: Kennwerte Strom

Objekt	Wärmeverbrauch		Vergleichswerte	
	Absolut [kWh/a]	Kennwert [kWh/m ² a]	Mittelwert [kWh/m ² a]	Zielwert [kWh/m ² a]
01 Haus des Landkreises	1.610.593	75	95	55
02 Außenstelle Ehingen	298.710	135	95	55
03 Valckenburgschule	2.068.609	134	93	48
04 Berufliches Schulzentrum	1.593.962	70	93	48
05 Kaufmännische Schule	548.247	89	93	48
06 Schmiechtalschule	492.111	101	130	76
07 Martinschule	100.235	82	130	76

Tabelle 2.8.2: Kennwerte Wärme

Objekt	Wasserverbrauch		Vergleichswerte	
	Absolut [m ³ /a]	Kennwert [m ³ /m ² a]	Mittelwert [m ³ /m ² a]	Zielwert [m ³ /m ² a]
01 Haus des Landkreises	3.279	0,15	0,20	0,08
02 Außenstelle Ehingen	264	0,12	0,20	0,08
03 Valckenburgschule	2.365	0,15	0,16	0,06
04 Berufliches Schulzentrum	2.746	0,12	0,16	0,06
05 Kaufmännische Schule	748	0,12	0,16	0,06
06 Schmiechtalschule	3.710	0,76	0,54	0,23
07 Martinschule	85	0,07	0,17	0,07

Tabelle 2.8.3: Kennwerte Wasser

3 Darstellung der ausgewählten Objekte

3.1 Haus des Landkreises

Allgemeines:

Das Gebäude A besteht aus dem Altbau (1986) und dem Erweiterungsbau (2003). Es handelt sich um einen Betonskelettbau mit großen Glasflächen. Das Gebäude B (Hauffstraße) wurde im April 2020 bezogen. Die Wärmeversorgung von Gebäude B erfolgt über zwei Wärmepumpen und die Spitzenlast wird, wie das gesamte Gebäude A, von der Fernwärme Ulm gedeckt.

Verbrauchsentwicklung:

Der Wärme-, Strom- und Wasserverbrauch ist aufgrund des Bezugs des Neubaus (ca. 6.718 m² beheizte Fläche) angestiegen. Der Baustrom und die entsprechenden Kosten für die Zeit bis zum Einzug wurden bereits abgezogen.

Bezüglich des Stromverbrauchs ist noch anzumerken, dass in diesem Verbrauch auch die Ladeenergie für die E-Fahrzeuge in Höhe von insgesamt 4.393 kWh im 2020 enthalten ist.

Maßnahmen in 2020:

Im Jahr 2020 wurden die Umrüstung der Beleuchtung der Tiefgarage von Gebäude A auf LED-Technik mit Bewegungsmelder, sowie die Sanierung der Toiletten im Altbau (einschl. Beleuchtung und Wasser) als energetischen Maßnahmen abgeschlossen.

Geplante Maßnahmen in 2021:

Im Jahr 2021 ist die Umrüstung der Beleuchtung auf LED-Technik im Keller vom Gebäude A geplant und es wird geprüft, ob die Umrüstung der Beleuchtung in der Tiefgarage Gebäude B (Eigentümergeinschaft) auf LED-Technik möglich ist.

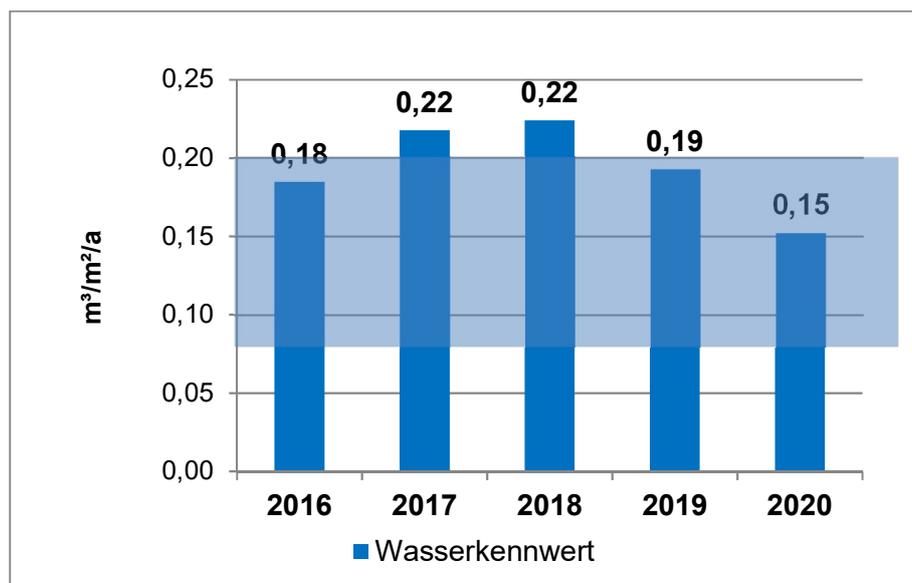
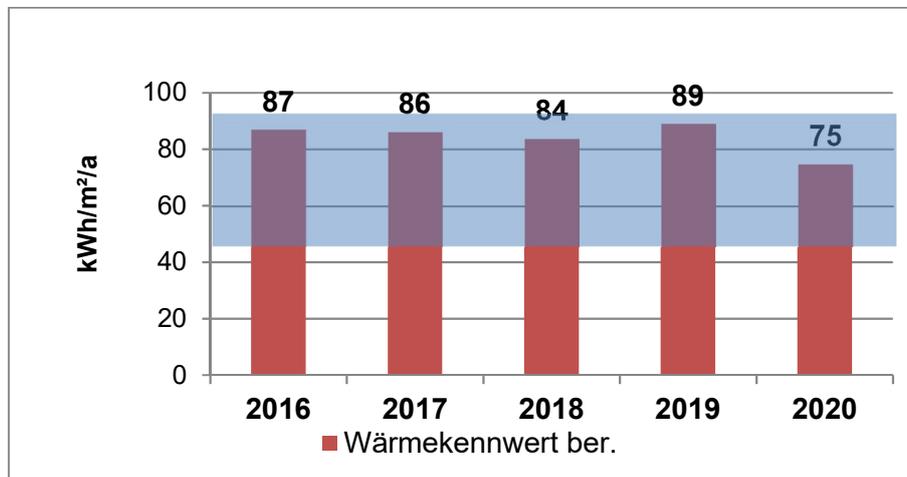
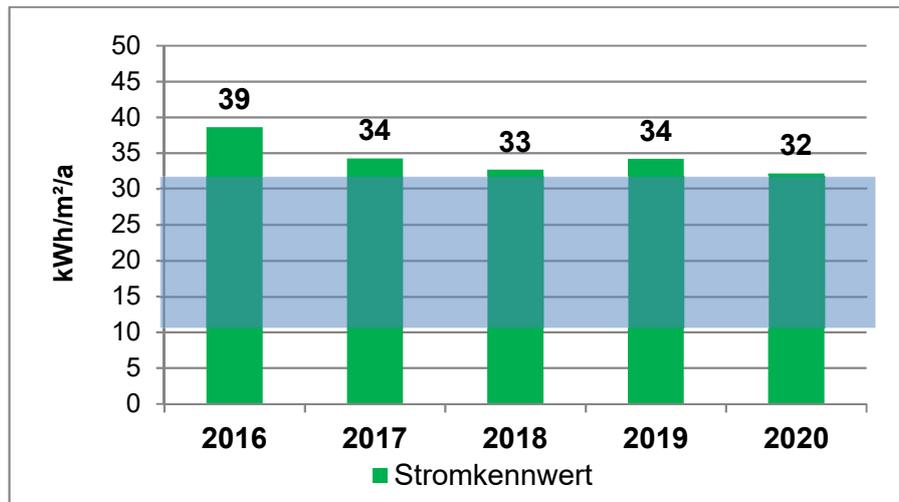
Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichtsjahr	Veränderung	Kennwert
Strom	508.012 kWh	693.516 kWh	37%	32 kWh/m ² /a
Wärme unber.	1.234.690 kWh	1.462.245 kWh	18%	68 kWh/m ² /a
Wärme ber.	1.320.968 kWh	1.610.593 kWh	22%	75 kWh/m ² /a
Wasser	2.859 m ³	3.279 m³	15%	0,15 m ³ /m ² /a

Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	171.171 €	53%	24,68 Ct/kWh	12%
Wärme	149.334 €	15%	10,21 Ct/kWh	-3%
Wasser	14.564 €	15%	4,44 €/m ³	0%

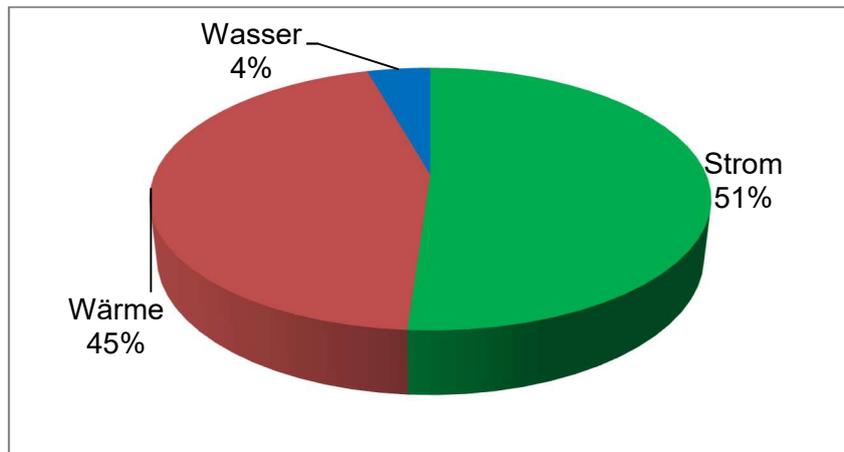
Emissionen	Kohlen-dioxid CO ₂	Schwefel-dioxid SO ₂	Stickoxid NO _x	Staub	Lachgas	Methan
Strom	438.996 kg	304 kg	347 kg	259 kg	10 kg	109 kg
Wärme	209.101 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg

Verbrauchskennwerte 2016 - 2020

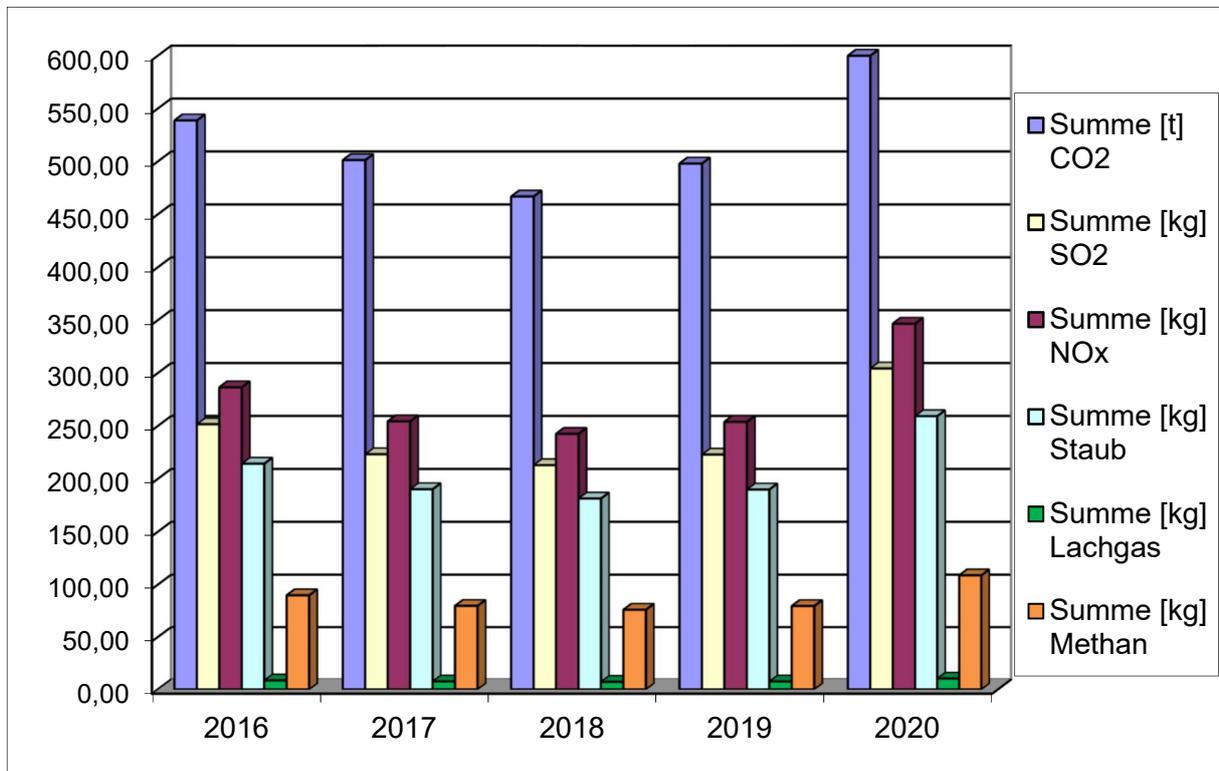


■ Zielbereich

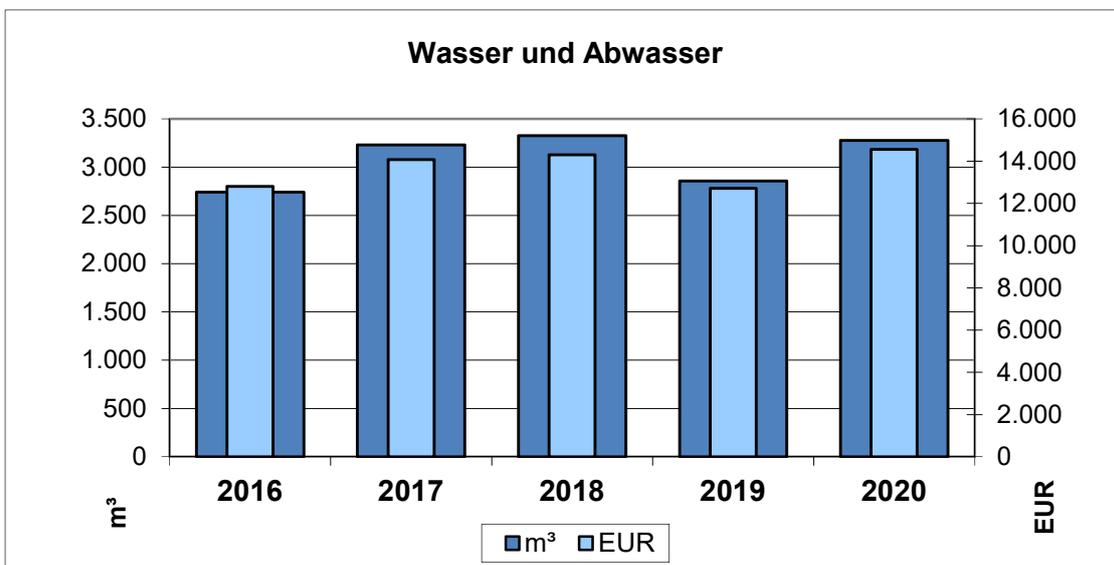
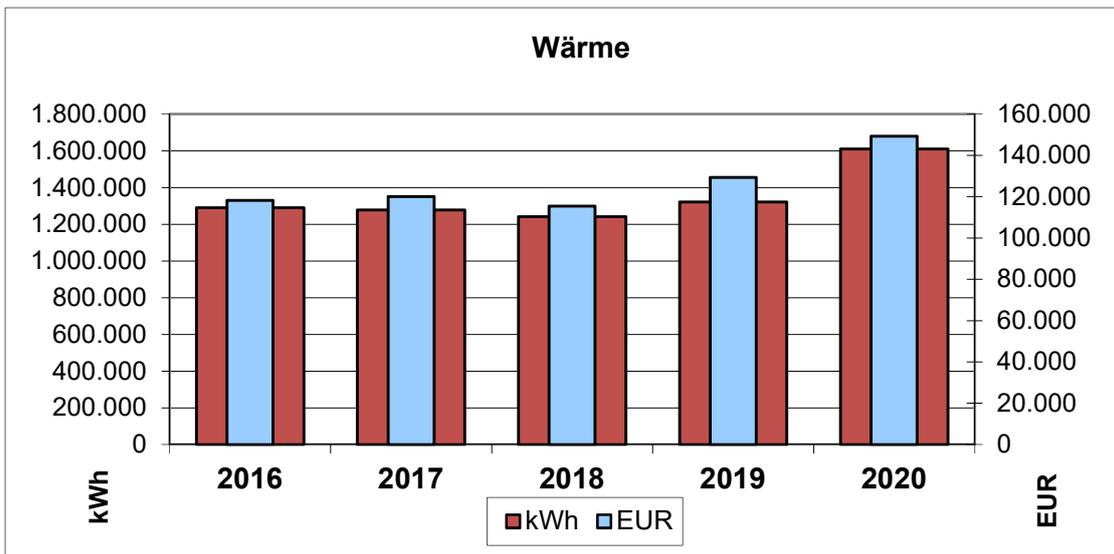
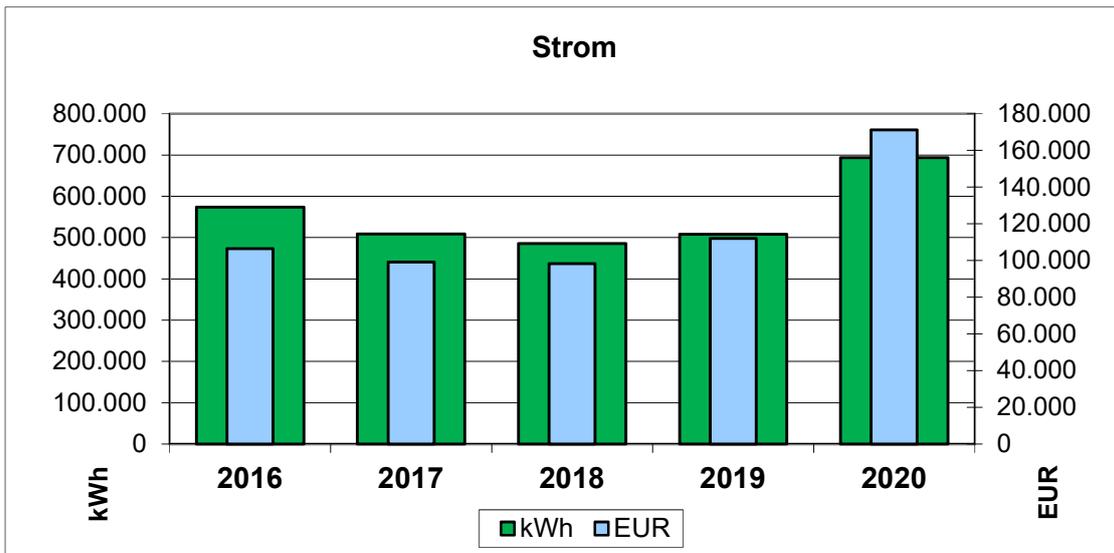
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 – 2020



3.2 Landratsamt Außenstelle Ehingen

Allgemeines:

Die Außenstelle des Landratsamtes in Ehingen besteht aus dem denkmalgeschützten Ritterhaus (1692) und dem neuen Verwaltungsgebäude am Sternplatz (2010). Das Ritterhaus wurde aufgrund von Problemen mit der Nahwärmeversorgung wieder über Erdgas beheizt, 2018 wurde deshalb ein Blockheizkraftwerk (BHKW) eingebaut und in Betrieb genommen. Ein Großteil des Stromes wird eigen genutzt und der Rest verkauft, die dabei erzeugte Wärme wird für die Versorgung des Hauses genutzt. Im Neubau Sternplatz ist eine Wärmepumpe für Heizzwecke installiert. Die Wärmepumpe wird mit elektrischer Energie betrieben und der Strom ist im aufgeführten Stromverbrauch der Außenstelle enthalten.

Verbrauchsentwicklung:

Der Strom-, Wärme- und Wasserverbrauch konnte jeweils gesenkt werden. Das oben beschriebene BHKW wurde über die Sommermonate abgeschaltet, d.h. man hat in dieser Zeit kein Gas zur Stromgewinnung verbraucht und musste deshalb Strom einkaufen. Dadurch sind keine gravierenden Mehrkosten entstanden. Im Stromverbrauch ist auch der selbsterzeugte Strom enthalten (13.859 kWh). Zusätzlich wurden noch ca. 30.850 kWh vom erzeugten Strom verkauft.

Maßnahme 2020:

Im Jahr 2020 wurden keine energetischen Maßnahmen durchgeführt.

Geplante Maßnahmen 2021:

Die Umrüstung des Ritterhauses auf LED-Beleuchtung oder die Beschaffung von Zusatzleuchten in den Zimmern wird 2021 geprüft.

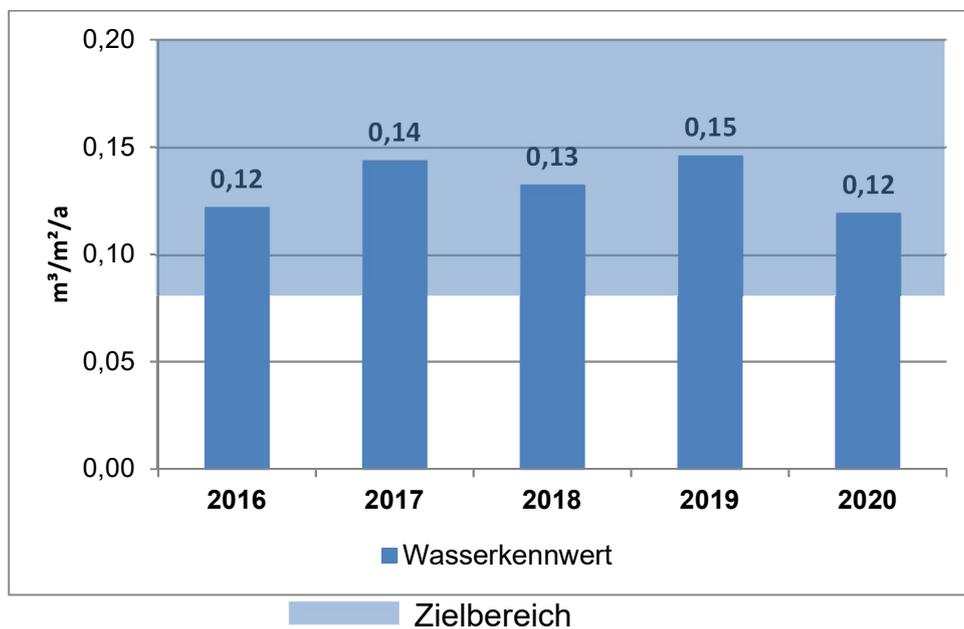
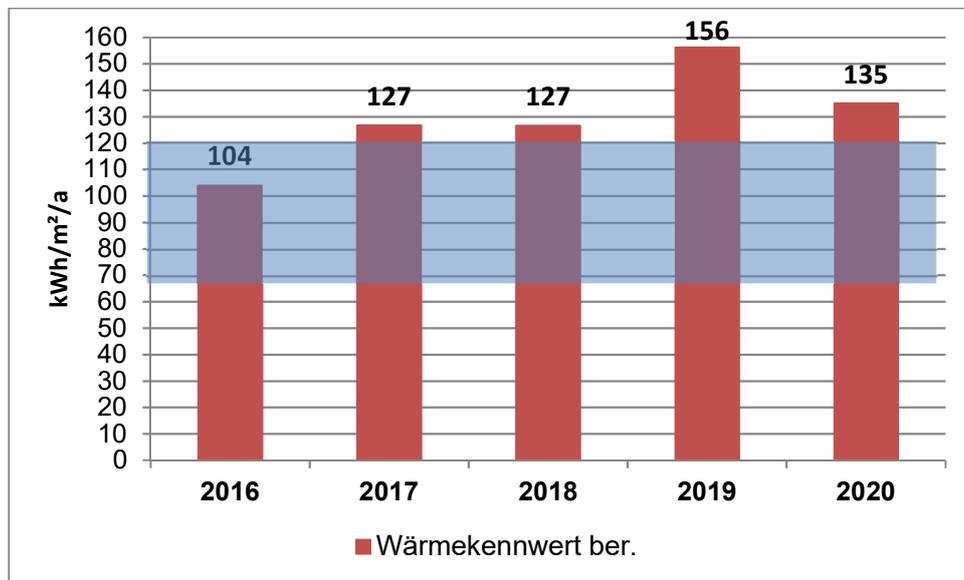
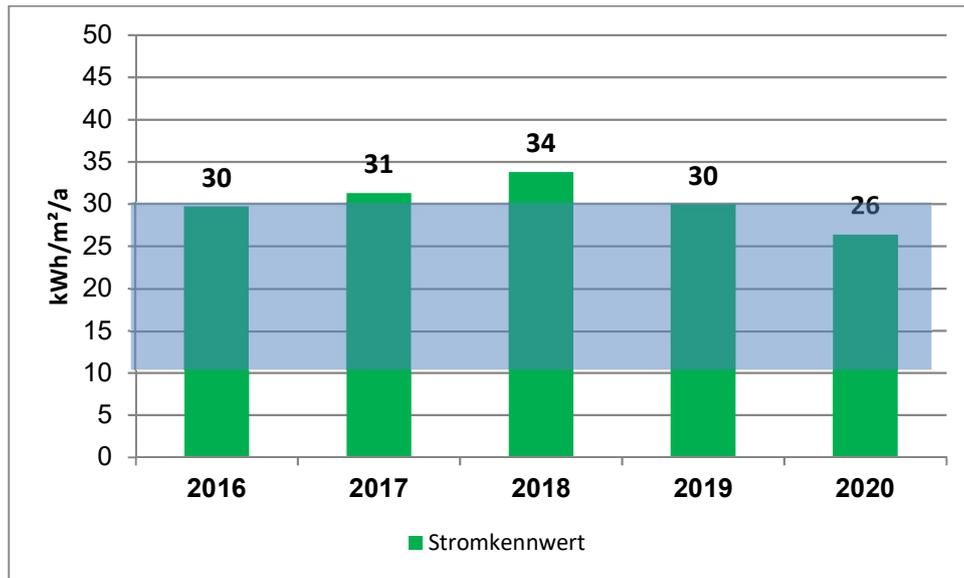
Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichtsjahr	Veränderung	Kennwert
Strom	66.241 kWh	58.390 kWh	-12%	26 kWh/m ² /a
Wärme unber.	320.276 kWh	269.801 kWh	-16%	122 kWh/m ² /a
davon Gas	296.968 kWh	236.531 kWh	-20%	-
davon Erdwärme	23.308 kWh	33.270 kWh	43%	-
Wärme ber.	345.568 kWh	298.710 kWh	-14%	135 kWh/m ² /a
Wasser	323 m ³	264 m³	-18%	0,12 m ³ /m ² /a

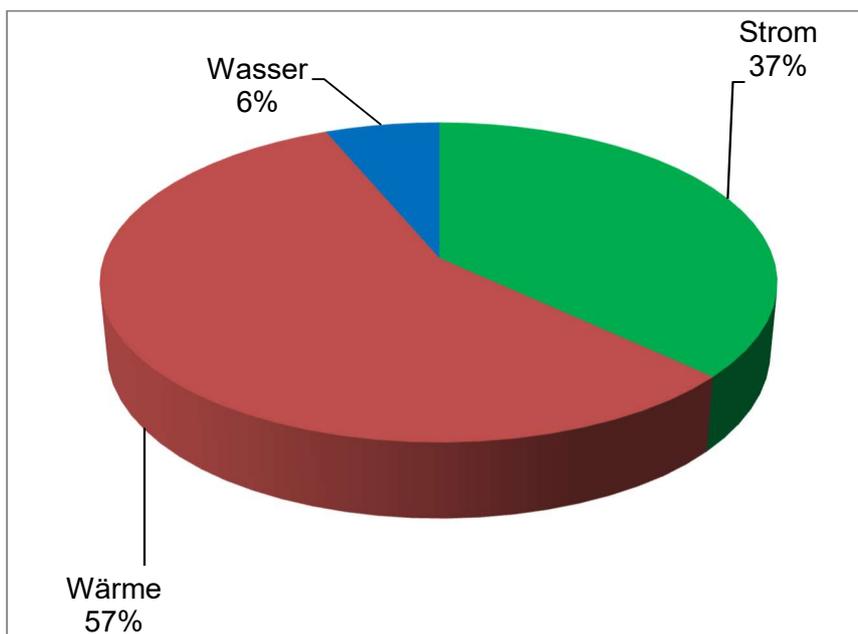
Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	7.679 €	120%	13,15 Ct/kWh	149%
Wärme	11.791 €	-23%	4,21 Ct/kWh	-5%
Wasser	1.312 €	-14%	4,97 €/m ³	5%

Emissionen	Kohlen-dioxid CO ₂	Schwefel-dioxid SO ₂	Stickoxid NO _x	Staub	Lachgas	Methan
Strom	36.961 kg	26 kg	29 kg	16 kg	1 kg	9 kg
Wärme	54.253 kg	5 kg	41 kg	1 kg	0 kg	2 kg

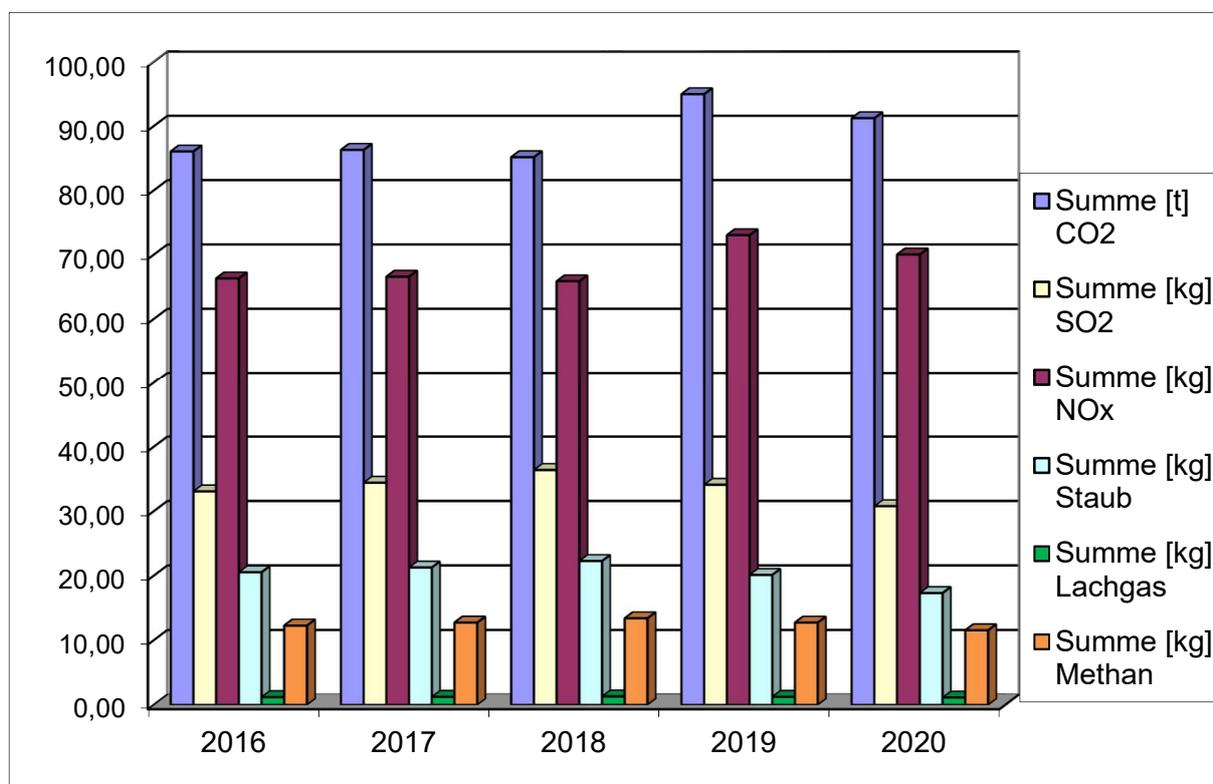
Verbrauchskennwerte 2016 -2020



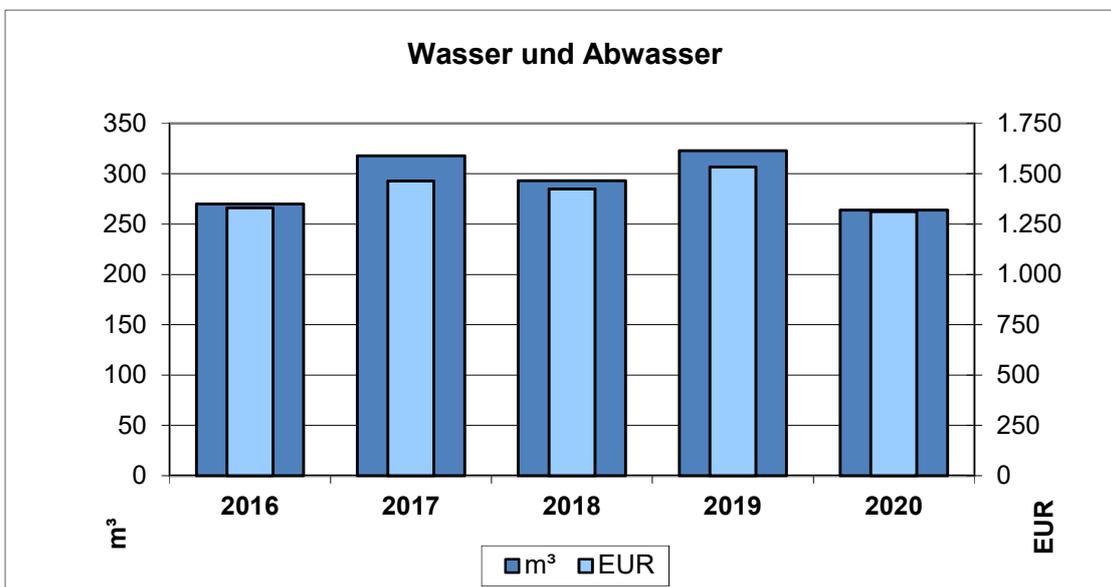
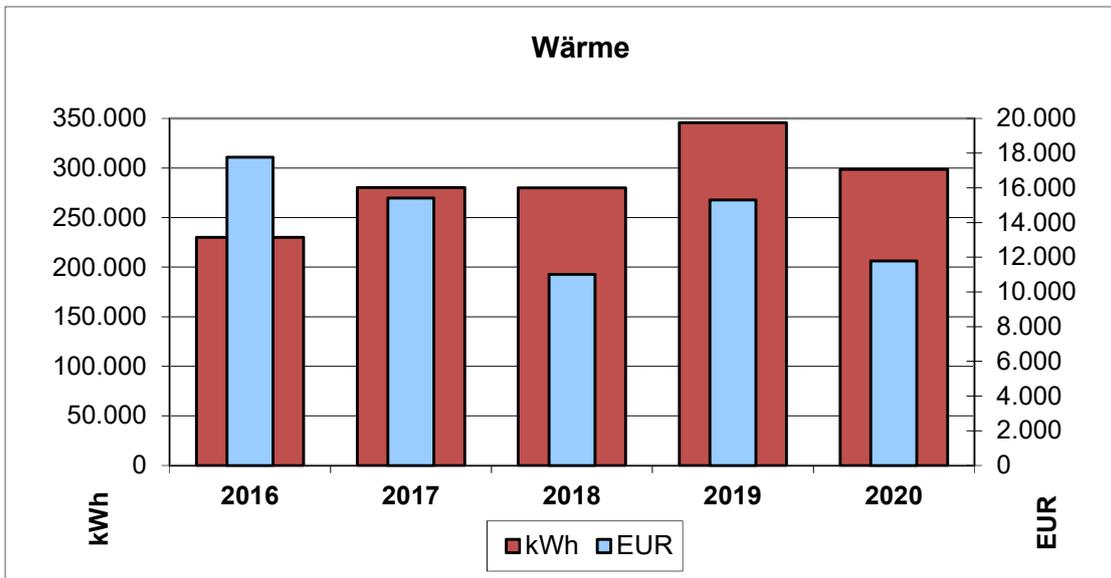
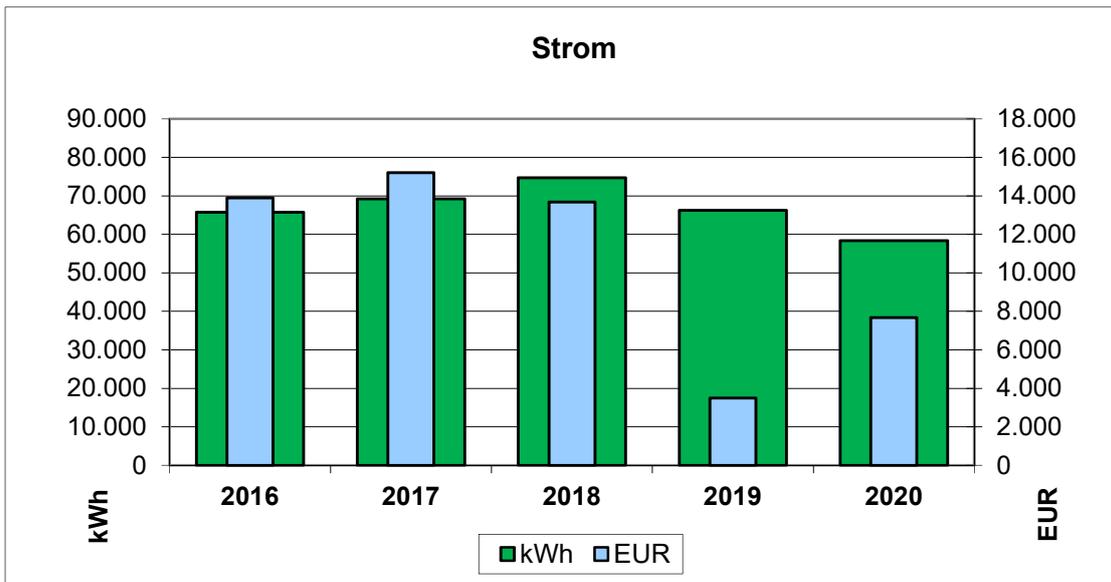
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 - 2020



3.3 Valckenburgschule/Turnhalle

Allgemeines:

Die Valckenburgschule besteht aus dem Alt- und Erweiterungsgebäude (1978 bzw. 2003) sowie der Turnhalle (1980). Die Turnhalle wurde im Jahr 2014 um einen Anbau mit vier Klassenräumen und zwei Sporträumen erweitert. Die Wärmeversorgung erfolgt über die Fernwärme Ulm (FUG).

Verbrauchsentwicklung:

Der Strom- und Wasserverbrauch konnte gegenüber dem Vorjahr gesenkt werden, der Wärmeverbrauch (auch bereinigter Wärmeverbrauch) ist im Vergleich zum Vorjahr angestiegen. Dies kann an den Hygienekonzepten (Lüften der Räume) aufgrund der Corona-Pandemie liegen.

Maßnahmen 2020:

Im Jahr 2020 wurde die Sanierung der Mensa abgeschlossen und die geplante Gesamtsanierung vorerst zurückgestellt.

Geplante Maßnahmen 2021:

Im Jahr 2021 ist die Dachsanierung von Gebäude C geplant und es wird eine Machbarkeitsstudie für die Sanierung des Dachs der Mensa in die Wege geleitet und eventuell umgesetzt.

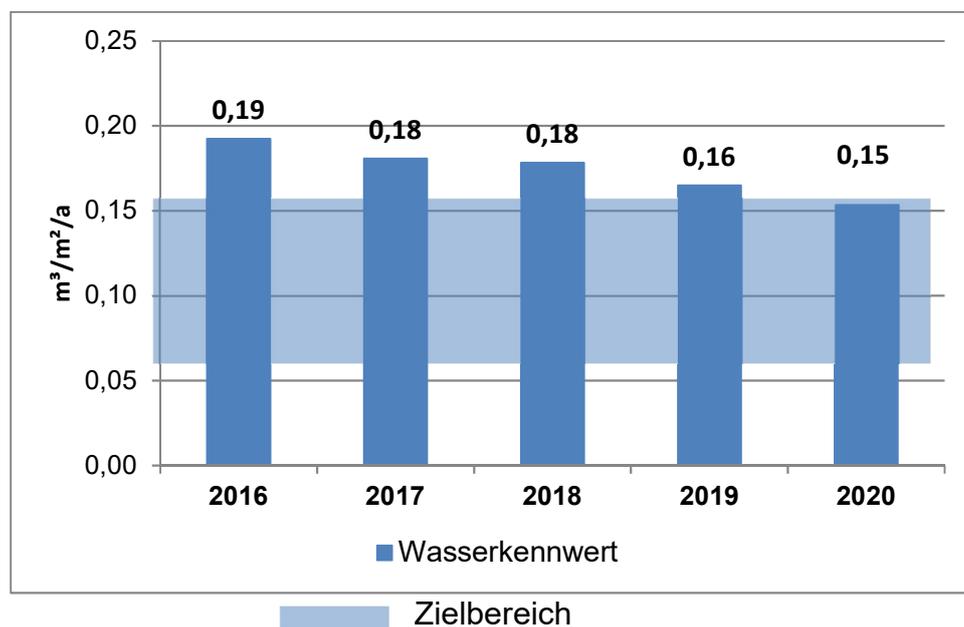
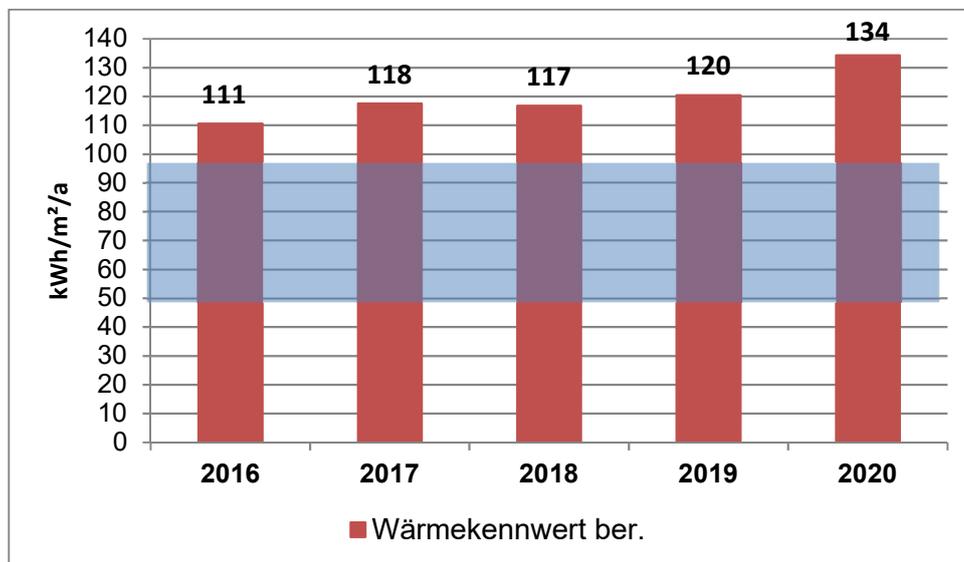
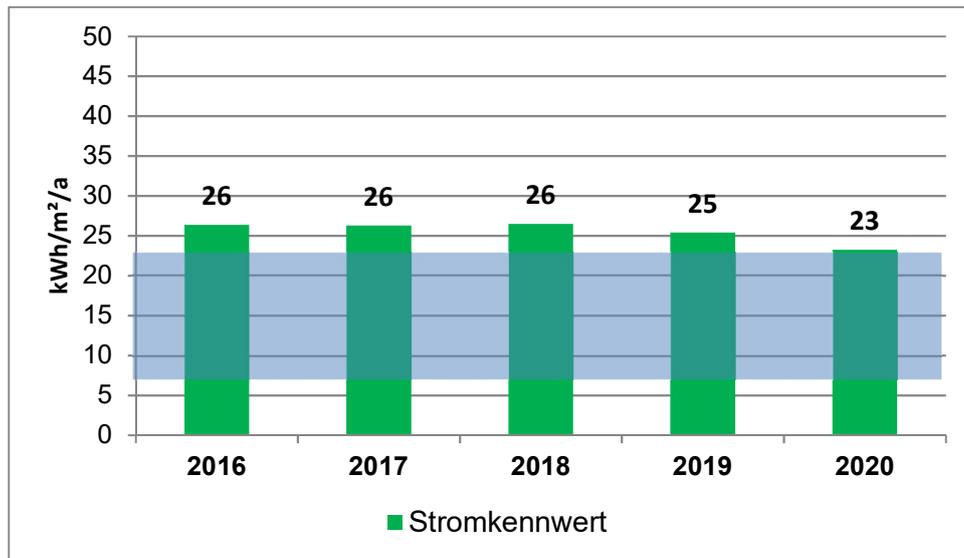
Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichts-jahr	Veränderung	Kennwert
Strom	391.641 kWh	357.987 kWh	-9%	23 kWh/m ² /a
Wärme unber.	1.731.619 kWh	1.869.501 kWh	8%	121 kWh/m ² /a
Wärme ber.	1.856.122 kWh	2.068.609 kWh	11%	134 kWh/m ² /a
Wasser	2.540 m ³	2.365 m³	-7%	0,15 m ³ /m ² /a

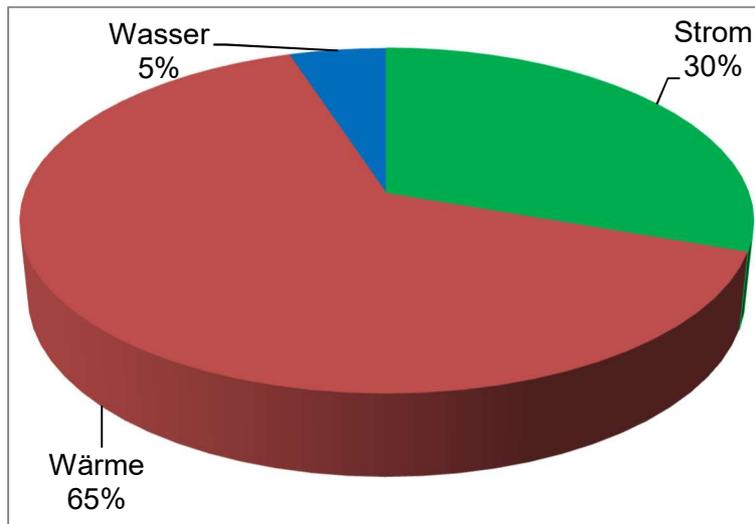
Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	85.908 €	-3%	24,00 Ct/kWh	7%
Wärme	182.761 €	2%	9,78 Ct/kWh	-5%
Wasser	14.173 €	-2%	5,99 €/m ³	6%

Emissionen	Kohlen-dioxid CO ₂	Schwefel-dioxid SO ₂	Stickoxid NO _x	Staub	Lachgas	Methan
Strom	226.605 kg	157 kg	179 kg	134 kg	5 kg	56 kg
Wärme	267.339 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg

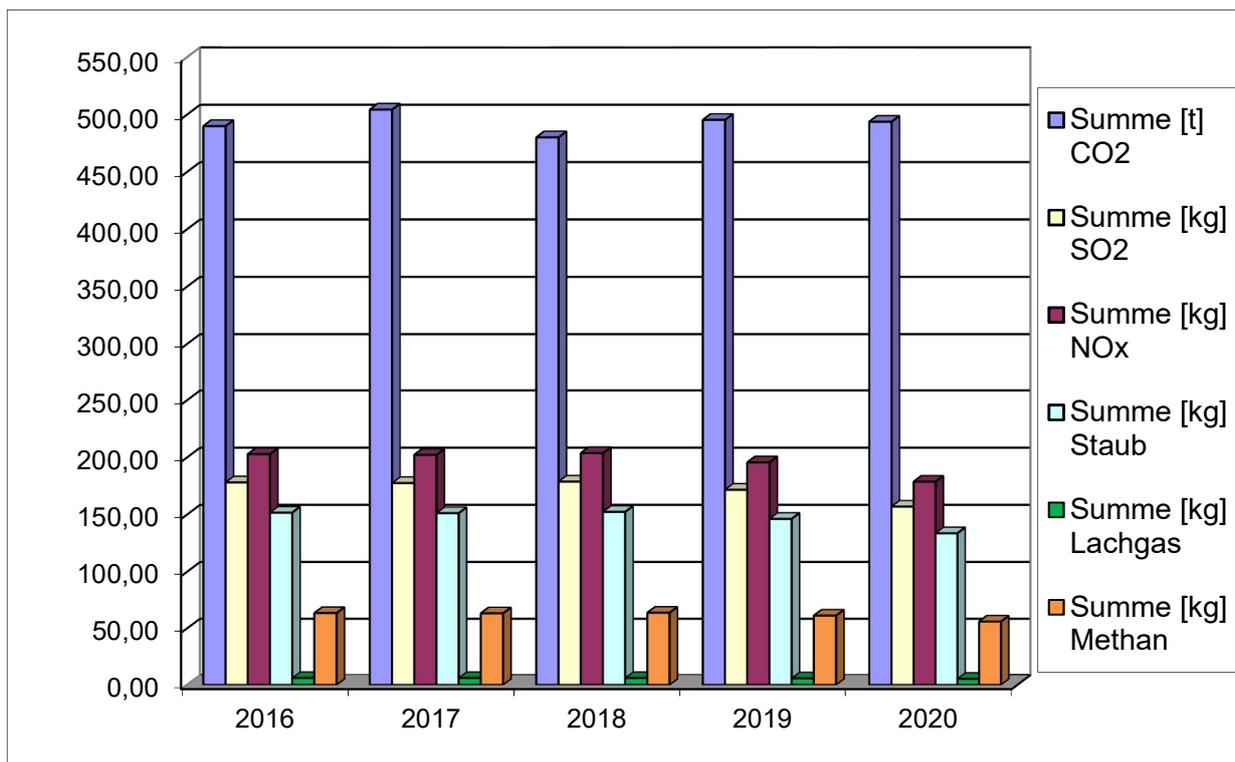
Verbrauchskennwerte 2016 - 2020



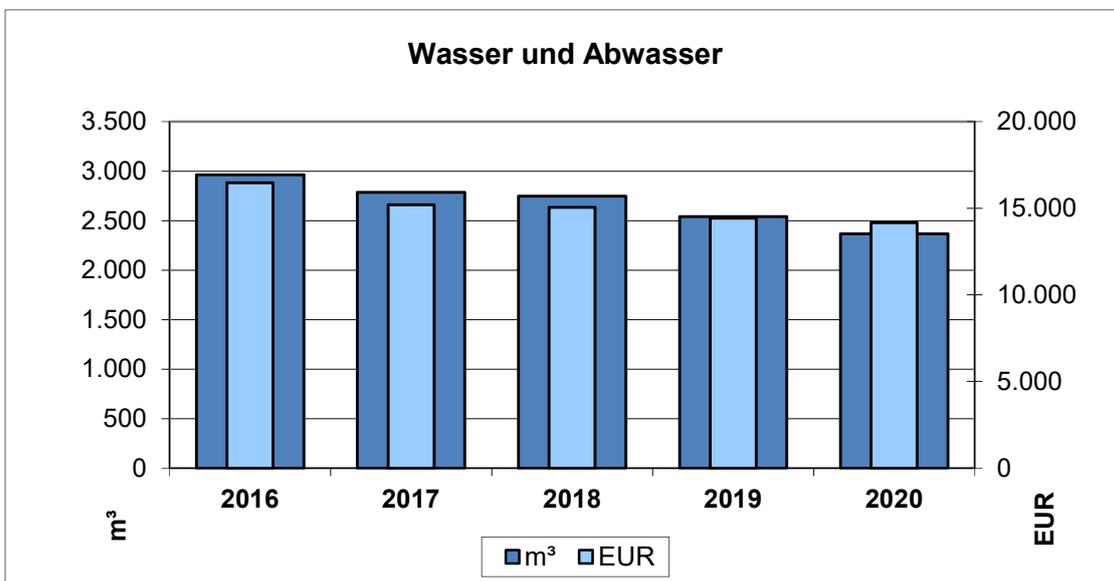
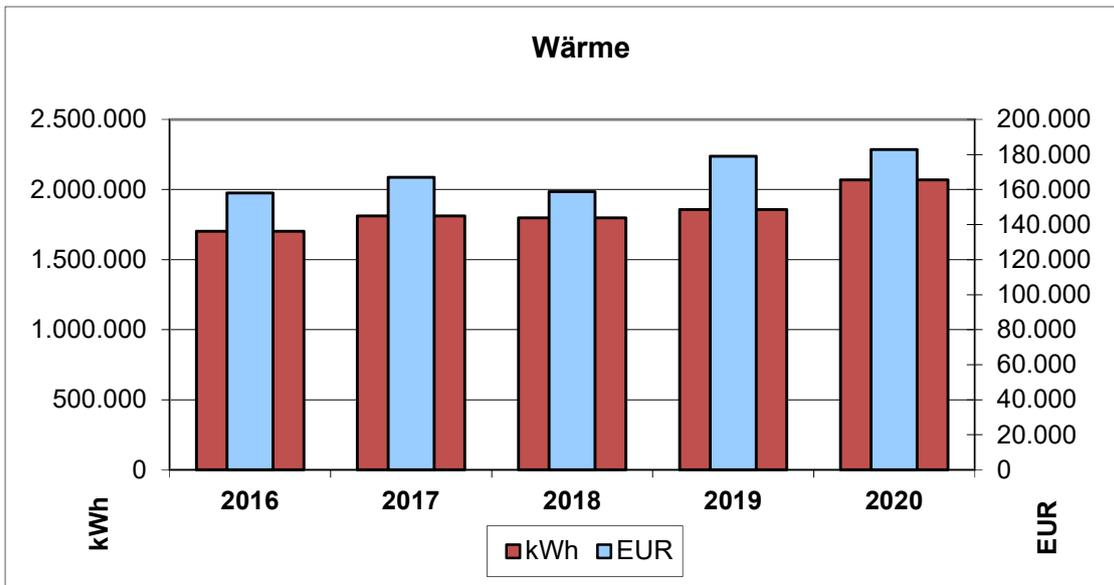
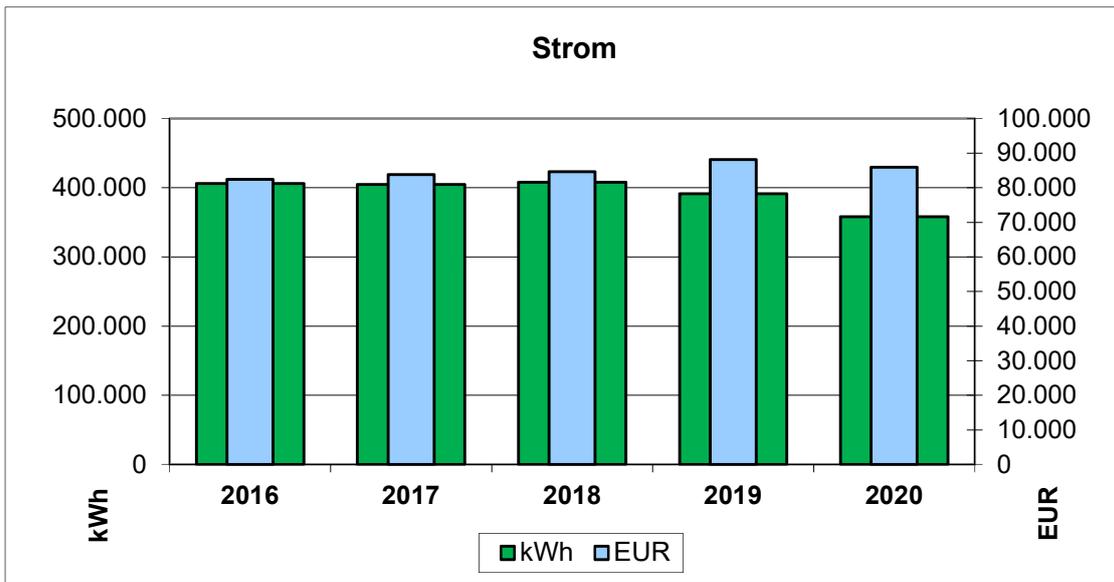
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 - 2020



3.4 Berufliches Schulzentrum Ehingen

Allgemeines:

Das Berufliche Schulzentrum besteht aus den Werkstattgebäuden A1 und A2 (1976, 1978), den Werkstattgebäuden B und C (1979, 1981), der Turnhalle D (1983), dem Theoriegebäude E (1992), dem Erweiterungsbau F (2004) sowie dem Gebäude der Magdalena-Neff-Schule (2009) samt Erweiterungsbau (2017).

Das gesamte Schulzentrum - mit Ausnahme des Erweiterungsbaus Magdalena-Neff-Schule, der über Erdwärme versorgt wird - wird über die neue Heizzentrale in der Turnhalle mit Wärme versorgt. Im Rahmen eines Energieeinsparcontractings wurde hier eine Hackschnitzelanlage mit Spitzenlast Öl errichtet, die seit 2010 in Betrieb ist. Das Contracting hatte eine Laufzeit von insgesamt 6,5 Jahren. In dieser Zeit profitierte der Contractor von Einsparungen in der Liegenschaft, um dadurch seine Investitionen zu finanzieren. Seit dem 01.07.2016 kommen die Einsparungen in voller Höhe dem Alb-Donau-Kreis zugute.

Verbrauchsentwicklung:

Die Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche sind weiter gesunken.

Maßnahmen in 2020:

Im Jahr 2020 wurden Verbesserungen in der Hydraulik und Einstellungen im Wärmenetz (Hackschnitzel/Öl) vorgenommen. Die Wärmeverteilung auf die einzelnen Gebäude wurde dadurch optimiert. Unter Umständen kann dies zu einem geringeren Verbrauch führen. Des Weiteren wurden in einzelnen Räumen im Gebäude C auf LED-Beleuchtung umgestellt.

Geplante Maßnahmen in 2021:

Es sind keine größeren energetischen Maßnahmen im Jahr 2021 geplant. Eine kleine Maßnahme ist die Reinigung des Hackschnitzelkessels (Heizwasser), dies kann zu einer Einsparung führen.

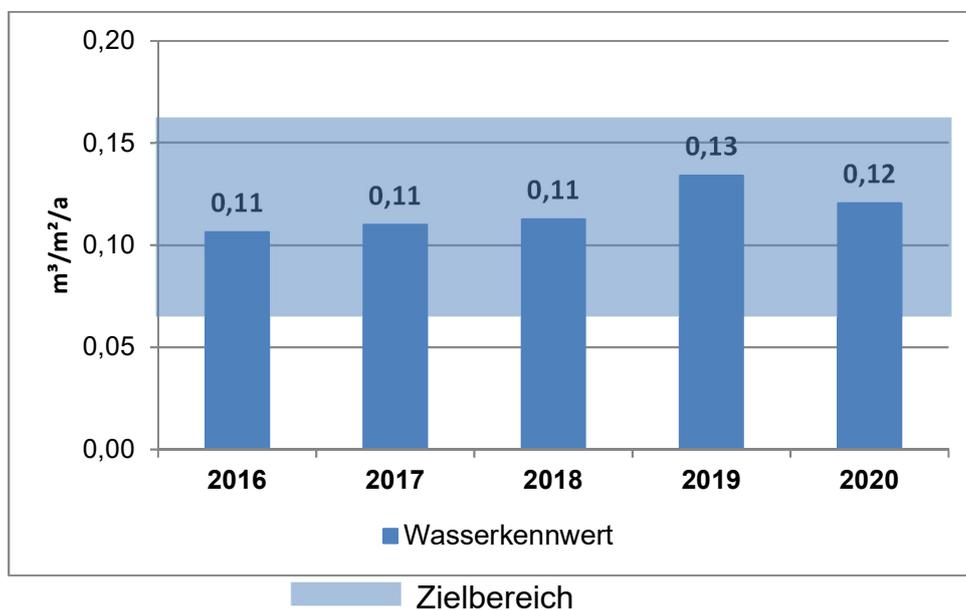
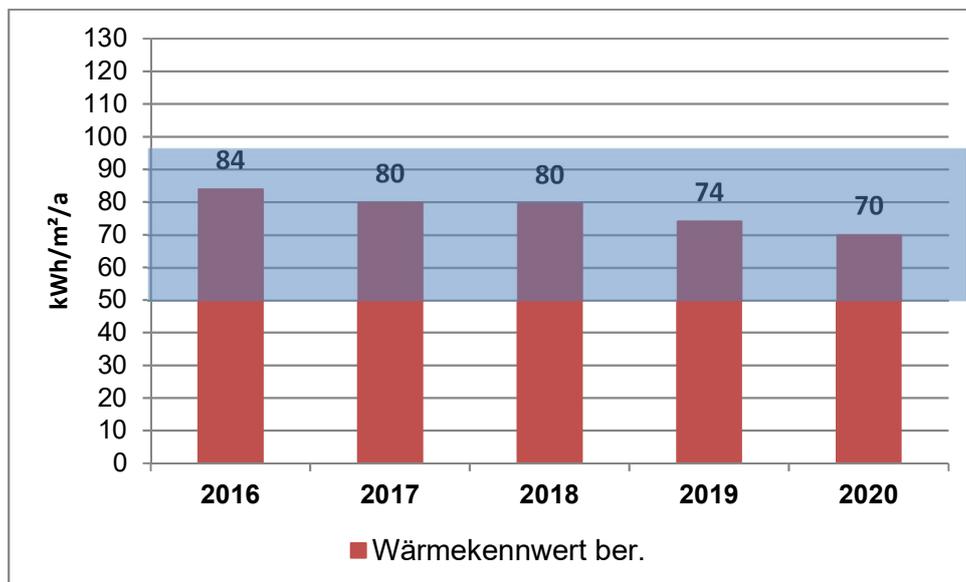
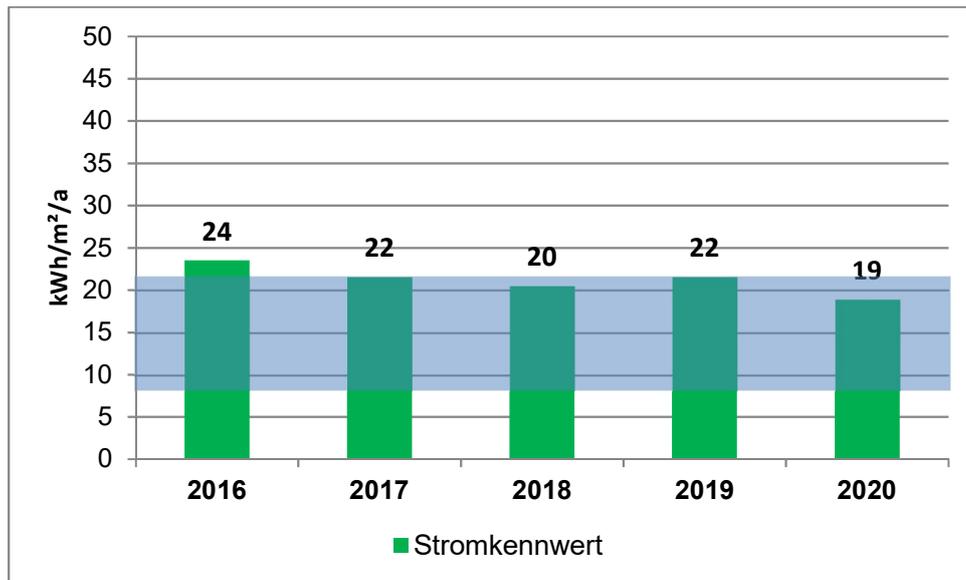
Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichts-jahr	Veränderung	Kennwert
Strom	491.058 kWh	430.612 kWh	-12%	19 kWh/m ² /a
Wärme unber.	1.575.030 kWh	1.439.700 kWh	-9%	63 kWh/m ² /a
davon Hackschnitzel	1.209.457 kWh	999.060 kWh	-17%	-
davon Öl	365.574 kWh	440.640 kWh	21%	-
Wärme ber.	1.688.275 kWh	1.593.962 kWh	-6%	70 kWh/m ² /a
Wasser	3.052 m ³	2.746 m³	-10%	0,12 m ³ /m ² /a

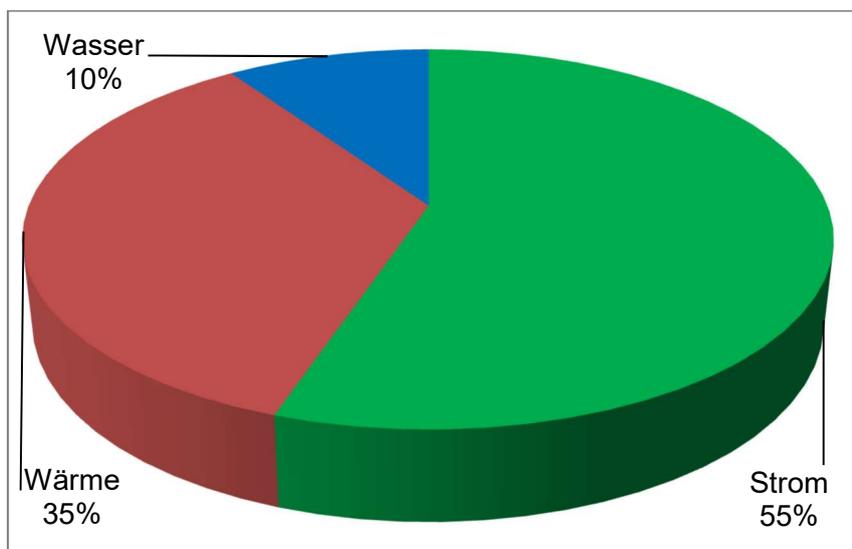
Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	100.581 €	-6%	23,36 Ct/kWh	7%
Wärme	64.173 €	-23%	3,71 Ct/kWh	-30%
Wasser	17.449 €	-6%	6,35 €/m ³	4%

Emissionen	Kohlen-dioxid CO ₂	Schwefel-dioxid SO ₂	Stickoxid NO _x	Staub	Lachgas	Methan
Strom	272.578 kg	189 kg	215 kg	161 kg	6 kg	68 kg
Wärme	136.852 kg	112 kg	86 kg	21 kg	1 kg	1 kg

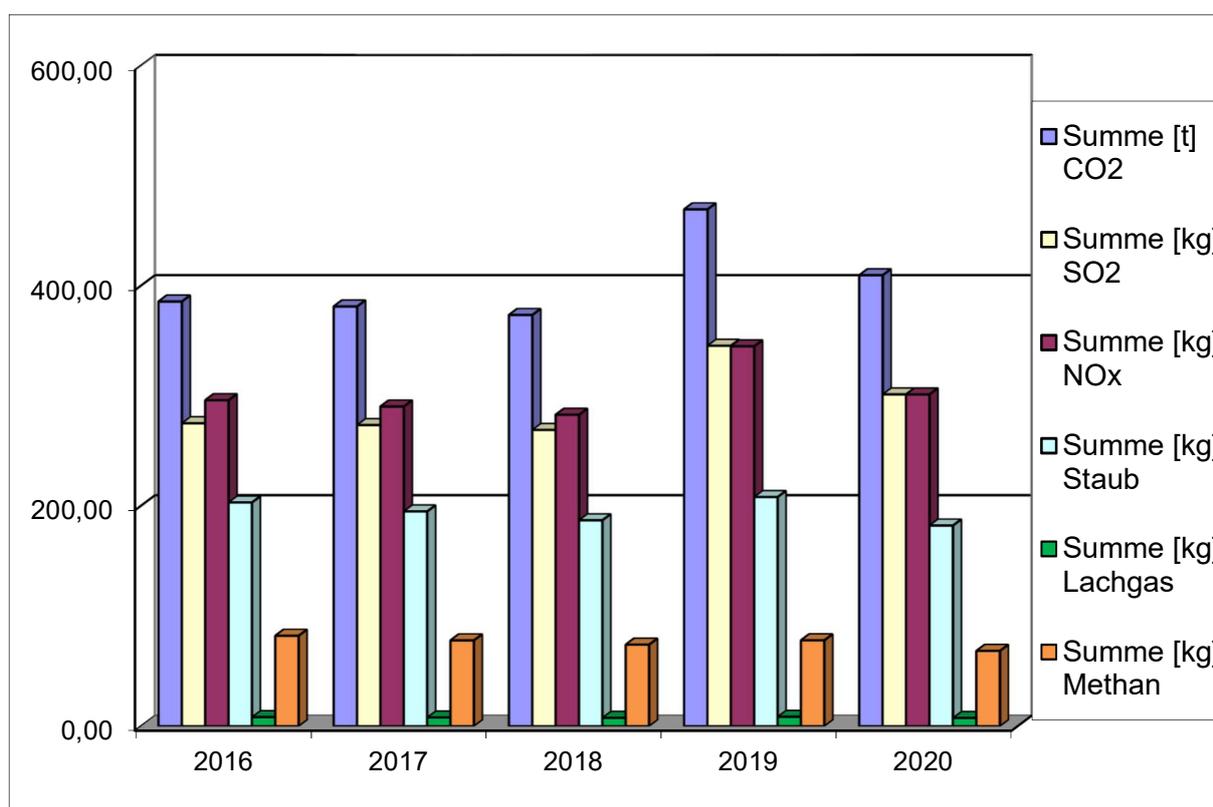
Verbrauchskennwerte 2016 - 2020



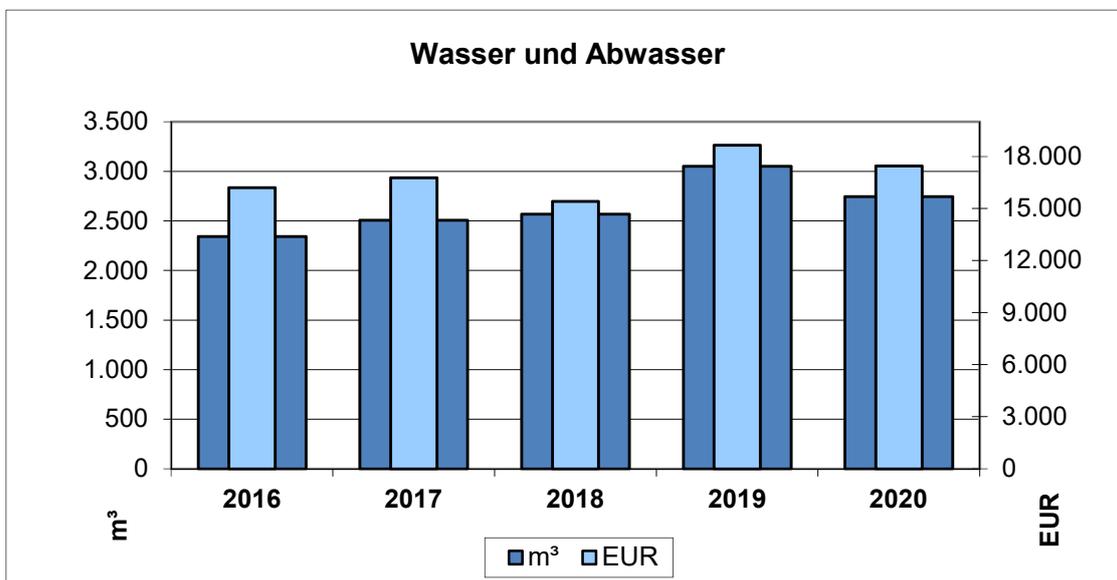
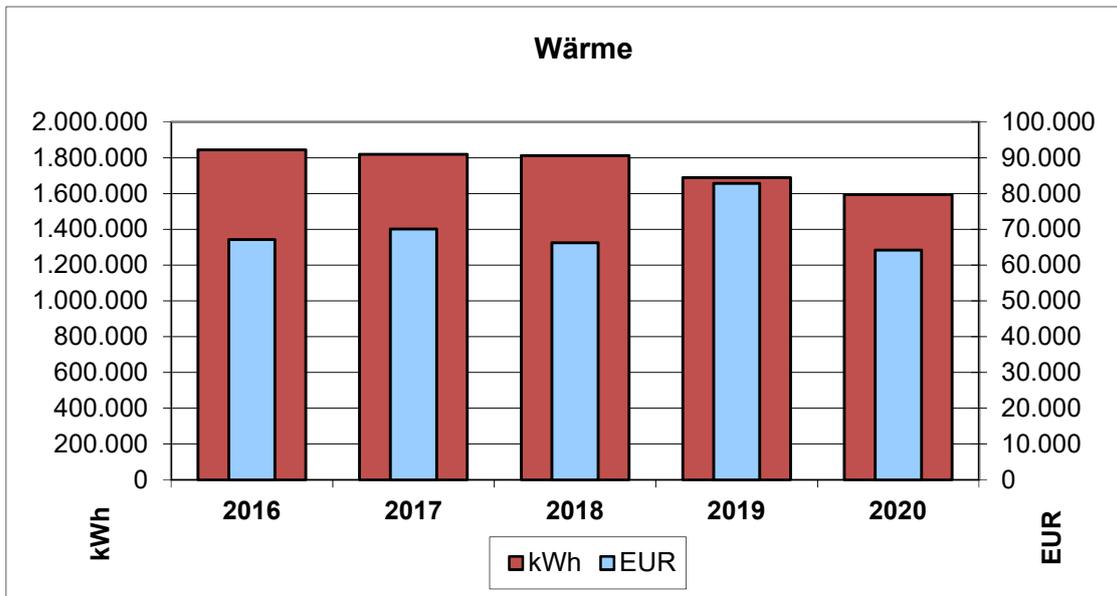
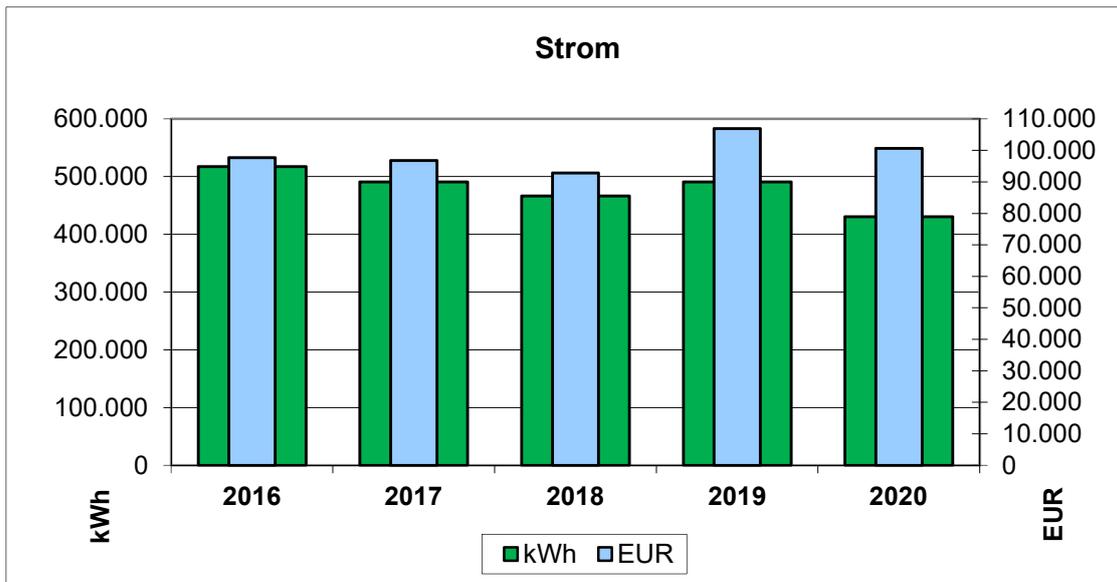
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 - 2020



3.5 Kaufmännische Schule

Allgemeines:

Die Kaufmännische Schule Ehingen besteht aus dem Altbau (ca. 1900), dem Mittelbau (1961) und dem Neubau (ehemals Magdalena-Neff-Schule, 1994). Außerdem wird das benachbarte Gebäude in der Lindenstraße 68 (1905) mitgenutzt.

Die hier aufgeführten Zahlen für die Kaufmännische Schule beinhalten auch die Zahlen für das im Gebäude untergebrachte Kreismedienzentrum und die Zahlen für das Gebäude in der Lindenstraße 68. Im Jahr 2014 wurde die Schule an das Nahwärmenetz der Stadt Ehingen, das mit regenerativer Energie (Hackschnitzel) betrieben wird, angeschlossen.

Verbrauchsentwicklung:

An der Kaufmännischen Schule ist der Wärmeverbrauch geringfügig angestiegen. Der Stromverbrauch ist durch die Aktivierung und Optimierung der Tiefgaragenabfahrtsheizung angestiegen und konnte durch die sonstigen Stromeinsparungen im Gebäude nicht abgedeckt werden. Der Wasserverbrauch konnten weiter gesenkt werden.

Maßnahmen in 2020:

Im Jahr 2020 wurde lediglich die Heizung der Tiefgaragenabfahrt optimiert und die Umrüstung der Beleuchtung der Lindenstraße 68 auf LED-Technik durchgeführt.

Geplante Maßnahmen 2021:

Im Jahr 2021 sind keine energetischen Maßnahmen geplant.

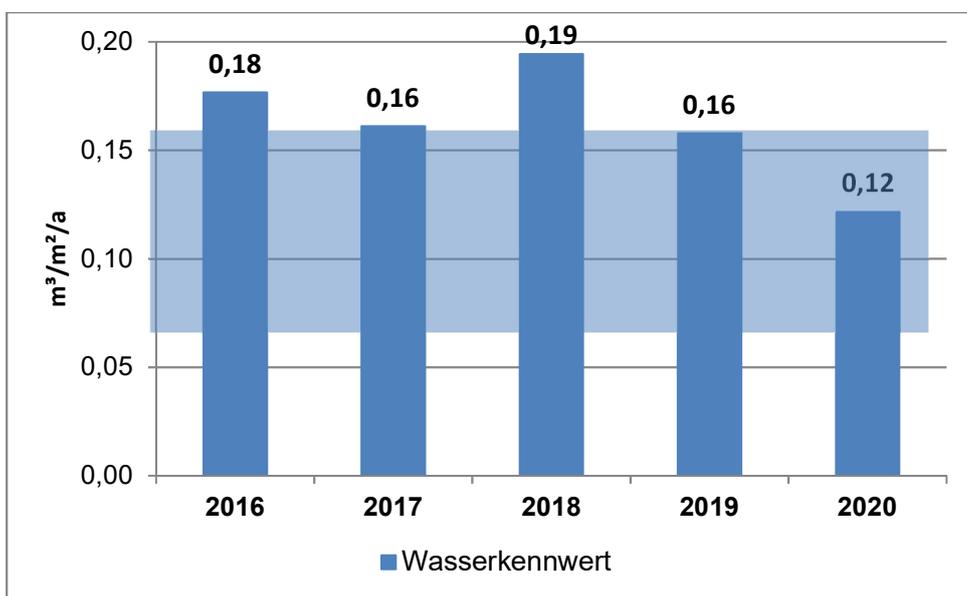
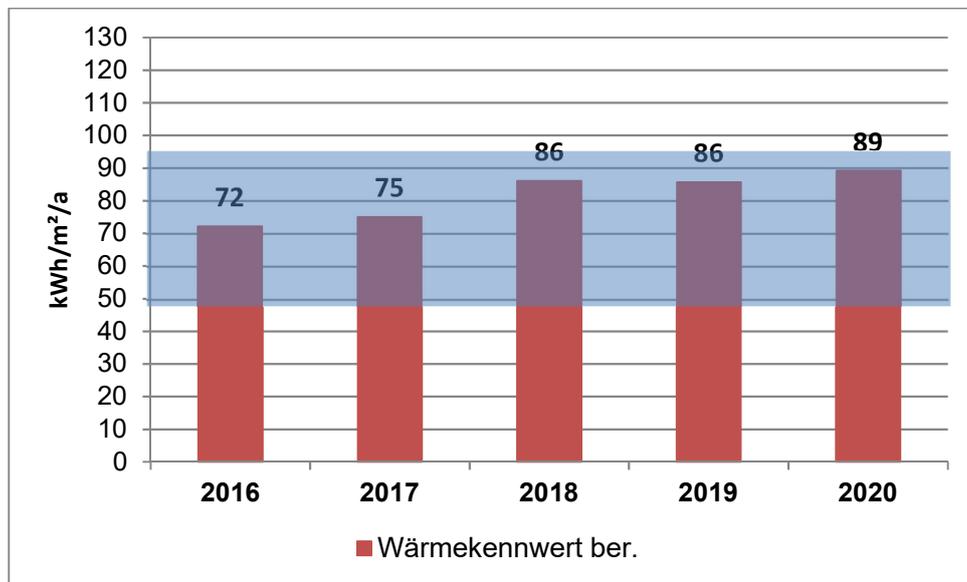
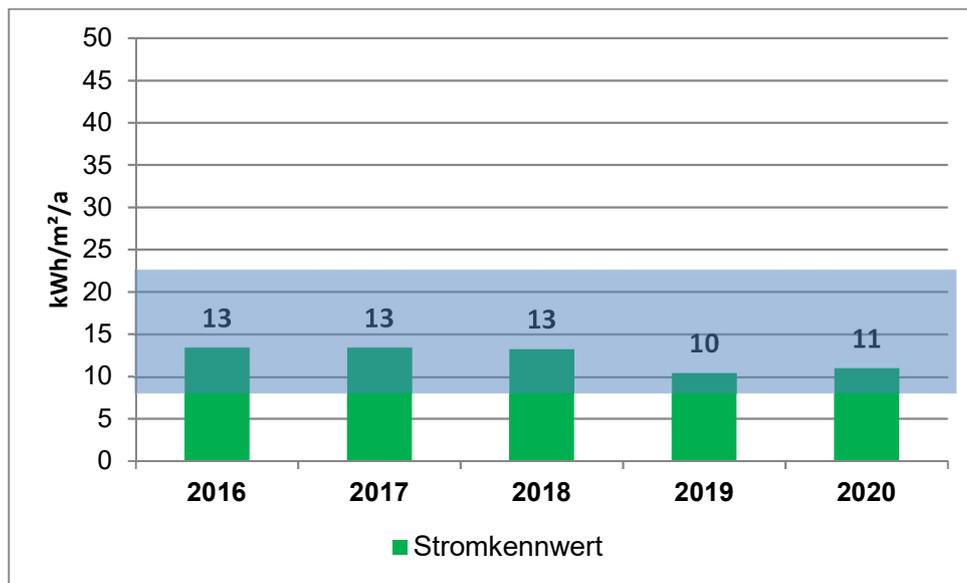
Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichtsjahr	Veränderung	Kennwert
Strom	64.492 kWh	67.926 kWh	5%	11 kWh/m ² /a
Wärme unber.	487.640 kWh	495.870 kWh	2%	81 kWh/m ² /a
Wärme ber.	526.420 kWh	548.247 kWh	4%	89 kWh/m ² /a
Wasser	970 m ³	748 m ³	-23%	0,12 m ³ /m ² /a

Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	16.657 €	11%	24,52 Ct/kWh	6%
Wärme	39.919 €	-1%	8,05 Ct/kWh	-3%
Wasser	3.713 €	-18%	4,96 €/m ³	6%

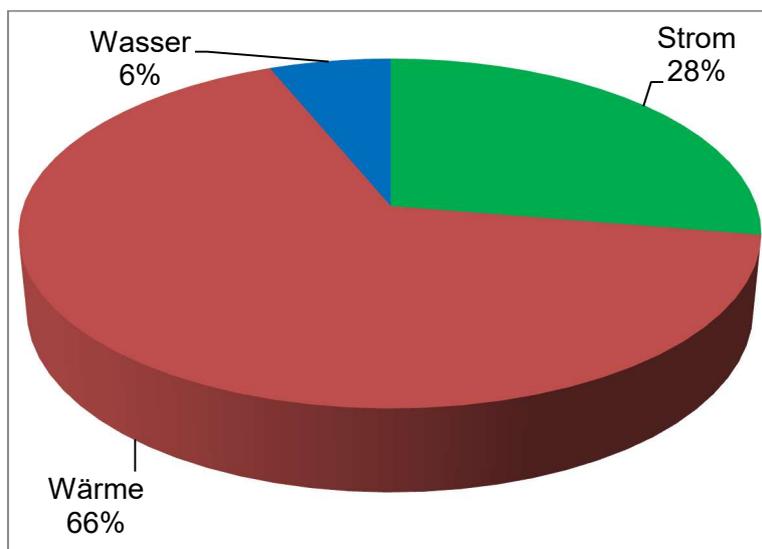
Emissionen	Kohlen- dioxid CO ₂	Schwefel- dioxid SO ₂	Stickoxid NO _x	Staub	Lachgas	Methan
Strom	42.997 kg	30 kg	34 kg	25 kg	1 kg	11 kg
Wärme	94.215 kg	9 kg	71 kg	1 kg	0 kg	0 kg

Verbrauchskennwerte 2016 - 2020

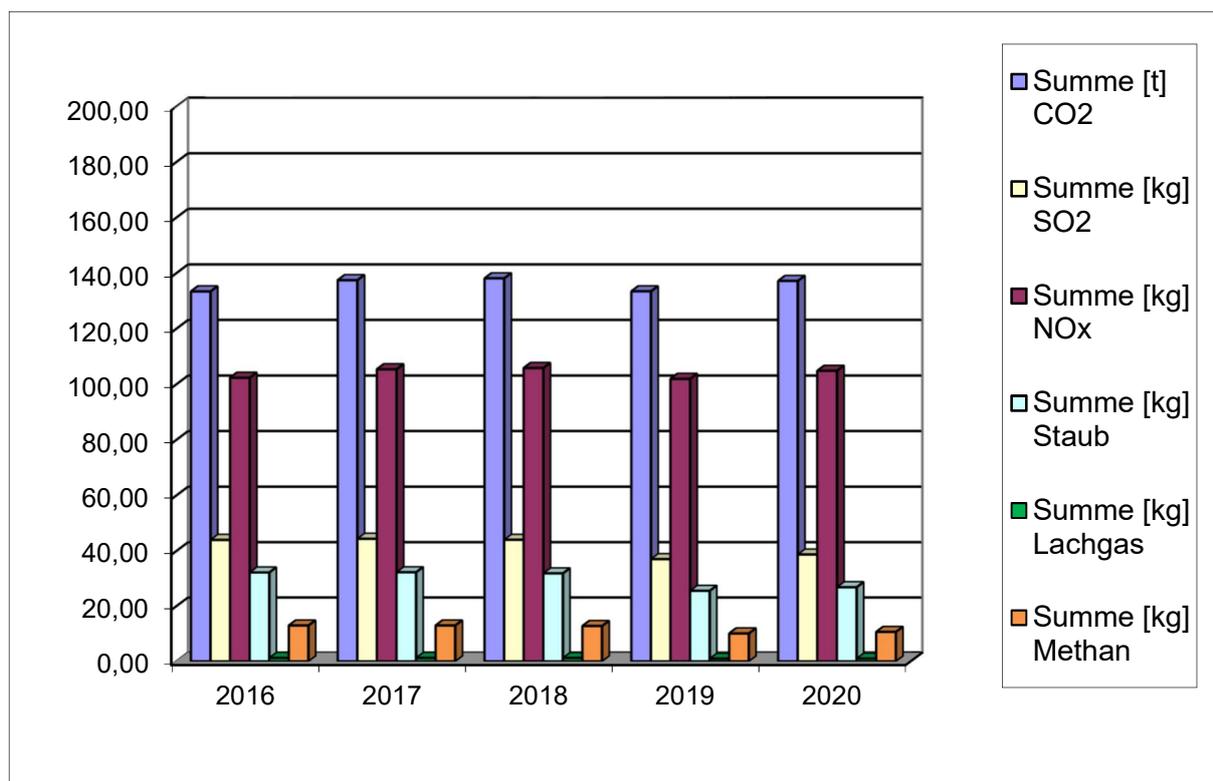


■ Zielbereich

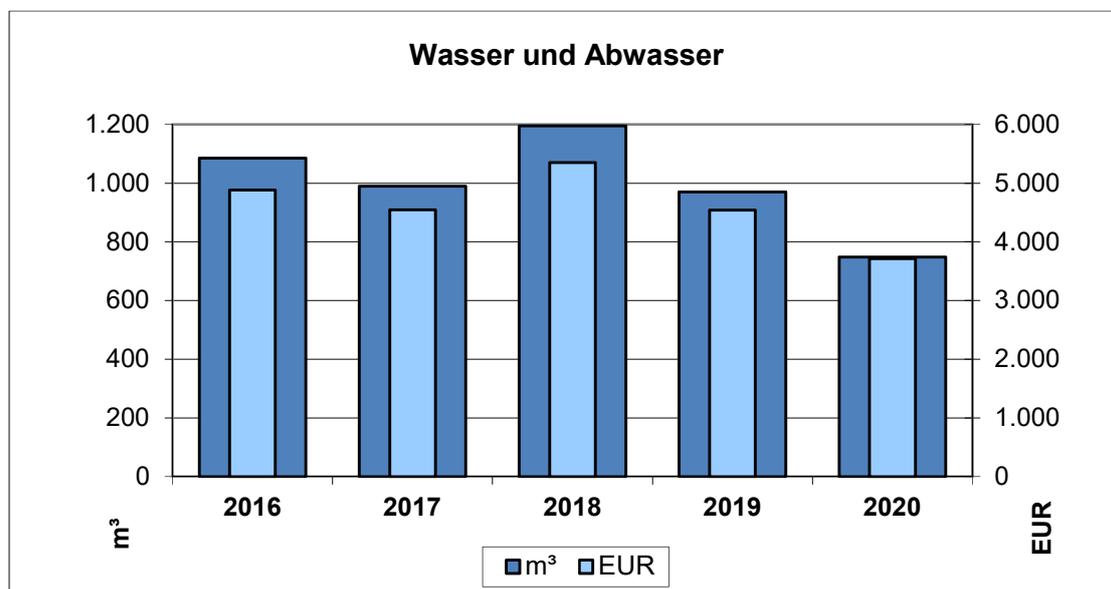
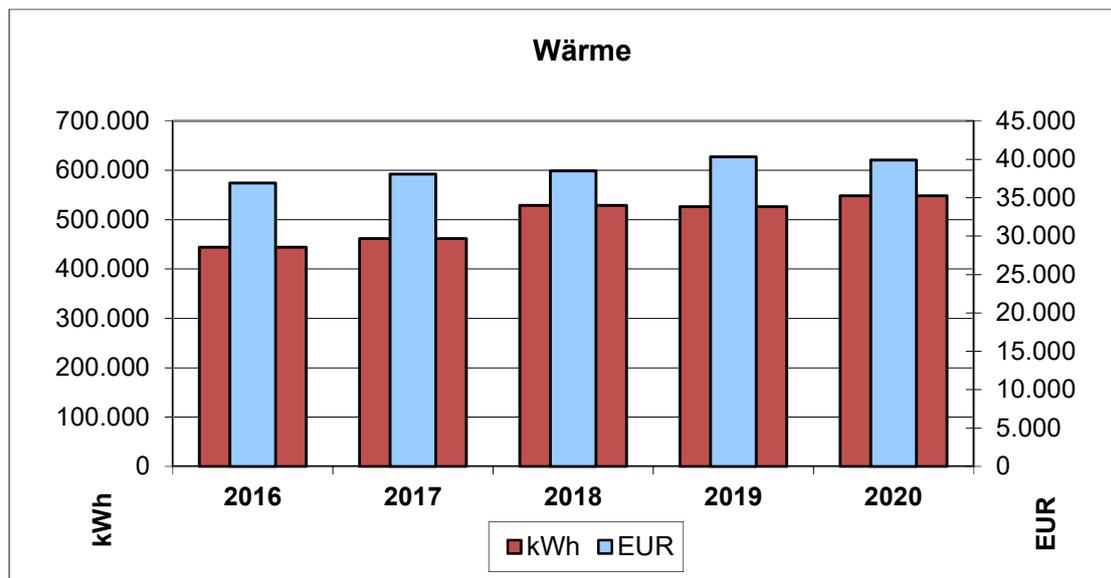
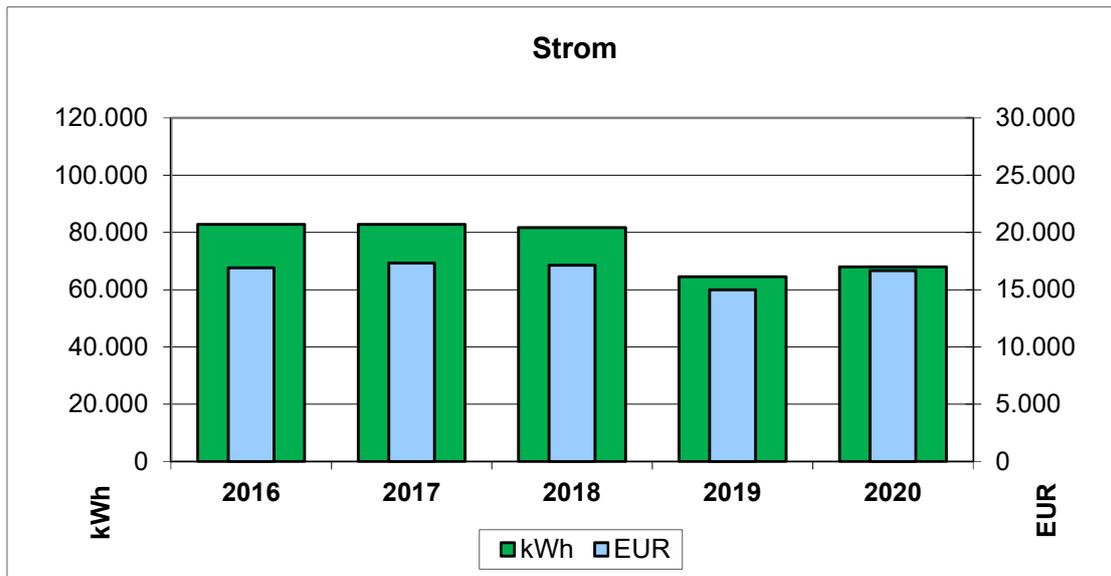
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 - 2020



3.6 Schmiechtalschule und Schmiechtalkindergarten

Allgemeines:

In dem Gebäude in der Rosenstraße 27 in Ehingen-Berkach sind die Schmiechtalschule und der Schmiechtalkindergarten untergebracht.

Der Gebäudekomplex besteht aus Bauteil A (1977), Bauteil B (mit Therapiebad; 1999) und Erweiterungsbau (2010), sowie dem Bauteil C (Modulbauweise) zum Schuljahr 2018/2019. Die Beheizung der Gebäude erfolgt seit 2011 mit Holzpellets (Spitzenlast Öl). An die Heizungsanlage wurde auch der benachbarte Ulrika-Nisch-Kindergarten mit angeschlossen.

Verbrauchsentwicklung:

In der Schmiechtalschule/-kindergarten hat der Wasserverbrauch 2019 gegenüber dem Vorjahr zugenommen, da aufgrund von gesetzlichen Vorgaben mehr Reinigungs- und Spülungsbedarf beim Schwimmbad durchgeführt werden musste. In 2020 konnte der Wasserverbrauch wieder etwas gesenkt werden. Der bereinigte Wärmeverbrauch ist geringfügig gesunken und der Stromverbrauch ist geringfügig angestiegen.

Maßnahmen 2020:

Im Jahr 2020 sind keine gravierenden energetischen Maßnahmen durchgeführt worden.

Geplante Maßnahmen in 2021:

Im Jahr 2021 ist ein Pumpentausch (energieeffizientere Pumpen) im Schwimmbad und eine neue Schwimmbadentlüftung (mit Wärmetauscher) geplant.

Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

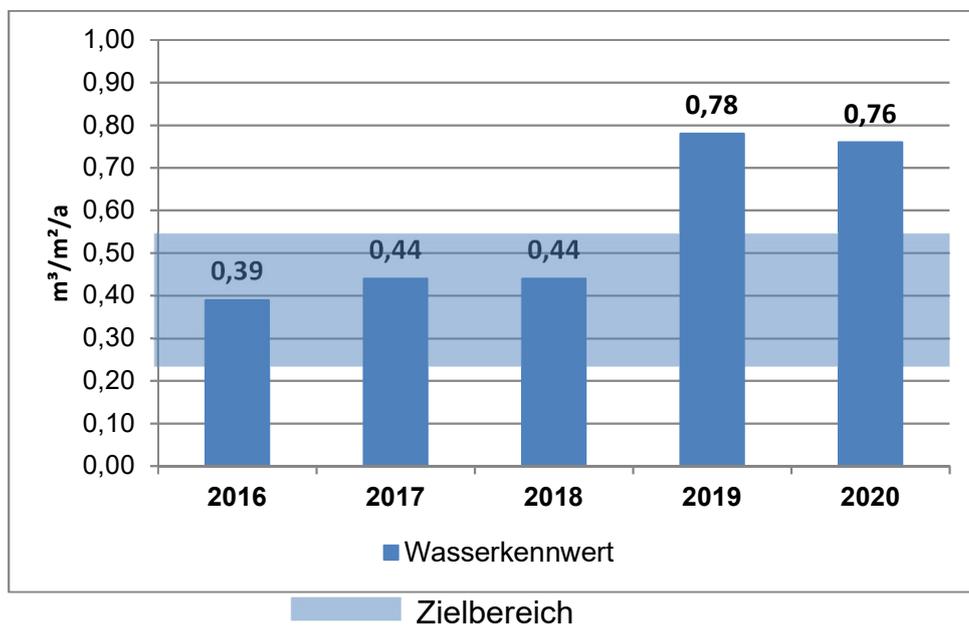
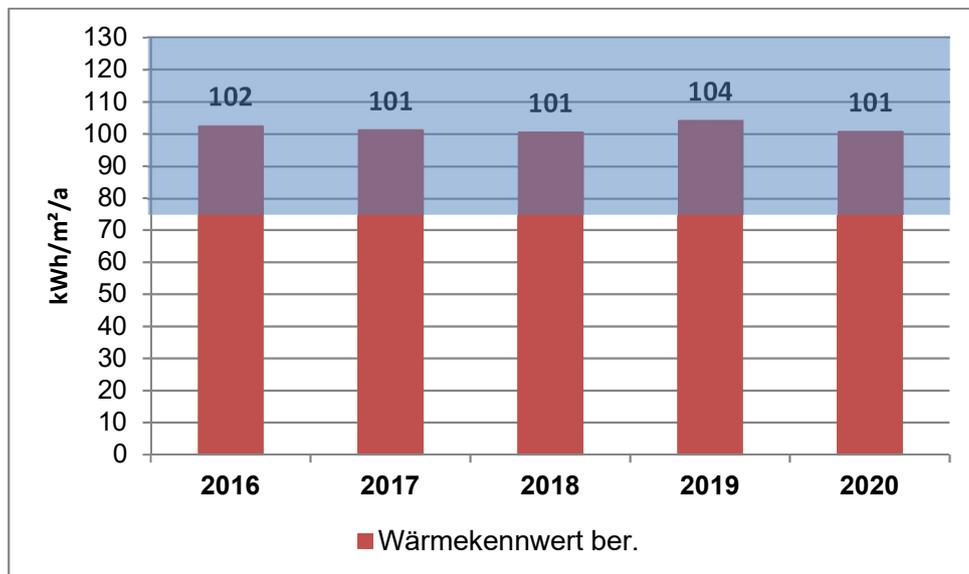
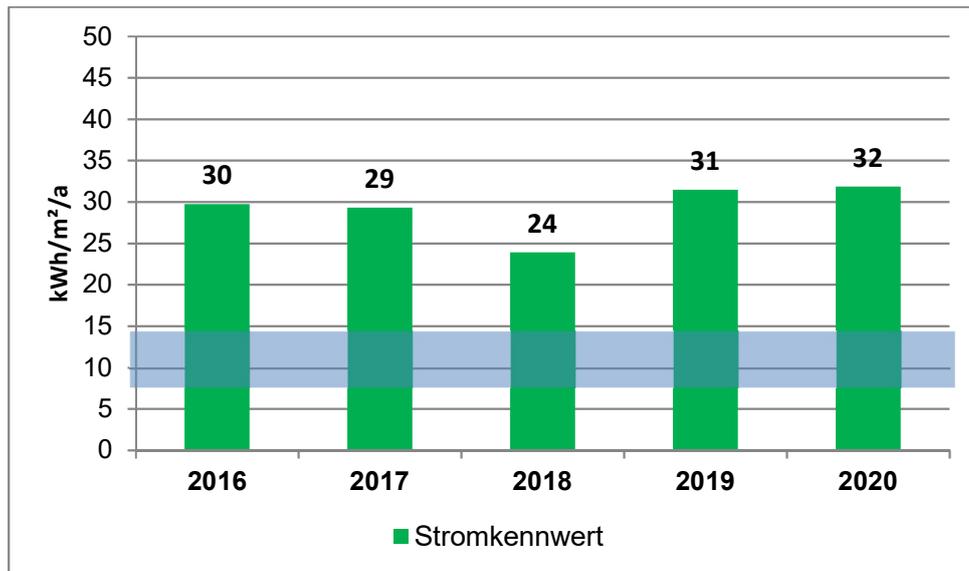
Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichts-jahr	Veränderung	Kennwert
Strom	153.815 kWh	155.683 kWh	1%	32 kWh/m ² /a
Wärme unber. mit Ulrika-Nisch	568.205 kWh	574.160 kWh	1%	92 kWh/m ² /a
davon Pellets	486.097 kWh	517.490 kWh	6%	-
davon Öl	82.109 kWh	56.670 kWh	-31%	-
Wärme unber. ohne Ulrika-Nisch	457.274 kWh	449.941 kWh	-2%	-
Wärme ber. ohne Ulrika-Nisch	509.105 kWh	492.111 kWh	-3%	101 kWh/m ² /a
Wasser	3.797 m ³	3.710 m³	-2%	0,76 m ³ /m ² /a

Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	36.764 €	8%	23,61 Ct/kWh	7%
Wärme	25.221 €	-27%	5,61 Ct/kWh	-26%
Wasser	15.250 €	-3%	4,11 €/m ³	0%

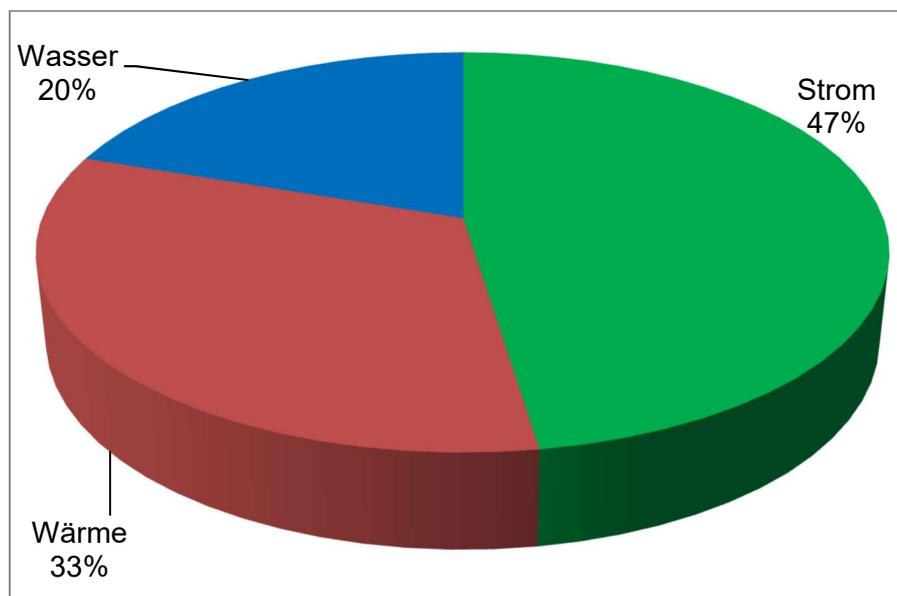
Für den Wärmeverbrauch wurden vom **Träger des Ulrika-Nisch-Kindergartens** für **das Jahr 2020 5.868,60 €** erstattet. Dieser Erstattungsbetrag ist vom obengenannten Betrag noch nicht abgezogen worden.

Emissionen	Kohlen-dioxid CO ₂	Schwefel-dioxid SO ₂	Stickoxid NO _x	Staub	Lachgas	Methan
Strom	98.547 kg	68 kg	78 kg	58 kg	2 kg	24 kg
Wärme	16.434 kg	16 kg	10 kg	2 kg	0,1 kg	0 kg

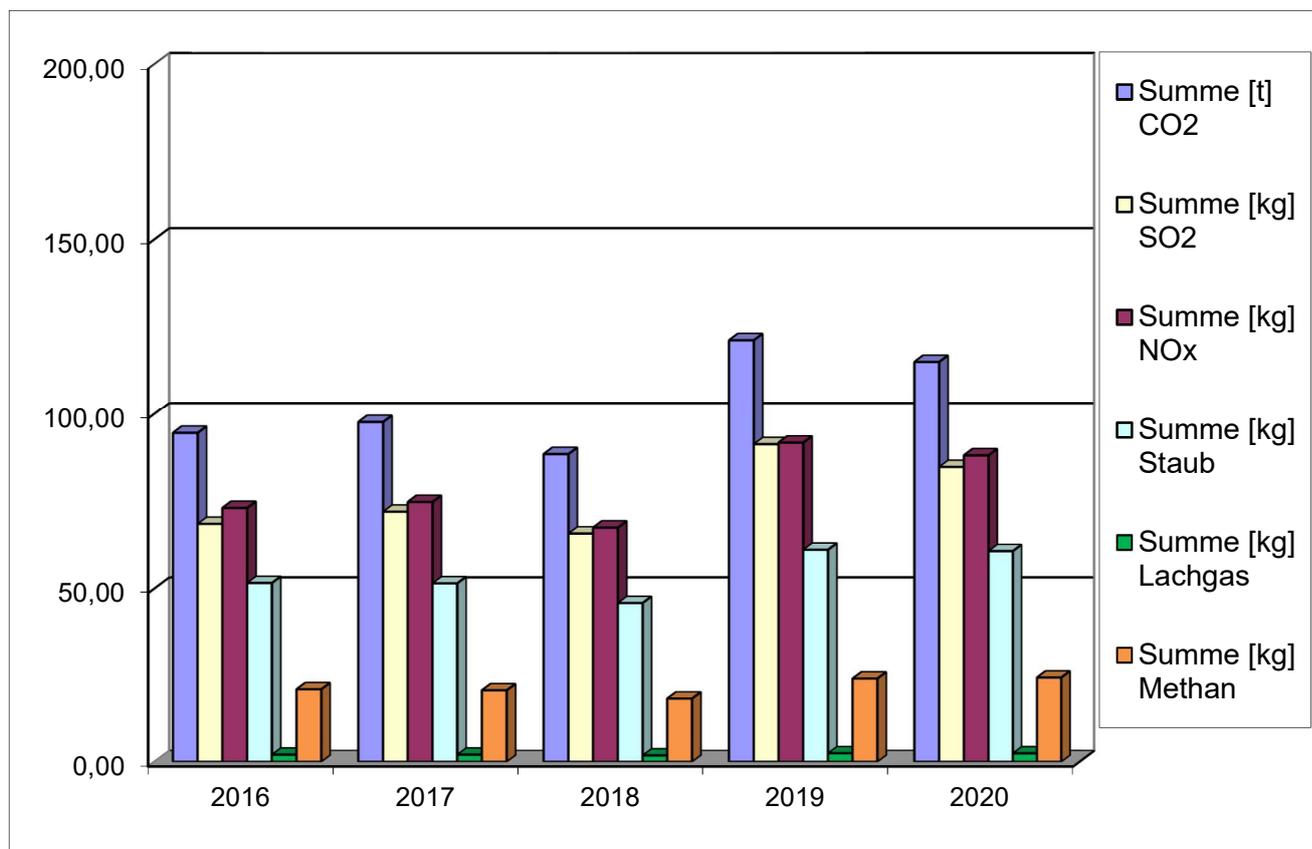
Verbrauchskennwerte 2016 - 2020



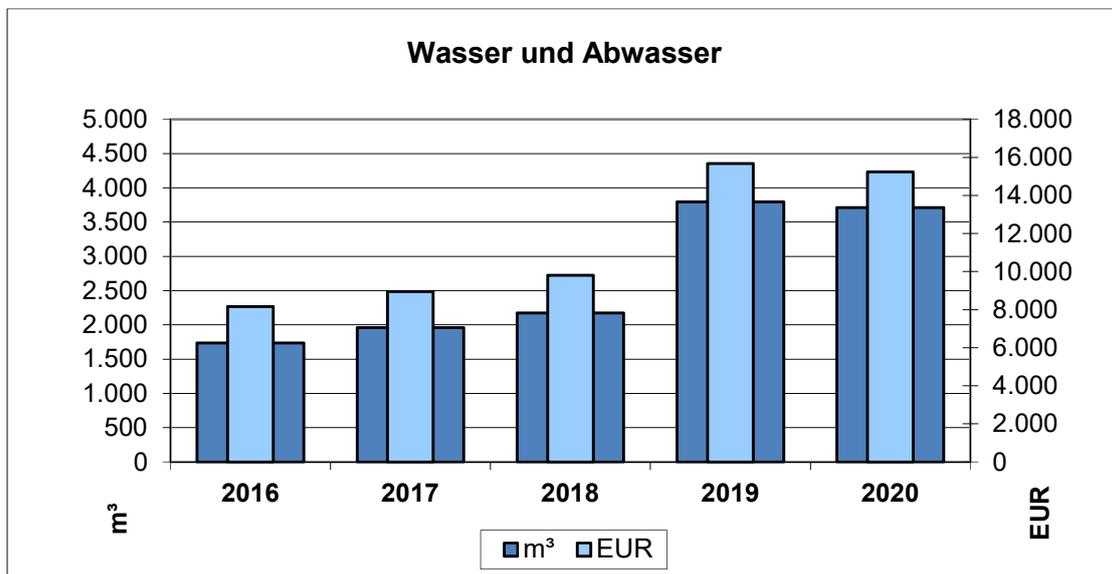
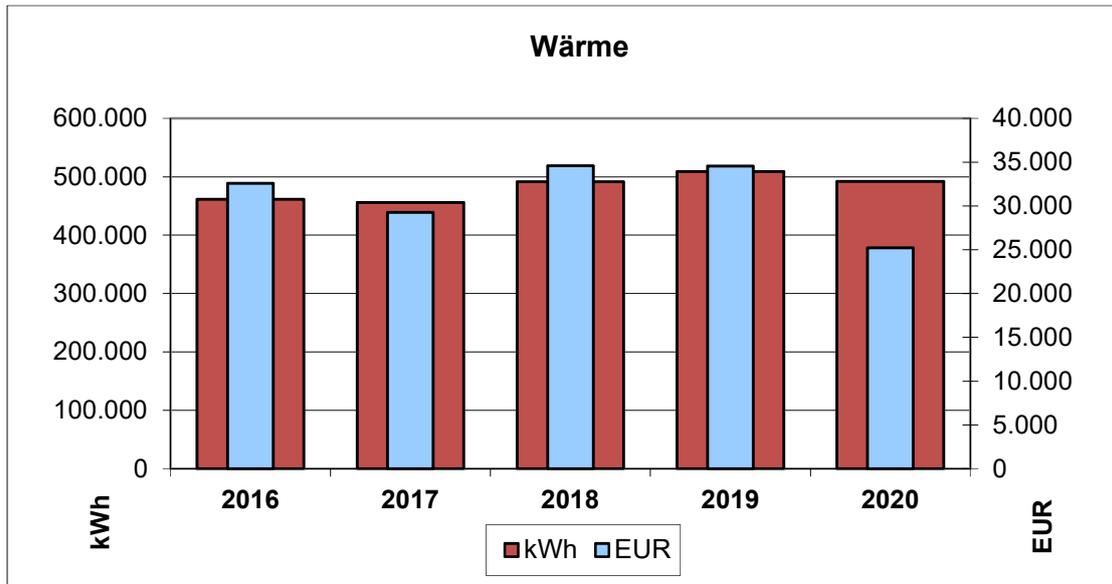
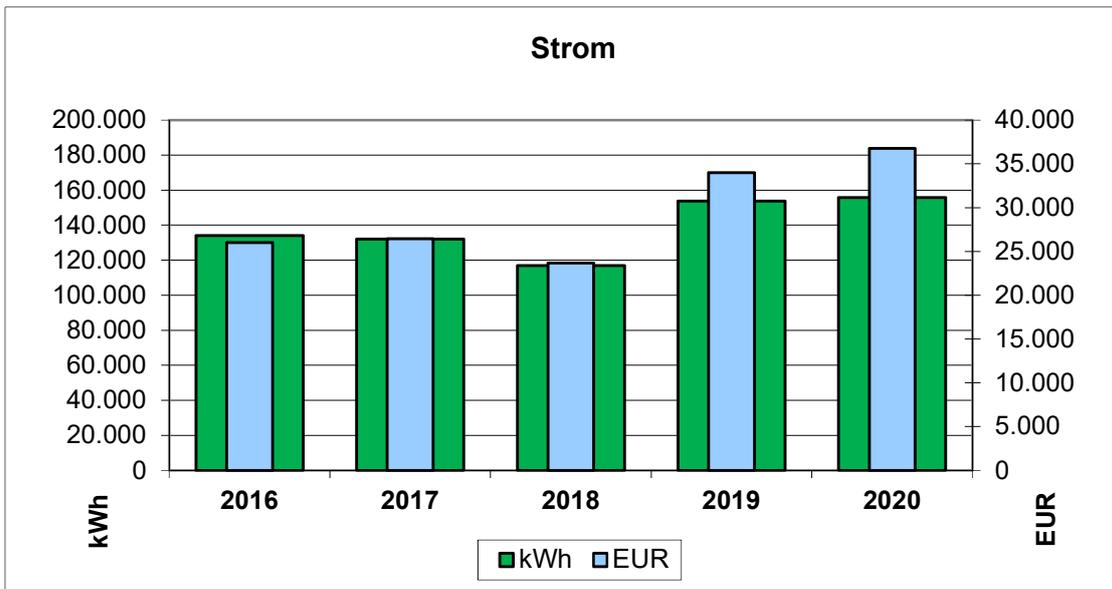
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 - 2020



3.7 Martinschule

Allgemeines:

Das Gebäude der Martinschule in Laichingen wurde 1974 gebaut. Seit Anfang 2012 ist das Gebäude an ein Wärmenetz der Stadt Laichingen angeschlossen.

Verbrauchsentwicklung und Kennwerte:

An der Martinschule hat der Strom- und der Wasserverbrauch abgenommen und der Wärmeverbrauch ist angestiegen. Die Gründe hierfür lagen am defekten Wärmezähler und den Vorgaben bezüglich Corona-Pandemie (Belüftung).

Maßnahmen 2020:

Im Jahr 2020 wurde das Wärmenetz der Stadt Laichingen saniert und hierfür wurde ein Investitionszuschuss bezahlt. Zusätzlich wurde festgestellt, dass der Wärmemengenzähler des Lieferanten defekt war und deshalb seit Ende 2019 mehr Wärme bezogen als abgerechnet wurde. Eine Nachberechnung erfolgte nur im Rahmen des durchschnittlichen Verbrauchs der letzten Jahre vom Lieferanten.

Geplante Maßnahmen in 2021:

Im Jahr 2021 sind keine gravierenden energetischen Maßnahmen geplant.

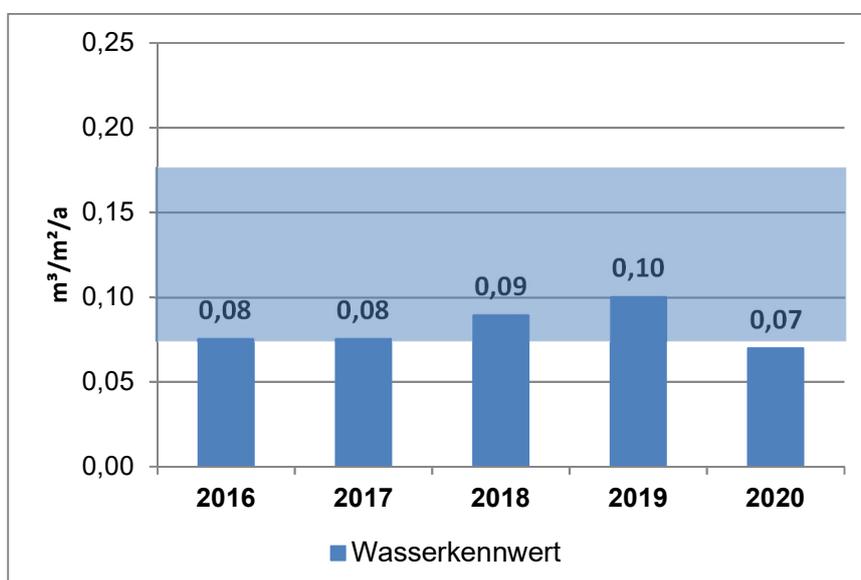
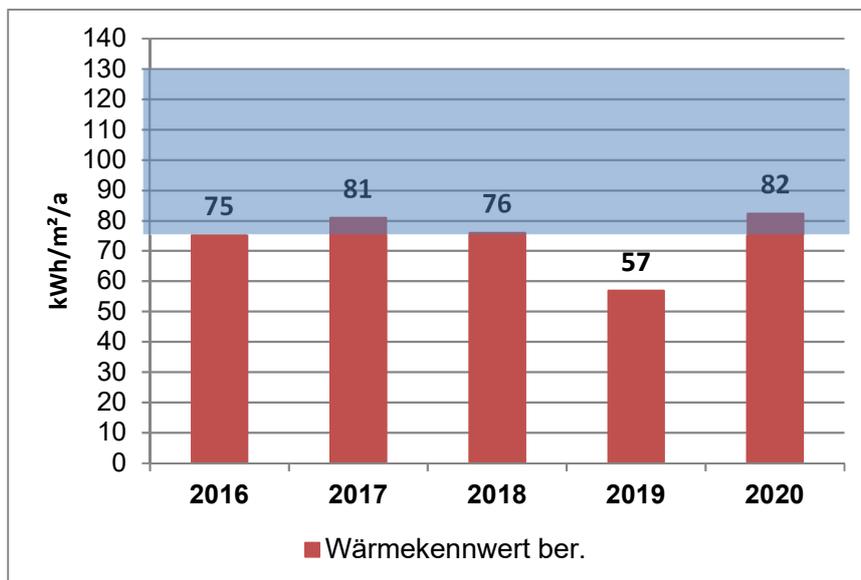
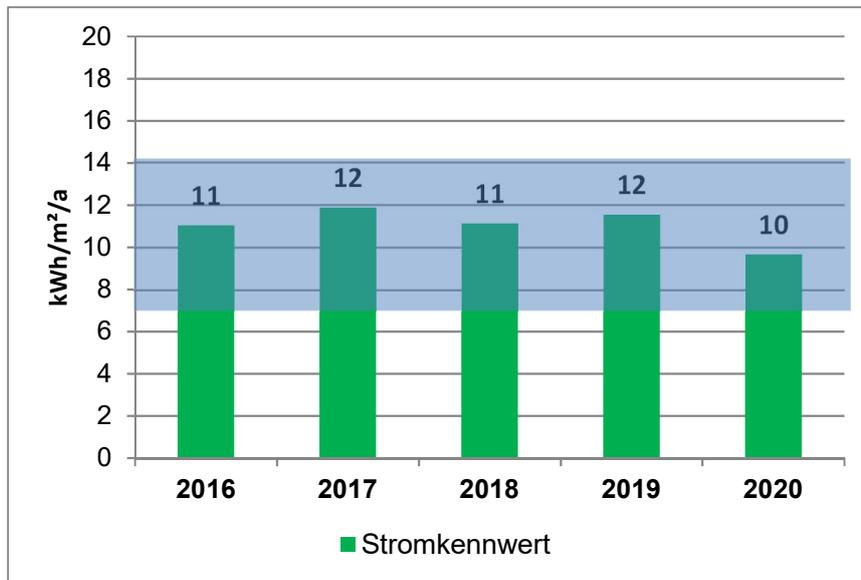
Übersicht über die Verbräuche, Kosten und Emissionen

Verbräuche	Verbrauch Vorjahr	Verbrauch Berichtsjahr	Veränderung	Kennwert
Strom	14.045 kWh	11.781 kWh	-16%	10 kWh/m ² /a
Wärme unber.	63.850 kWh	91.080 kWh	43%	75 kWh/m ² /a
Wärme ber.	69.216 kWh	100.235 kWh	45%	82 kWh/m ² /a
Wasser	122 m ³	85 m ³	-30%	0,07 m ³ /m ² /a

Kosten	Absolut	Veränderung	Spezifisch	Veränderung
Strom	3.238 €	-11%	27,48 Ct/kWh	6%
Wärme	5.465 €	32%	6,00 Ct/kWh	-8%
Wasser	1.360 €	5%	19,64 €/m ³	41%

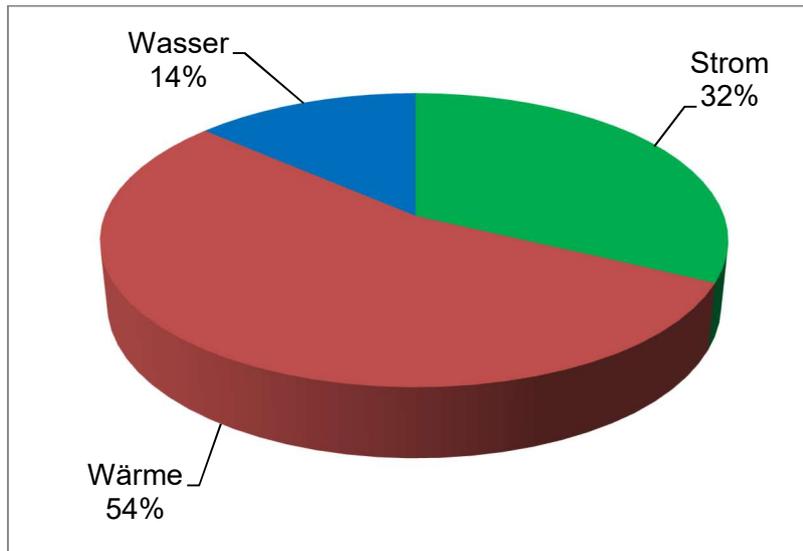
Emissionen	Kohlen-dioxid CO ₂	Schwefel-dioxid SO ₂	Stickoxid NOx	Staub	Lachgas	Methan
Strom	7.457 kg	5 kg	6 kg	4 kg	0,2 kg	2 kg
Wärme	17.305 kg	2 kg	13 kg	0,3 kg	0 kg	0 kg

Verbrauchskennwerte 2016 - 2020

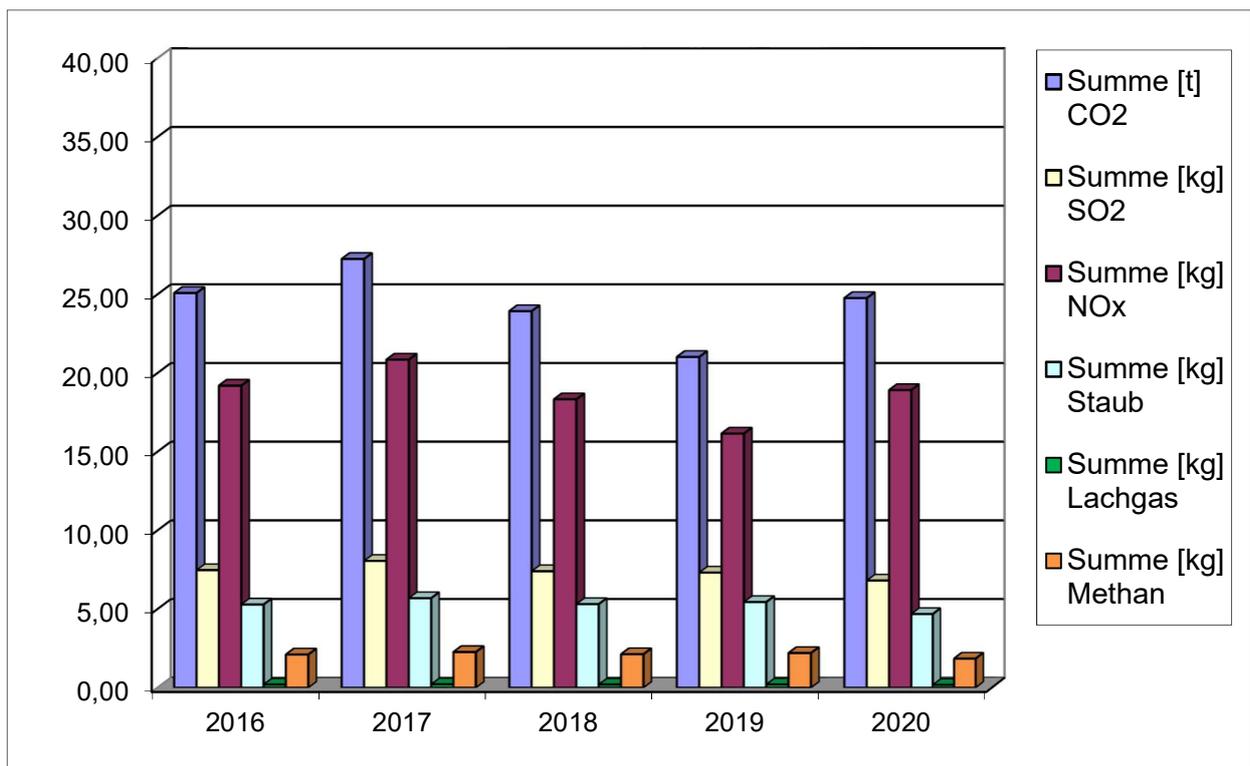


■ Zielbereich

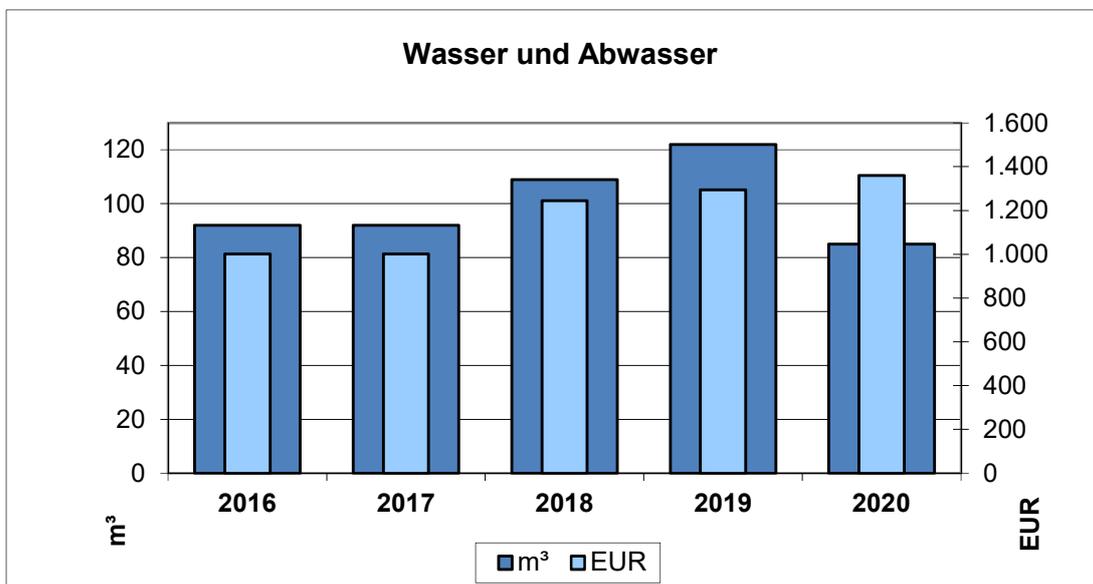
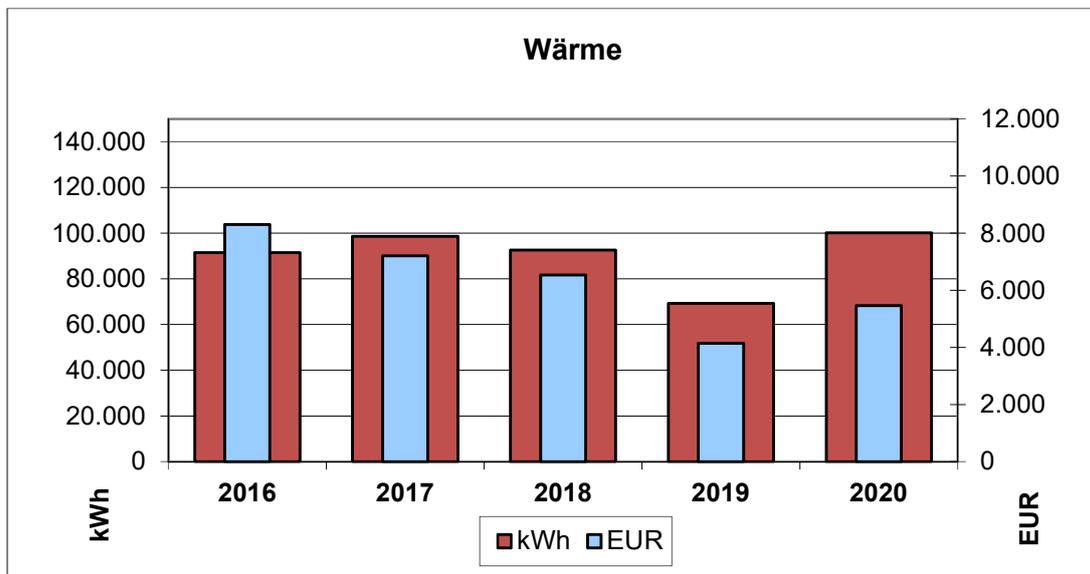
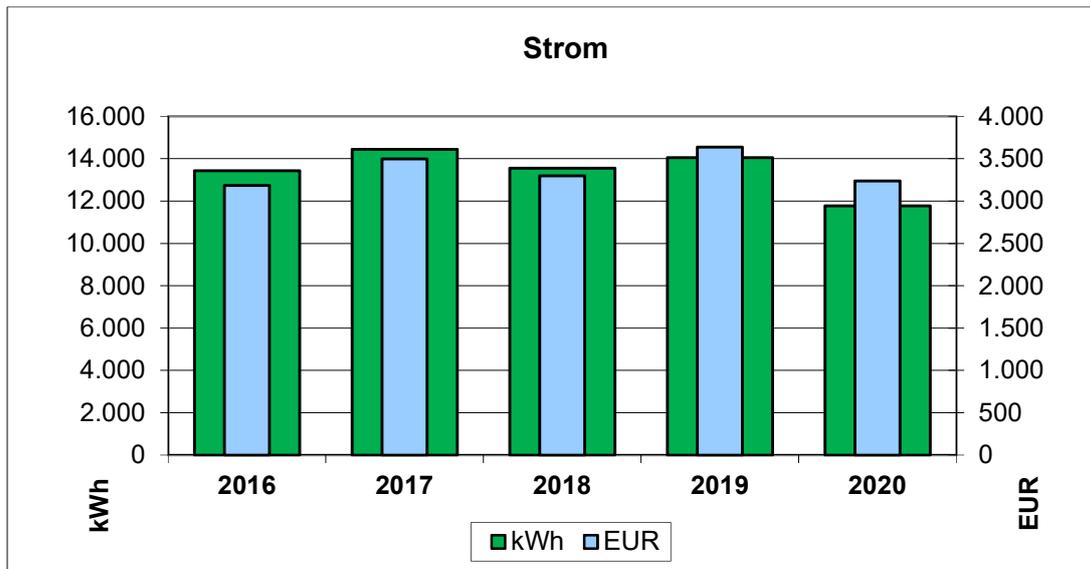
Kostenstruktur



Entwicklung der Emissionen



Jahreswerte 2016 - 2020



4 Anhang

4.1 Allgemeines

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

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

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

Ziele des Energieberichts

Mit dem vorliegenden Energiebericht sollen folgende Ziele verfolgt werden:

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

4.2 Berechnungsgrundlagen

4.2.1 Verbrauchsdaten

Umrechnungsfaktoren für die Bestimmung der Energieverbräuche

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

Energieträger	Mengeneinheit	Heizwert*
Strom	kWh	1 kWh/kWh
Heizöl	Liter	10 kWh/Liter
Erdgas	kWh _{Ho}	ca. 0,9 kWh/kWh _{Ho}
Fernwärme	t	ca. 710 kWh/t

Umrechnungsfaktoren von Mengeneinheiten verschiedener Energieträger in [kWh]:

(*Umrechnungsfaktoren bezogen auf den unteren Heizwert (H_u))

Berechnungsgrundlagen der Energie- und Wasserverbräuche

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

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

Korrektur des Strom- und Wasserverbrauchs auf den Bezugszeitraum

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

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

E_v bereinigter Energieverbrauch in kWh
 E_{vg} gemessener Energieverbrauch in kWh
 z_v Anzahl der Tage, an denen der Energieverbrauch gemessen wurde

Witterungsbedingte Bereinigung des Heizenergieverbrauchs

Um eine Vergleichbarkeit zu schaffen, muss auch der Wärmeenergieverbrauch normiert werden. Die witterungsbedingte Korrektur erfolgt anhand der Gradtagszahlen, die ein Maß für den Wärmebedarf darstellen. Sie erfolgt nach der Gleichung

$$E_{VH} = E_{Vg} \cdot \frac{G_{20m}}{G_{20}}, \quad \text{wobei gilt:}$$

E_{VH}	bereinigter Energieverbrauch in kWh
E_{Vg}	gemessener Energieverbrauch in kWh
G_{20m}	mittlere Gradtagszahl des Ortes in Kelvin * d
G_{20}	tatsächliche Gradtagszahl im Messzeitraum des Ortes in Kelvin * d

4.2.2 Verbrauchskennwerte

Allgemeines

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

Voraussetzung für die Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist:

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

Berechnung des Stromverbrauchskennwerts

Der Stromverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$e_{vs} = \frac{E_{vs}}{AE}, \quad \text{wobei gilt:}$$

e_{vs}	Stromverbrauchskennwert in kWh/(m ² a)
E_{vs}	bereinigter Stromverbrauch in kWh/a
AE	Energiebezugsfläche in m ²

Berechnung des Heizenergieverbrauchskennwerts

Der Heizenergieverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

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

e_{VH}	Heizenergieverbrauchswert in kWh/(m ² a)
E_{VH}	bereinigter Wärmeverbrauch in kWh/a
A_{E}	Energiebezugsfläche in m ²

Berechnung des Wasserverbrauchskennwerts

Der Wasserverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

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

V_{VW}	Wasserbrauchskennwert in m ³ /(m ² a)
V_{VW}	auf ein Jahr hochgerechneter Wasserverbrauch in m ³ /(m ² a)
A_{E}	Bezugsfläche in m ²

4.2.3 Kosten

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

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

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

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

4.2.4 Emissionen

Allgemeines

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

Berechnungsgrundlage der Emissionsangabe

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

Energieträger	NO _x	SO ₂	CO ₂	Staub	Lachgas	Methan
Strom	0,500	0,439	633	0,374	0,015	0,157
Heizöl	0,180	0,289	290	0,043	0,002	0,0002
Erdgas	0,143	0,018	190	0,003	0,0009	0,0083
Holz hackschnitzel	0,670	0,270	22	0,510	0,0055	0,3589
Holz pellets	0,670	0,270	29	0,510	0,0055	0,3589

Emissionswerte in kg pro MWh eingesetzter Energie:

Der Stromverbrauch wird mit dem Faktor 3,00 in Primärenergie umgerechnet. Dies entspricht einem mittleren Kraftwerkswirkungsgrad in Deutschland von derzeit 33%.

4.3 Erfassung und Auswertung der Daten

4.3.1 Methodik der Datenerfassung

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

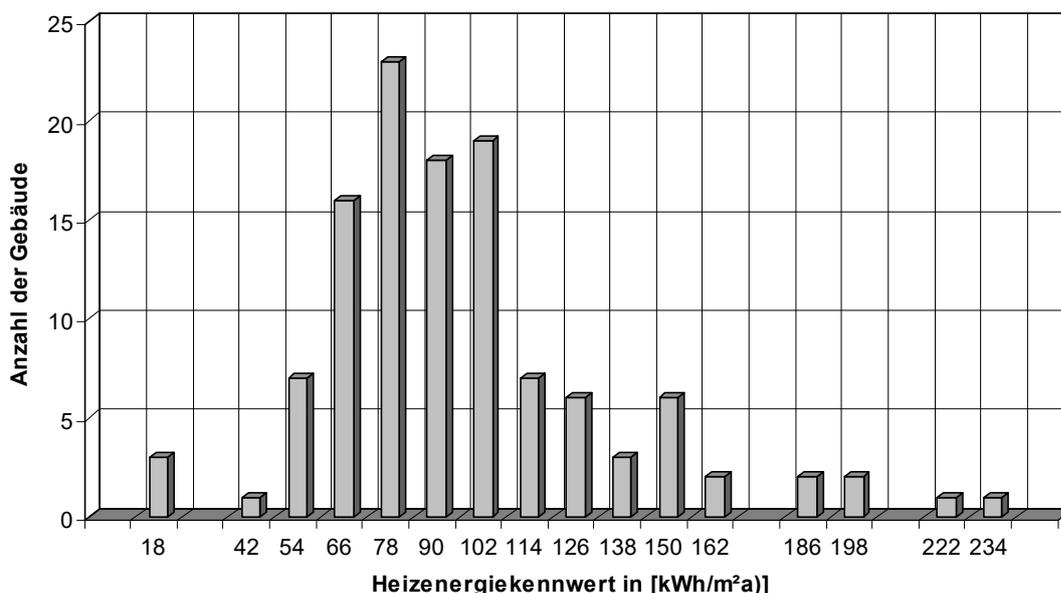
Die Erfassung der Objektdaten (z.B. beheizte Bruttofläche, Zählerstandort, etc.) erfolgt im Rahmen der ersten Begehungen.

4.3.2 Beurteilung der Verbrauchswerte

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

Durch die im Energiebericht dargestellten Vergleichsdiagramme kann die aktuelle Verbrauchssituation der Liegenschaft im Vergleich zu dem von Liegenschaften mit gleicher Nutzung auf einfache Weise erfasst werden. Als Datengrundlage für die **Vergleichskennwerte** wurde der Forschungsbericht „Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland“ der Firma ages GmbH, Münster herangezogen. In der angegebenen Studie wurden Kennzahlen für mehr als 7200 Einrichtungen verschiedener Gebäudegruppen ermittelt und zusammengefasst.

Beispielhaft ist nachfolgend ein Häufigkeitsdiagramm der Heizenergieverbrauchskennwerte der Gebäudegruppe „Schulen mit Turnhallen“ dargestellt. Die zugrundeliegenden Daten sind dem zuvor erwähnten Forschungsbericht der Firma ages GmbH, Münster entnommen.



Anzahl der Gebäude:	118
Mittelwert:	92 kWh/(m ² a)
Unteres Quartalsmittel:	61 kWh/(m ² a)
Standardabweichung:	37 kWh/(m ² a)
Flächendurchschnitt:	7.690 m ²

Der **untere Quartilmittelwert** ergibt sich als arithmetisches Mittel der unteren 25% aller Verbrauchsdaten (Gebäude mit den niedrigsten Energieverbräuchen) der aufsteigend sortierten Kennwerte einer Gebäudegruppe. Dieser Wert wird im Bericht als Zielwert festgelegt.

Der **Mittelwert** (arithmetisches Mittel) errechnet sich aus: Summe der Einzelwerte deren Mittelwert bestimmt werden soll, geteilt durch die Anzahl der berücksichtigten Einzelwerte.

Die **Standardabweichung** ist ein Maß dafür, wie weit die jeweiligen Werte um den Mittelwert (Durchschnitt) streuen.

Aus der Basis dieser, für die verschiedenen Gebäudearten ermittelten Häufigkeitsverteilungen der Strom-, Wärme- und Wasserverbrauchskennzahlen, erfolgt die im Energiebericht vorgenommene Einstufung der Ist-Verbrauchskennwerte.

Auf diese Weise lässt sich sehr schnell – auf einen Blick – erkennen, ob der Energie- und Wasserverbrauch des Gebäudes eher als niedrig bzw. eher als hoch einzustufen ist. Dazu sind die gesamte theoretisch mögliche Bandbreite des Kennwertes sowie der gemäß VDI-Richtlinie 3807 geltende Zielbereich und der Istwert dargestellt.

Einstufung der Verbrauchskennwerte

Der Zielbereich und der Ist-Wert ergeben sich aus der Häufigkeitsverteilung wie folgt:

Der **Zielbereich** umfasst den Bereich zwischen unterem Quartilmittelwert und dem arithmetischen Mittel der Verbrauchskennwerte aller Gebäude einer Gebäudegruppe (Erklärung siehe oben).

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

4.4 Glossar

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

Bezugsgröße: Die Bezugsgrößen (z.B. kWh/m² oder m³/m²) dienen dazu, Einrichtungen gleicher Nutzung aber unterschiedlicher Größe miteinander vergleichen zu können. Sie sind von der Nutzung abhängig. Die zu Ihrer Berechnung herangezogene Gebäudefläche – Bezugsfläche – ist die – Beheizte Bruttogrundfläche – entsprechend der in der VDI-Richtlinie (VDI 3807) gegebenen Empfehlung wird sie aus der Bruttogrundfläche des Gebäudes abzüglich der unbeheizbaren Bruttogrundfläche ermittelt.

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

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

Feinstaub: Feinstaub entsteht zum größten Teil bei ungefilterten Verbrennungsprozessen (Industrie, Privathaushalte, Gewerbe sowie bei Müll- und Kohlekraftwerken) und im Straßenverkehr. Feinstaub besteht aus einer Zusammensetzung von festen, flüssigen und gasförmigen Teilchen, die kleiner als 10 tausendstel Millimeter sind. Damit ist Feinstaub ein Substanzgemisch aus verschiedenen Aggregatzuständen. Es gehören auch Schwermetalle, Ruß, organische Stoffe und Dioxine usw. dazu. Auch beim Bremsen von PKW-, LKW- und Schienenverkehr entsteht Feinstaub sowie auch beim Verbrennen von Holz. Auffallend viel Ruß und Feinstaub entsteht im Verkehrswesen bei Dieselmotoren ohne Partikelfilter.

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

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

Kilowattpeak (kW_p): Eine im Bereich Photovoltaik gebräuchliche, nicht normgerechte Bezeichnung für die elektrische Leistung von Solarzellen. Der Begriff setzt sich zusammen aus der Einheit Watt und dem englischen Wort peak für Spitze. Die Angabe Watt Peak stellt weder die Nennleistung noch eine maximale Leistung der Solarmodule dar, sondern die abgegebene elektrische Leistung unter Standardbedingungen.

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

Kohlenmonoxid (CO): Geruchloses Gas, das bei unvollständiger Verbrennung fossiler Brennstoffen (z.B. Erdgas, Erdöl oder Kohle) in Motoren u. Feuerungsanlagen

freigesetzt wird. Eingeatmetes CO blockiert die Sauerstoffaufnahme in der Lunge und führt je nach eingeatmeter Menge zu Kopfschmerz, Schwindel und Übelkeit. Werden größere Mengen eingeatmet, kann dies zum Tode führen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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