

Energiebericht 2022

Im Rahmen des Kommunalen Energie-Effizienz-Netzwerk Hannover

Projektlaufzeit: 01. Juni 2021 bis 31. Mai 2024



target

Stadt Springe Energiebericht 2022



Impressum

Herausgeberin

des Berichts ist die Stadt Springe.

Ansprechpartnerin

Thomas Roth
Auf dem Burghof 1
31832 Springe

Hinweise:

Der Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird an einigen Stellen auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Bezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Verantwortlich für den Inhalt

ist die target GmbH

target

HefeHof 8
31785 Hameln
www.targetgmbh.de



In Kooperation mit

Region Hannover

Hildesheimer Str. 17a
30169 Hannover

Stand

Dezember 2023

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
1 Zusammenfassung.....	6
2 Einleitung.....	7
3 Verbrauchsstellen.....	8
3.1 Gebäude und Liegenschaften.....	8
3.2 Friedhofskapellen.....	9
3.3 Straßenbeleuchtung.....	10
4 Energieverbrauch der öffentlichen Gebäude.....	11
4.1 Wärmeverbrauch.....	11
4.2 Stromverbrauch.....	15
4.3 Wasserverbrauch.....	16
5 Energiekosten der öffentlichen Gebäude.....	18
5.1 Wärmekosten.....	20
5.2 Stromkosten.....	21
5.3 Wasserkosten.....	23
6 CO ₂ -Emissionen der öffentlichen Gebäude.....	25
6.1 CO ₂ -Emissionen aus dem Wärmeverbrauch.....	28
6.2 CO ₂ -Emissionen aus dem Stromverbrauch.....	29
7 Energieverbrauchskennwerte der Gebäude.....	30
8 Benchmarking der Energieverbrauchskennwerte der Gebäude.....	33
9 Friedhofskapellen.....	37
10 Straßenbeleuchtung.....	39
Glossar.....	41
Abkürzungsverzeichnis.....	44
Quellenverzeichnis.....	45
Anhang.....	46
1 Jahresbericht für 01 Rathaus.....	47
2 Jahresbericht für 02 Altes Rathaus.....	52
3 Jahresbericht für 03 Baudezernat.....	57
4 Jahresbericht für 04 Weiße Schule.....	62
5 Jahresbericht für 05 Feuerwehr Springe.....	67
6 Jahresbericht für 06 Feuerwehr Bennigsen.....	72

7	Jahresbericht für 07 Feuerwehr Eldagsen	78
8	Jahresbericht für 08 Feuerwehr Völksen	83
9	Jahresbericht für 09 Grundschule Hinter der Burg	88
10	Jahresbericht für 10 GS Ebersberg	93
11	Jahresbericht für 12 IGS	98
12	Jahresbericht für 13 Otto-Hahn-Gymnasium	103
13	Jahresbericht für 14 Grundschule Hallermund	108
14	Jahresbericht für 15 DGH / FW Altenhagen	114
15	Jahresbericht für 16 Grundschule Bennigsen.....	119
16	Jahresbericht für 17 Sporthalle Benningsen	124
17	Jahresbericht für 18 Sporthalle Völksen.....	130
18	Jahresbericht für 19 GS Gestorf	135
19	Jahresbericht für 20 Sporthalle Gestorf	140
20	Jahresbericht für 21 Christian-Flemes Grundschule / GS Völksen	145
21	Jahresbericht für 22 Museum Springe	150
22	Jahresbericht für 23 VHS	155
23	Jahresbericht für 24 Sporthalle Süd	160
24	Jahresbericht für 25 MZH Alvesrode	165
25	Jahresbericht für 26 Bauhof	170
26	Jahresbericht für 29 Feuerwehr Alferde	175
27	Jahresbericht für 30 Feuerwehr Alvesrode	181
28	Jahresbericht für 31 Feuerwehr Lüdersen	187
29	Jahresbericht für 32 Feuerwehr Gestorf	192
30	Jahresbericht für 33 Feuerwehr Boitzum.....	197
31	Jahresbericht für 34 Feuerwehr Holtensen.....	202
32	Jahresbericht für 45 MZR Bergdorfhalle	207

1 Zusammenfassung

Die Aufgabe des vorliegenden Energieberichts 2022 für die Stadt Springe besteht darin, die Energieverbräuche und -kosten sowie die ausgestoßenen Treibhausgasemissionen in der Stadt Springe der Jahre 2018 bis 2022 darzustellen und auszuwerten.

Für die Beheizung des Gebäudebestands der Stadt Springe sind im Jahr 2022 insgesamt rund 7.274 MWh an Wärme verbraucht worden. Auf die Fläche bezogen entspricht dies einem Verbrauch von fast 125 kWh/m². Gegenüber dem Vorjahr wurden etwa 8 % mehr an Wärme verbraucht. Bis auf die Feuerwehr Bennigsen, die mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe beheizt wird, werden zu Beheizung bislang ausschließlich fossile Energieträger eingesetzt. Entsprechend hoch fallen die wärmeseitigen Emissionen aus, die sich 2022 auf rund 1.200 Tonnen an CO₂-Äquivalenten beliefen.

Auf die Gebäude der Stadt Springe entfiel im Jahr 2022 ein Stromverbrauch von etwa 906 MWh. Das sind etwa 5 % mehr als noch im Jahr 2019 verbraucht wurde. Neben dem Strombezug aus dem Netz, wird dabei auch der lokal erzeugte und selbstverbraachte Strom der PV-Anlage auf dem Dach der Feuerwehr Bennigsen berücksichtigt. Neben den Gebäuden wird auch durch die Straßenbeleuchtung und Friedhofskapellen Strom verbraucht, sodass 2022 insgesamt rund 1.180 MWh an Strom verbraucht wurden. Davon macht der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung, der sich von 2018 auf 2019 mehr als halbiert hat, etwa 21 % aus. Für alle Verbrauchsstellen der Stadt Springe wird seit 2020 Ökostrom bezogen, sodass die stromseitigen Emissionen seitdem zu vernachlässigen sind.

Neben Strom und Wärme wird in den Gebäuden Wasser verbraucht. Im Jahr 2022 wurden in den 32 betrachteten Liegenschaften rund 11.550 m³ an Wasser verbraucht. Auf die Fläche (m² NGF) bezogen entspricht das etwa 199 Liter und damit rund 14 % mehr als zum Beginn des Betrachtungszeitraums.

Weitaus am meisten Energie wird in der IGS verbraucht. Hingegen fällt in der Grundschule Hinter der Burg der Wasserverbrauch am höchsten aus. Um zu ermitteln, ob in den Gebäuden überdurchschnittlich viel oder wenig an Energie/Wasser verbraucht wird, wurde zusätzlich eine Auswertung der Energieverbrauchskennwerte durchgeführt. Dazu wurden zunächst Verbrauchskennwerte pro m² Nettogrundfläche gebildet. Mittels eines Vergleichs der spezifischen Kennwerte mit Vergleichs- und Zielwerten je Nutzungsart stehen das Rathaus, die Grundschule Hinter der Burg und die Sporthalle und Feuerwehr Völksen oben auf der Liste der zukünftig näher zu betrachtenden Gebäude.

Insgesamt sind durch den Energie- und Wasserverbrauch der Stadt Springe im Jahr 2022 fast 818.000 € an Kosten angefallen. Davon machen die Gebäude mit rund 750.790 € den größten Anteil aus. Diese resultieren zu fast 63 % aus der Wärmebereitstellung (470.189 €) und zu etwa 30 % dem Stromverbrauch (222.511 €). Durch die Einspeisung des lokal erzeugten Stroms der PV-Anlagen konnten im Jahr 2022 etwa 2.375 € an Einspeisevergütung eingenommen werden.

2 Einleitung

In den Sachstandsberichten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wird bereits seit 1990 deutlich gemacht, dass eine Reduktion der THG-Emissionen notwendig ist, um die globale Erwärmung zu beschränken und die Folgen des Klimawandels zu minimieren. Mit Erscheinen der Ergebnisse des sechsten Sachstandsberichts (2021 und 2022) wird verdeutlicht, dass das im Pariser Klimaabkommen 2015 vereinbarte 1,5-Grad-Ziel weit verfehlt werden wird, wenn nicht begonnen wird, die Emissionen von klimaschädlichen Treibhausgasen (THG) drastisch zu reduzieren.

Vor diesem Hintergrund und als Reaktion auf ein Urteil des Bundesverfassungsgerichts, die Klimaschutzziele in Deutschland zu verschärfen, hat der Deutsche Bundestag am 24. Juni 2021 ein neues Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) beschlossen. Ziel des novellierten Gesetzes ist es, den Ausstoß an Treibhausgas-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2045 auf Netto-Null zu reduzieren.

Der Schlüssel zur Erreichung dieser Klimaschutzziele liegt in einer konsequenten Umsetzung vor Ort. Eine besondere Rolle nehmen dabei Kommunen ein, die über ihre eigenen Einflussmöglichkeiten zur Reduzierung der kommunalen Energieverbräuche und Emissionen gleichzeitig eine wichtige Vorbild- und Multiplikatorfunktion wahrnehmen.

Auch auf Landesebene wurden vor diesem Hintergrund gesetzliche Vorgaben geschaffen, die insbesondere die öffentliche Verwaltung in die Pflicht nehmen. Mit Inkrafttreten des Niedersächsischen Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG) sind die niedersächsischen Kommunen gemäß § 17 ab dem Jahr 2022 dazu verpflichtet die Energieverbräuche und -kosten in Form eines Energieberichts regelmäßig offenzulegen.

Der vorliegende Bericht erfüllt die Vorgaben des NKlimaG, wenngleich es sich nicht um den ersten Energiebericht der Stadt Springe handelt. Im Zuge der Teilnahme der Stadt am kommunalen Energieeffizienz-Netzwerk Region Hannover, ist zuletzt der Energiebericht für das Jahr 2020 erschienen, der den Energie- und Wasserverbrauch der städtischen Gebäude für die Jahre 2018 bis 2020 auswertet. Dabei ist der Energiebericht ein zentrales Arbeitsinstrument, beim Aufbau eines nachhaltigen kommunalen Energiemanagements. Damit hat die Stadt Springe bereits den Grundstein gelegt für eine erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Pflichten, die durch das niedersächsische Klimagesetz durch die Kommune zu erbringen sind.

3 Verbrauchsstellen

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die Verbräuche, Kosten und Emissionen, die in den Liegenschaften der Stadt Springe anfallen. Dabei handelt es sich um 32 Gebäude bzw. Gebäudekomplexe, die im Anhang gebäudescharf im Hinblick auf Energie- und Wasserverbrauch ausgewertet werden. Gegenüber dem letzten Energiebericht sind vereinzelt Gebäude dazu gekommen.

Die Auswertung wird ferner ergänzt um weitere Verbrauchstellen und Infrastruktureinrichtungen, durch die Energie verbraucht wird und entsprechend Kosten anfallen. Dazu zählen neben der Straßenbeleuchtung, die Friedhofskapellen in der Stadt Springe, die im Nachgang an die Auswertung des öffentlichen Gebäudebestands gesondert ausgewertet werden.

Von der Stadt Springe wurden für die Erstellung des Berichts, soweit vorhanden, folgende Angaben zur Verfügung gestellt:

- Angaben zu den Verbrauchsstellen (Bezeichnung und Nutzung, Adresse, Bruttogrundfläche (BGF), weitere Indikatoren)
- Angaben zu den Energie-/Wasserverbräuchen und -kosten für die Jahre 2018 bis 2022¹
- Angaben zu den CO₂-Emissionen (siehe Kapitel 6)

Um die Energieverbräuche der einzelnen Liegenschaften vergleichen zu können, ist die Entwicklung vergleichbarer Verbrauchskennwerte notwendig. Eine wichtige Kenngröße dabei ist die beheizte Fläche. Gemäß Vorgaben des NKlimaG sind Strom- und Wärmeverbrauch bezogen auf die Nutzfläche im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) § 3 Abs. 1 Nr. 26 darzustellen. Die Nutzfläche entspricht bei einem Nichtwohngebäude der Nettogrundfläche (NGF), ermittelt nach DIN 277.

Bislang wurde als Bezugsgröße die Bruttogrundfläche (BGF) herangezogen, da es sich dabei um die Bezugsgröße der Vergleichs- und Zielkennwerte beim Benchmarking (vgl. Kapitel 8) gehandelt hat. Um den Anforderungen des NKlimaG gerecht zu werden, wurden die durch die Stadt Springe übermittelten Angaben zur BGF mit dem Faktor 0,85 multipliziert und so vereinfacht die NGF ermittelt. Ferner wurden etwaige Flächenänderungen durch Um- und Neubau entsprechend berücksichtigt.

Durch die Anforderungen des NKlimaG sind die Ergebnisse des vorherigen Energieberichts nur bedingt mit den Ergebnissen der aktualisierten Auswertung vergleichbar.

3.1 Gebäude und Liegenschaften

Zentraler Inhalt des vorliegenden Energieberichts ist die Auswertung des Energieverbrauchs in den kommunalen Gebäuden und Liegenschaften. Neben den eigenen Liegenschaften sind in dem Energiebericht gemäß Vorgaben des NKlimaG auch angemietete Gebäude mit zu berücksichtigen, da die Kommune letztlich verantwortlich für den anfallenden Energieverbrauch ist. Gleichwohl muss dabei berücksichtigt werden, dass der Einfluss der Kommune auf den Energieverbrauch angemieteter Gebäude nur begrenzt ist. Während die Steigerung der Effizienz (z. B. durch Sanierung der Gebäudehülle) bei angemieteten Gebäuden in der Regel im Wirkungsbereich des Vermieters liegt,

¹ Etwaige Datenlücken sind den Einzelauswertungen der Gebäude im Anhang zu entnehmen.

beschränkt sich der Einfluss der Kommune auf den Verbrauch im Wesentlichen auf das Nutzerverhalten.

Ausgenommen von der Berichtspflicht nach NKlimaG sind hingegen vermietete Objekte, sofern die Kosten, Verbräuche und Emissionen vom Mieter getragen werden. Verbrauchskosten, die von der Kommune getragen werden (z. B. Allgemestrom), sind hingegen darzustellen, sofern bekannt. Bei vermieteten Gebäuden obliegt die Effizienzsteigerung durch Sanierung in der Regel zwar der Kommune, da die Energiekosten aber durch die Mieter getragen werden, lassen sich Sanierung oft schwerer wirtschaftlich umsetzen.

Neben dem Nutzerverhalten und dem Sanierungsstand der Gebäude, ist der Energieverbrauch in diesen stark abhängig von der eingesetzten Gebäude- und Anlagentechnik. Wärmeseitig steht dabei die Heizungstechnik im Vordergrund und stromseitig Erzeugungsanlagen wie z.B. Blockheizkraftwerke (BHKW) oder Solarstromanlagen (PV-Anlagen).

Einige Gebäude der Stadt Springe verfügen über Anlagen, die lokal vor Ort Energie erzeugen. Teilweise wird die erzeugte Energie direkt vor Ort verbraucht. Darüber hinaus gibt es hinsichtlich der Beheizung einzelner Liegenschaften Sonderfälle, welche im Folgenden erörtert werden.

Das Feuerwehrhaus in Bennigsen verfügt über Photovoltaik-Module mit einer Leistung von 61,6 kWp [1]. Hierbei findet eine Eigennutzung des lokal erzeugten Stroms statt, sodass nur der verbleibende Strom ins Netz eingespeist wird (vgl. Abbildung 15). Die übermittelten Daten zum Eigenverbrauch der Feuerwehr Bennigsen werden gemeinsam mit dem Strombezug aus dem Netz als Stromverbrauch des Gebäudes angegeben. Da das Gebäude mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe beheizt wird, wird ein Teil des Stromverbrauchs zur Beheizung genutzt. Da die benötigte Strommenge für die Wärmepumpe nicht bekannt ist, wird anhand des durchschnittlichen Anteils von Strom und Wärme am Energieverbrauch in Feuerwehren eine Annahme zu den jeweiligen Anteilen an Allgemestrom und Wärmepumpenstrom getroffen. Die resultierende Wärmemenge ergibt sich dann aus der Multiplikation des Wärmepumpenstroms mit der Jahresarbeitszahl (Annahme JAZ = 3). Zusätzlich werden Einspeisemenge und der Einspeisevergütung des selbst erzeugten Stroms durch die PV-Anlagen gesondert berücksichtigt (siehe Kapitel 5.2).

Das Otto-Hahn-Gymnasium wird zum Großteil über Fernwärme aus der naheliegenden Biogasanlage versorgt. Ebenso werden zusätzlich seit 2021 die IGS und seit 2022 die Weiße Schule mit Fernwärme versorgt. Der übrige Wärmebedarf wird über Erdgas gedeckt.

Die Grundschule Hallermund wird seit dem Jahr 2021 über ein Erdgas betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) versorgt. Von der Kommune wurden in der Energiemanagement-Software *INM Management* Ablesungen zur Ermittlung der Wärmeverbräuche sowie der Erdgasmenge, die für den Spitzenlastkessel anfällt, eingepflegt. Die entsprechenden wärmeseitigen Verbräuche wurden, ebenso wie der Eigenverbrauch des erzeugten Stroms, entsprechend der Ablesedaten in der Auswertung berücksichtigt.

3.2 Friedhofskapellen

Neben den öffentlichen Gebäuden, wird in den Friedhofskapellen der Stadt Springe Energie verbraucht. Der Energieverbrauch in diesen ist vergleichsweise gering und zudem stark von der tatsächlichen Nutzung (u. a. Anzahl an Bestattungen) abhängig. Um die Auswertung des Energieverbrauchs der öffentlichen Gebäude nicht zu verzerren, wird der Verbrauch dieser Zählstellen

gesondert betrachtet. Die Beheizung einiger Friedhofskapellen erfolgt mit dem Energieträger Strom. Sofern kein eigener Zähler für die Erfassung des Heizstroms vorhanden ist, wurden hierbei die anfallenden Stromverbräuche anhand durchschnittlicher Verbrauchskennwerte für Friedhofskapellen prozentual auf Wärme und Strom aufgeteilt wurden.

3.3 Straßenbeleuchtung

Neben dem Betrieb der öffentlichen Liegenschaften fällt zudem die Straßenbeleuchtung in den Zuständigkeitsbereich der Stadt und wird entsprechend in diesem Bericht behandelt. Es wird der Energieverbrauch der letzten fünf Jahre dargestellt, um die Entwicklung des Energieverbrauchs in Folge der umfassenden Sanierung der Straßenbeleuchtung entsprechend auswerten zu können.

In der Stadt Springe wurde im Zeitraum von 2018 bis 2020 die vorhandene Straßenbeleuchtung auf energiesparende LED-Technik umgerüstet und zudem eine Nachtabsenkung eingeführt. Dafür wurden Fördermittel des Bundes über die Kommunalrichtlinie in Anspruch genommen. [2]

4 Energieverbrauch der öffentlichen Gebäude

Im Folgenden werden die Energie- und Wasserverbräuche der öffentlichen Gebäude der Stadt Springe für die Jahre 2018 bis 2022 dargestellt. Bei den sieben Gebäuden, die gegenüber dem Energiebericht aus dem Jahr 2020 dazu gekommen sind, erfolgt die Auswertung rückwirkend für die letzten zwei Verbrauchsjahre. Der Energie- und Wasserverbrauch des Neubaus der Grundschule Bennigsen wird ab dem Jahr 2022 in der Auswertung berücksichtigt.

Bei der Bewertung der Ergebnisse sind äußere Einflussfaktoren zu berücksichtigen. So sind mit Ausbruch der Covid-19-Pandemie im März 2020 zahlreiche Auswirkungen auf das öffentliche Leben einhergegangen. Davon blieb auch der Betrieb von öffentlichen Gebäuden nicht unberührt. Der Betrieb von Schulen und Betreuungseinrichtungen wurde zeitweise komplett ausgesetzt und anschließend in verschiedenen Modellen fortgeführt (Wechselunterricht, Notbetreuung, etc.). Auch in öffentlichen Verwaltungen wurde der Betrieb an die Erfordernisse angepasst, sodass vermehrt im Homeoffice gearbeitet wurde. Darüber hinaus waren auch kulturelle und sportliche Veranstaltungen, Sitzungen, usw. davon betroffen, sodass davon auszugehen ist, dass die Nutzung in einer Vielzahl der öffentlichen Gebäude durch die Auswirkungen geprägt ist. Mit der Schließung bzw. dem reduzierten Betrieb der öffentlichen Gebäude gehen höchstwahrscheinlich Verbrauchsreduzierungen einher. Der verringerten Nutzung entgegen wirken mögliche Verbrauchsanstiege durch vermehrtes Lüften.

Da das Ausmaß der Auswirkungen der Pandemie auf die Energieverbräuche aufgrund der konträren Entwicklungen nicht abschätzbar ist, sind die Verbrauchsdaten für das Jahr 2020 und 2021 nicht repräsentativ.

Ebenso ist davon auszugehen, dass mit Ausbruch des Ukraine-Kriegs im Jahr 2022 und der infolgedessen entstandenen Energiekrise, die Gasverbräuche und -kosten beeinflusst wurden.

4.1 Wärmeverbrauch

Zunächst werden die Wärmeverbräuche der eigenen Liegenschaften der Stadt Springe dargestellt. Dabei werden alle auf Erdgas beruhenden Wärmeverbräuche umgerechnet (Divisor 1,11), da auf den Jahres-Abschlussrechnungen generell der brennwertbezogene Verbrauch für Erdgas angegeben ist, jedoch für diese Bilanzierung der heizwertbezogene Wert erforderlich ist.

Zusätzlich werden die Heizenergieverbräuche (Wärme) witterungsbereinigt, um Verbrauchstrends interpretieren und bewerten zu können (vgl. Exkurs – Witterungskorrektur).

Exkurs – Witterungskorrektur

Die Witterungskorrektur beseitigt rechnerisch bei den Heizenergieverbräuchen (Wärme) den Einfluss der Witterung auf den Verbrauch. Gemäß VDI 3807 ist die Bereinigung mittels Jahreswerten durchzuführen. Hierzu wird das langjährige Mittel der Heizgradtage durch die Heizgradtage des jeweiligen Jahres dividiert und der jeweilige Jahres-Energieverbrauch mit dem so berechneten Faktor multipliziert. Zusätzlich wird das Verfahren auf die einzelnen Monate angewendet. [12]

Für diese beiden Witterungskorrekturen werden die Wetterdaten der Station Hannover-Langenhagen (Flugwewa) verwendet, siehe Tabelle 1:

Tabelle 1: Heizgradtage und Klimafaktor für die Wetterstation Hannover-Langenhagen (Flugwewa)

	2018	2019	2020	2021	2022	Langjähriges Mittel
Klimafaktor	1,05	1,04	1,09	0,95	1,06	-
Summe	3.165	3.199	3.052	3.513	3.157	3.322

Sofern die Warmwasserbereitung zentral über die Heizungsanlage erfolgt, wird auch dieser Anteil um den Einfluss der Witterung korrigiert, da die Aufteilung zwischen Raumwärme und Warmwasserbereitung nicht berücksichtigt wird. Eine Bereinigung der Warmwasserbereitung, die dezentral elektrisch erfolgt findet nicht statt.

In den Sommermonaten kommt es nur zu einem sehr geringem oder zu gar keinem Heizverbrauch für die Warmwasserbereitstellung. Da hier eine Witterungsbereinigung zu unverhältnismäßig hohen Werten führen würde, werden die Monate Juni, Juli, August und September generell nicht bereinigt.

Diesem Bericht sind keine Monats-, sondern ausschließlich Jahresverbräuche zugrunde gelegt. Die für die Witterungsbereinigung verwendete Software berechnet aus den Jahreswerten automatisch auch Monatsverbräuche. Allerdings haben diese „berechneten“ Monatsverbräuche nur wenig Aussagekraft, da die Jahresverbräuche lediglich tagesweise auf die einzelnen Monate aufgeteilt werden (Strom und Wasser) bzw. über die Anzahl der Heizgradtage den einzelnen Monaten zugeordnet werden (Wärme).

Die Monatsverbräuche (tatsächliche Monatswerte oder berechnete Monatsverbräuche) werden neben den Jahresverbräuchen automatisch im jeweiligen Anhang der Gebäude mit ausgegeben. Alle Jahreswerte werden nach dem VDI 3807-Jahresverfahren berechnet und angegeben - siehe Kapitel Anhang.

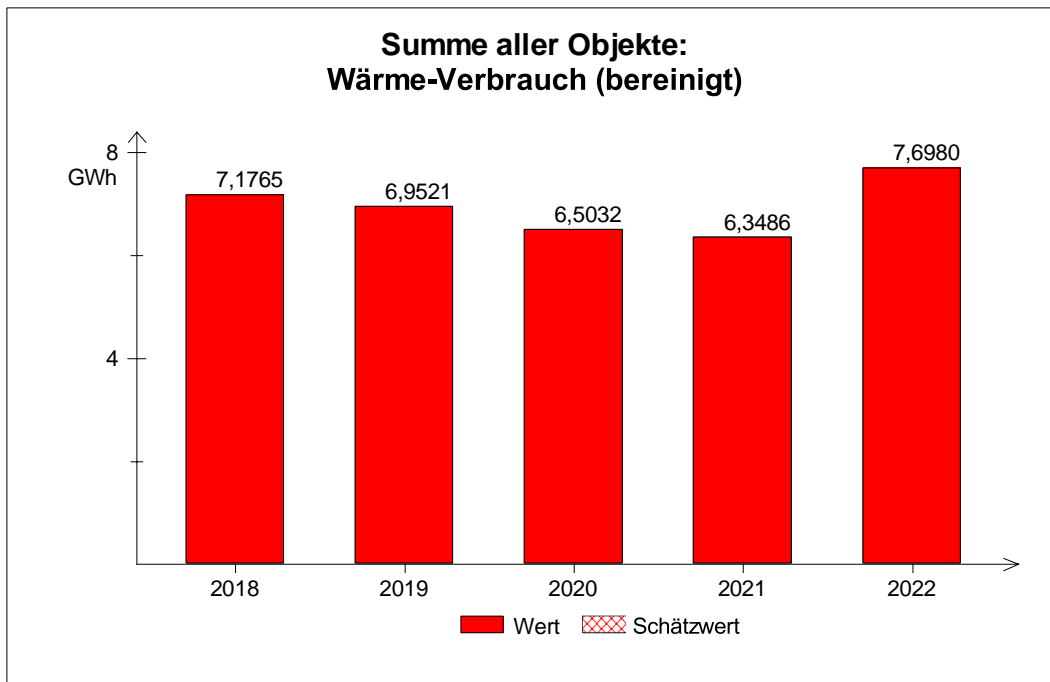


Abbildung 1: Gesamt-Wärmeverbrauch (bereinigt)

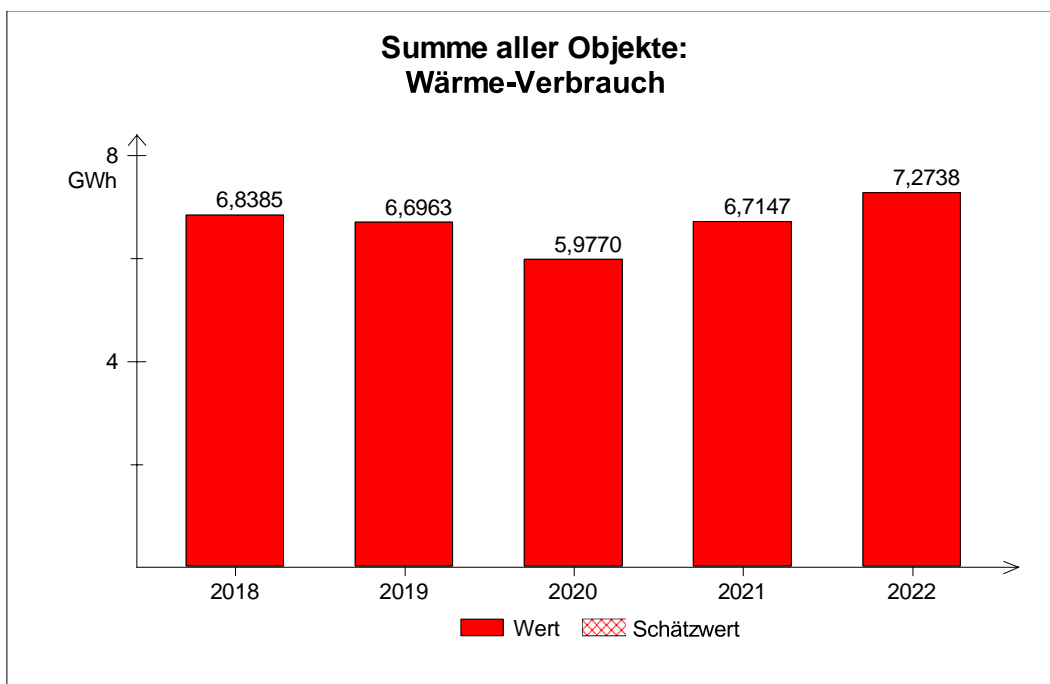


Abbildung 2: Gesamt-Wärmeverbrauch

Der absolute Wärmeverbrauch (vgl. Abbildung 2) unterliegt zunächst einer stetig sinkenden Tendenz und steigt erst ab dem Jahr 2021 wieder an. Dieser Trend setzt sich auch 2022. Korrigiert um den Einfluss der Witterung steigt der Verbrauch hingegen erst im Jahr 2022 deutlich an (vgl. Abbildung 1). Grund dafür ist die vergleichsweise kalte Winter 2021. Ferner muss bei der Bewertung der Entwicklung berücksichtigt werden, dass ab dem Jahr 2021 weitere Gebäude in die Auswertung mit eingeflossen sind, was einen Vergleich des absoluten Wärmeverbrauchs insbesondere zwischen 2020 und 2021 erschwert. Gleichwohl ergibt sich auch bezogen auf die Fläche (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4) im Betrachtungszeitraum eine ähnliche Entwicklung. Insbesondere für die Jahre 2020 bis 2022 gilt, dass

eine Interpretation der Verbrauchsentwicklung aufgrund der Einflüsse der Covid-19-Pandemie in den Jahren 2020 und 2021 sowie der geopolitischen Situation infolge des Kriegs in der Ukraine im Jahr 2022 (vgl. Kapitel 4) nur eingeschränkt möglich ist.

Im Jahr 2022 wurden insgesamt 7,27 GWh an Wärme in den Gebäuden verbraucht, auf die Fläche bezogen entspricht das etwa 125 kWh pro m² NGF. Damit macht der Wärmeverbrauch rund 63 % des Energieverbrauchs der öffentlichen Gebäude aus. Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs einzelner Gebäude ist dem Anhang zu entnehmen.

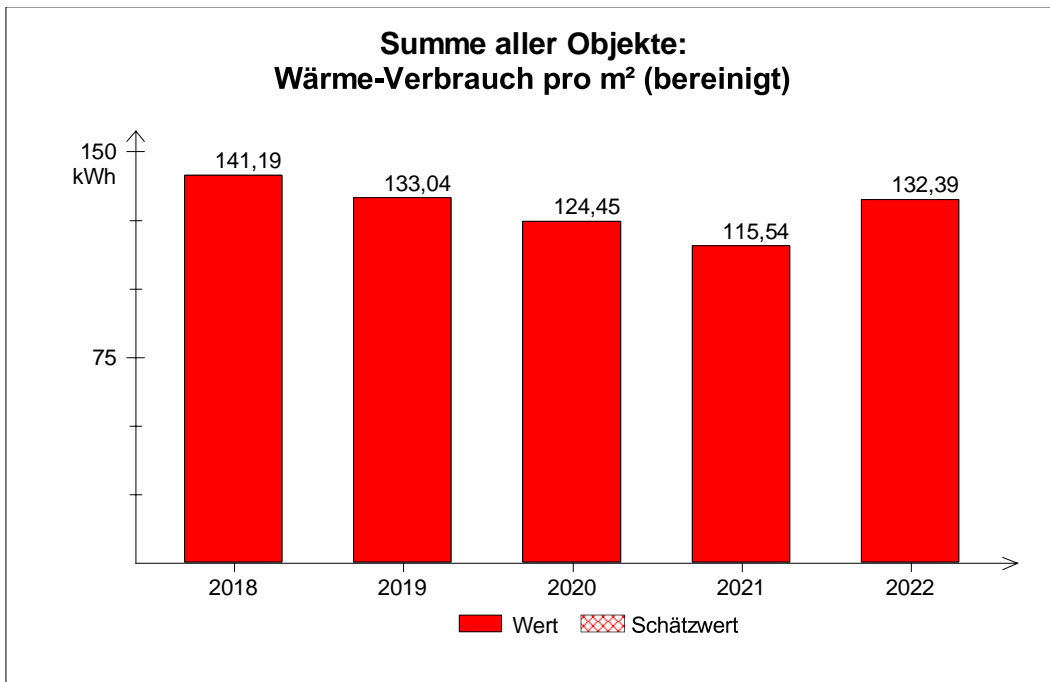


Abbildung 3: Gesamt-Wärmeverbrauch pro m² NGF (bereinigt)

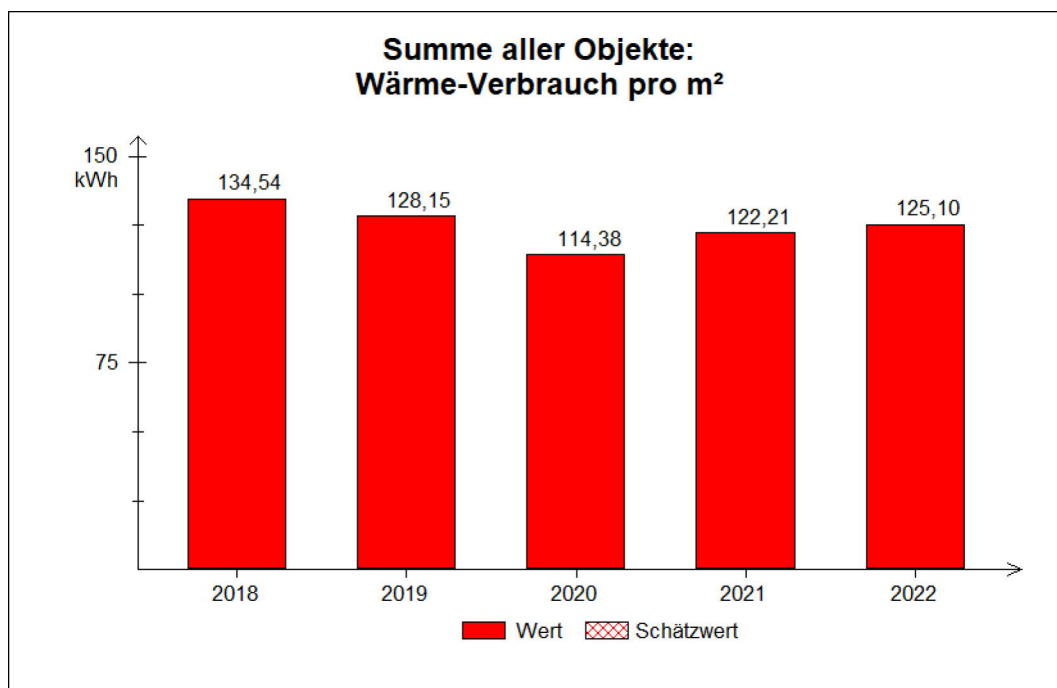


Abbildung 4: Gesamt-Wärmeverbrauch pro m² NGF

4.2 Stromverbrauch

Bei der im Folgenden dargestellten Auswertung des Stromverbrauchs in der Stadt Springe handelt es sich bei einem Großteil der öffentlichen Gebäude um den Strombezug aus dem Netz. Bei der Feuerwehr Bennigsen und der Grundschule Hallermund wird zusätzlich der Eigenverbrauch des selbst erzeugten Stroms berücksichtigt.

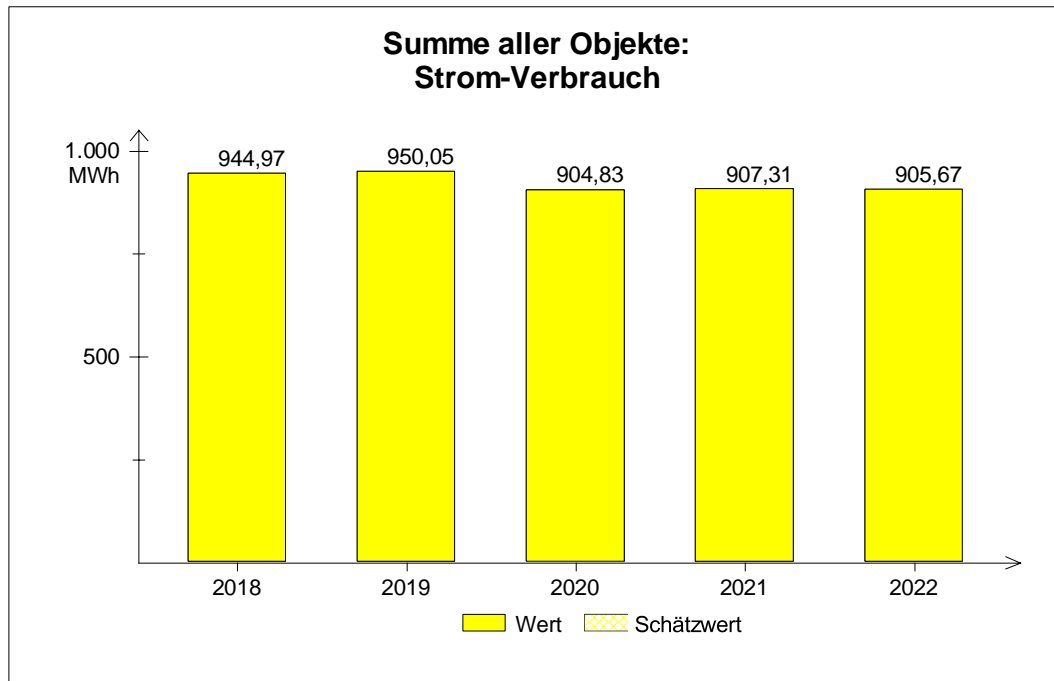


Abbildung 5: Gesamt-Stromverbrauch

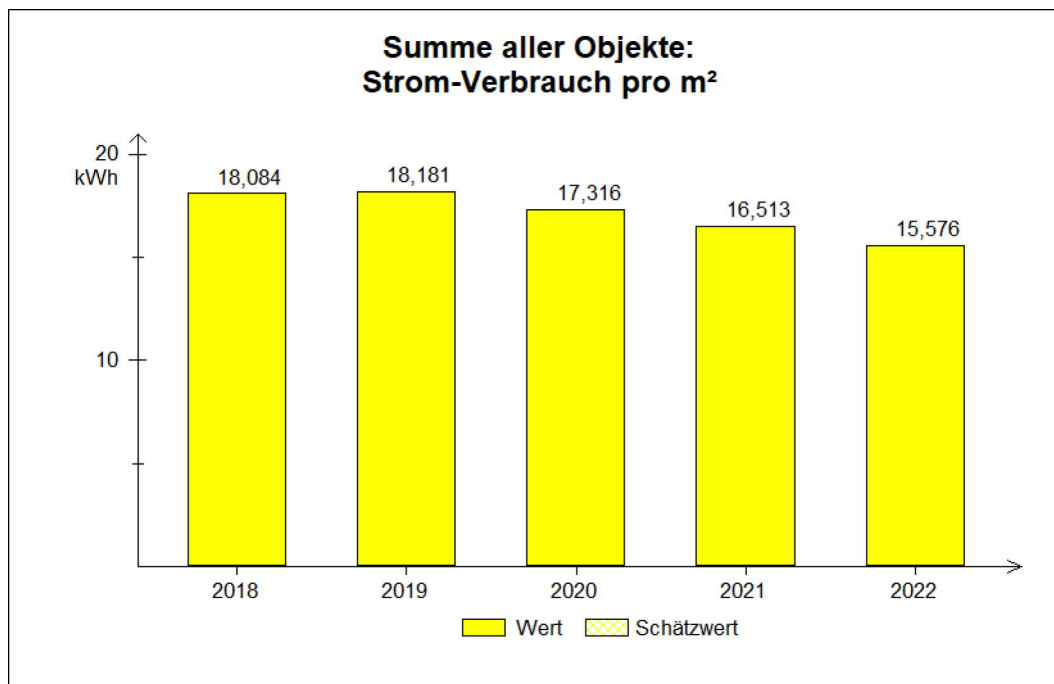


Abbildung 6: Gesamt-Stromverbrauch pro m² NGF

Die Gesamt-Jahresstromverbräuche sind sowohl absolut (vgl. Abbildung 5) als auch auf die Fläche bezogen (vgl. Abbildung 6) dargestellt. Nach einem Verbrauchsrückgang zwischen 2019 und 2020, wurde in den letzten drei Jahren ähnlich viel Strom verbraucht, obwohl ab 2020 der Stromverbrauch von sieben zusätzlichen Gebäuden berücksichtigt wurde. Entsprechend positiv ist zu werten, dass im Jahr 2022 mehr als 4 % weniger an Strom verbraucht wurde, als noch 2018. Bezogen auf die Fläche ergibt sich entsprechend eine kontinuierlich sinkende Verbrauchsentwicklung.

Die Auswertungen der einzelnen Liegenschaften sind im Anhang detailliert dargestellt.

4.3 Wasserverbrauch

Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels kommt der Ressource Wasser eine immer bedeutendere Rolle zu. Daher werden neben dem Verbrauch an Energie, nachstehend die Wasserverbräuche der Stadt Springe für die Jahre 2018 bis 2022 dargestellt.

Die Gesamt-Jahreswasserverbräuche sind sowohl absolut (vgl. Abbildung 7) als auch auf die Fläche bezogen (vgl. Abbildung 8) dargestellt. Insbesondere der 2022 gegenüber dem Vorjahr um 900 m³ gestiegene Wasserverbrauch der Grundschule Hinter der Burg und der zusätzliche Verbrauch der Grundschule Bennigsen ab dem Jahr 2022 (365 m³) sind ausschlaggebend für den um 34 % gestiegenen Gesamt-Wasserverbrauch im Jahr 2022.

Bezogen auf die Fläche ist dieser Trend ebenfalls zu erkennen. Die Verbrauchsentwicklung der einzelnen Liegenschaften ist dem Anhang zu entnehmen.

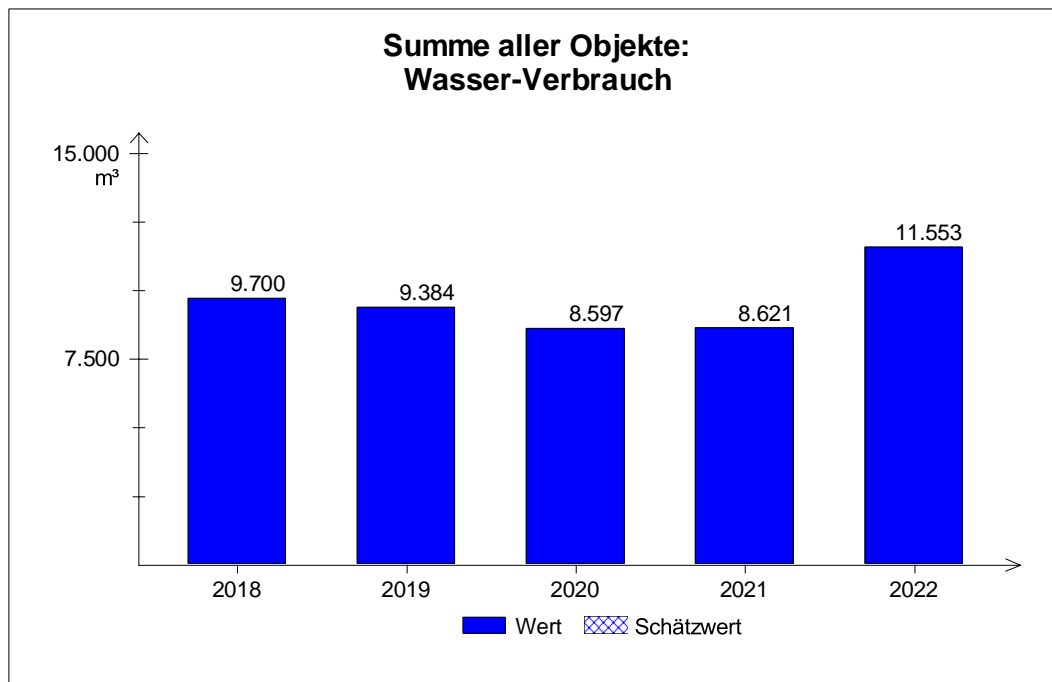


Abbildung 7: Gesamt-Wasserverbrauch

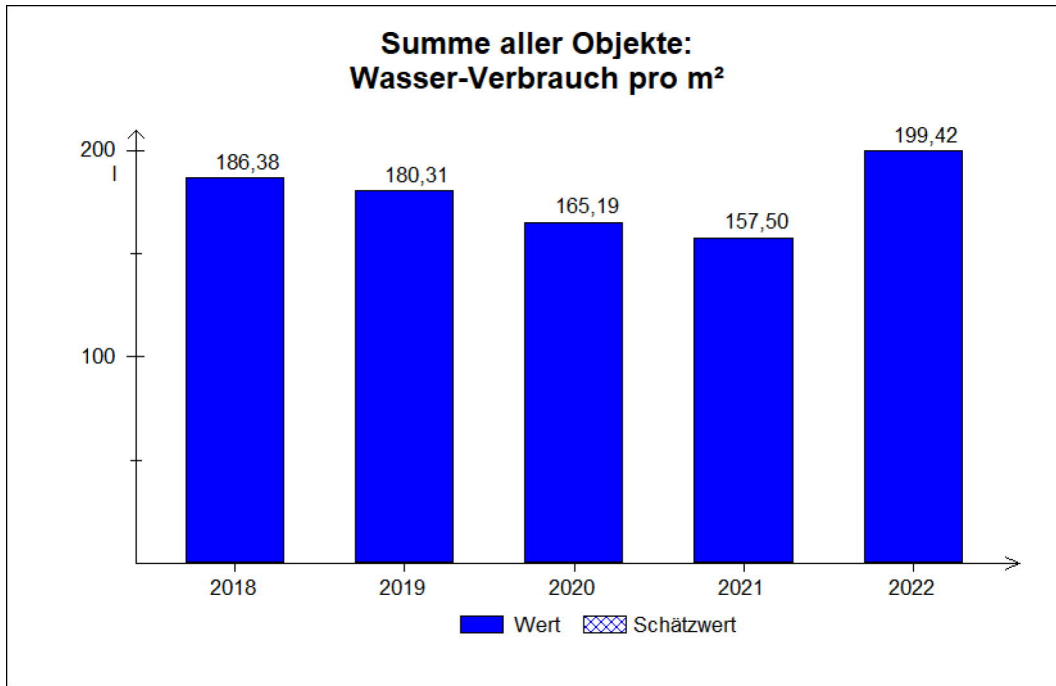


Abbildung 8: Gesamt-Wasserverbrauch pro m² NGF

5 Energiekosten der öffentlichen Gebäude

Im Folgenden werden die Energie- und Wasserkosten der öffentlichen Gebäude der Stadt Springe für die Jahre 2018 bis 2022 dargestellt. Die Aufteilung der Kosten auf Wärme, Strom und Wasser ist in den folgenden Kapiteln detailliert beschrieben.

Bei der Bewertung der Kosten ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der seit dem 01.01.2021 geltenden CO₂-Bepreisung für fossile Heiz- und Kraftstoffe die gestiegenen spezifischen Kosten zu dem Anstieg der Kosten beitragen.

Ferner werden im Jahr 2022 insbesondere die Gasverbräuche und -kosten durch die Energiekrise in Folge des Ausbruchs des Ukraine-Kriegs (vgl. Kapitel 4) beeinflusst. Die seitens der Bundesregierung verabschiedeten Entlastungs- und Soforthilfemaßnahmen sind in der nachfolgenden Bewertung der Kosten enthalten.

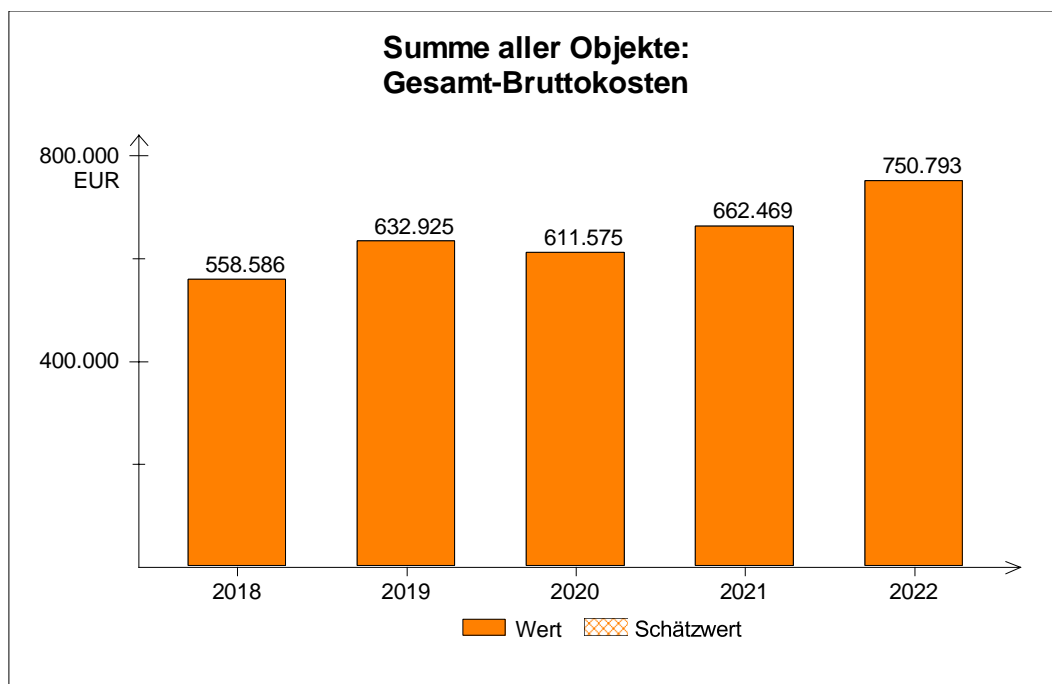


Abbildung 9: Gesamt-Bruttokosten

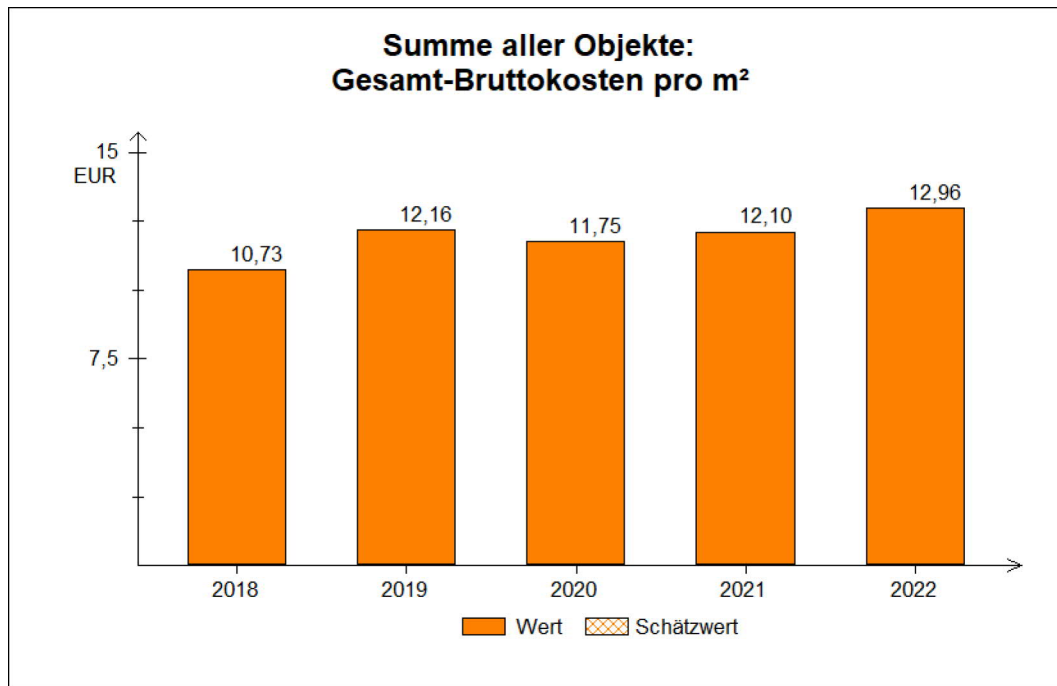


Abbildung 10: Gesamt-Bruttokosten pro m² NGF

Die Gesamt-Bruttokosten sowie die spezifischen Kosten auf die Fläche bezogen (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10) summieren die Kosten der jeweiligen Energieträger (Wärme und Strom) und die Kosten für Wasser/Abwasser auf.

Nachdem sich die spezifischen Kosten pro m² zwischen 2019 und 2021 auf einem ähnlichen Niveau bewegt haben, ist im Jahr 2022 ein deutlicher Anstieg der spezifischen Kosten auf 12,96 €/m² zu erkennen. Davon entfallen rund 63 % auf die Bereitstellung von Wärme und etwa 30 % auf den Bezug von Strom. Die übrigen Kosten resultieren aus den Wasser- und Abwasserkosten.

Absolut sind im Jahr 2022 entsprechend rund 750.800 € an Energie- und Wasserkosten für die betrachteten Liegenschaften angefallen und damit rund 13 % mehr im Vorjahr.

5.1 Wärmekosten

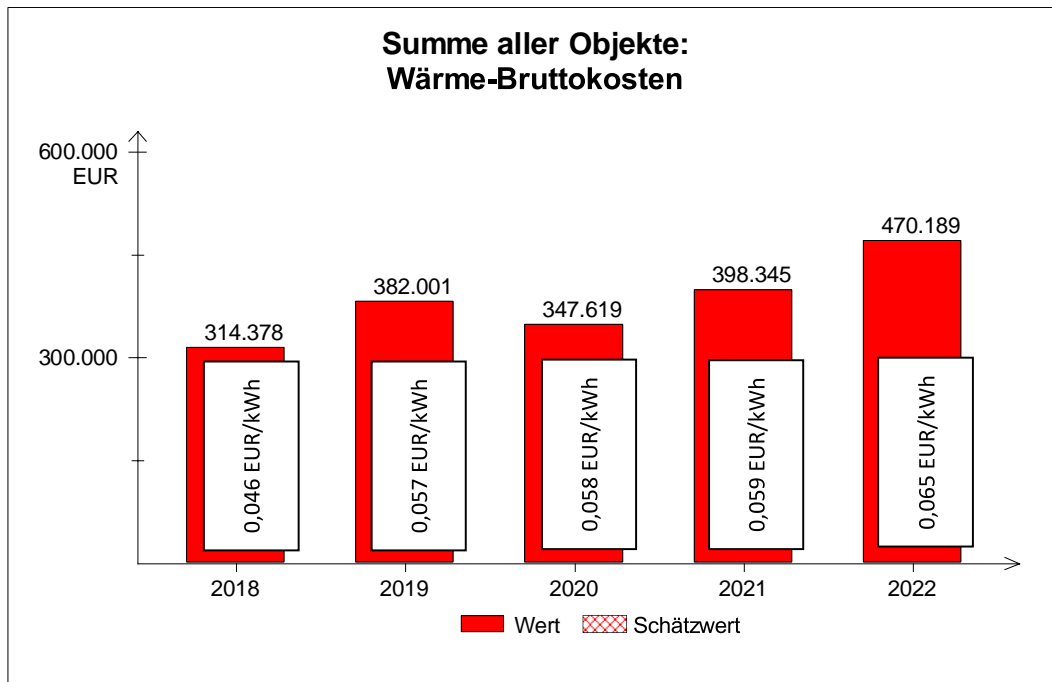


Abbildung 11: Wärme-Bruttokosten

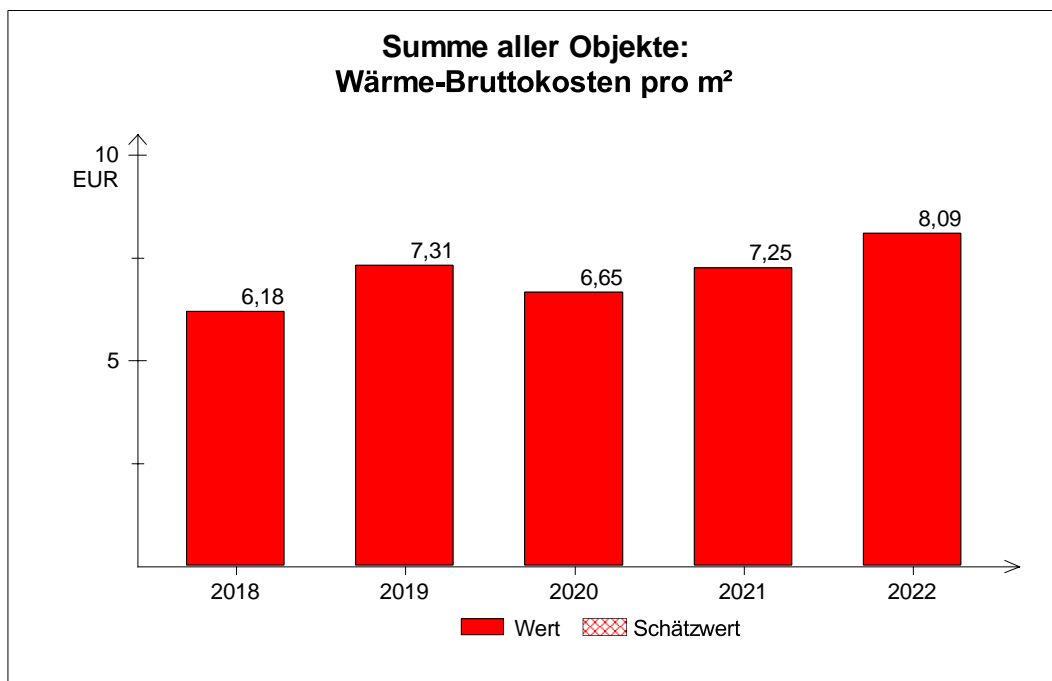


Abbildung 12: Wärme-Bruttokosten pro m² NGF

Die jährlichen Wärmekosten (brutto) sind in Abbildung 11 und auf die Fläche bezogen in Abbildung 12 dargestellt. Zusätzlich wurden aus den jährlichen Verbräuchen (vgl. Abbildung 2) noch die spezifischen Kosten pro kWh ermittelt und ebenfalls in Abbildung 11 dargestellt. Die tatsächlichen Gesamtkosten steigen seit 2020 kontinuierlich. Grund hierfür sind die Verbrauchsentwicklung (vgl. Abbildung 2) und die kontinuierlich gestiegenen spezifischen Kosten (vgl. Abbildung 12). Letztere steigen besonders im

Jahr 2022 deutlich an, vermutlich aufgrund der Energiekrise in Folge des Ukraine-Kriegs. Im Jahr 2022 ergeben sich demnach Kosten in Höhe von rund 470.200 €.

5.2 Stromkosten

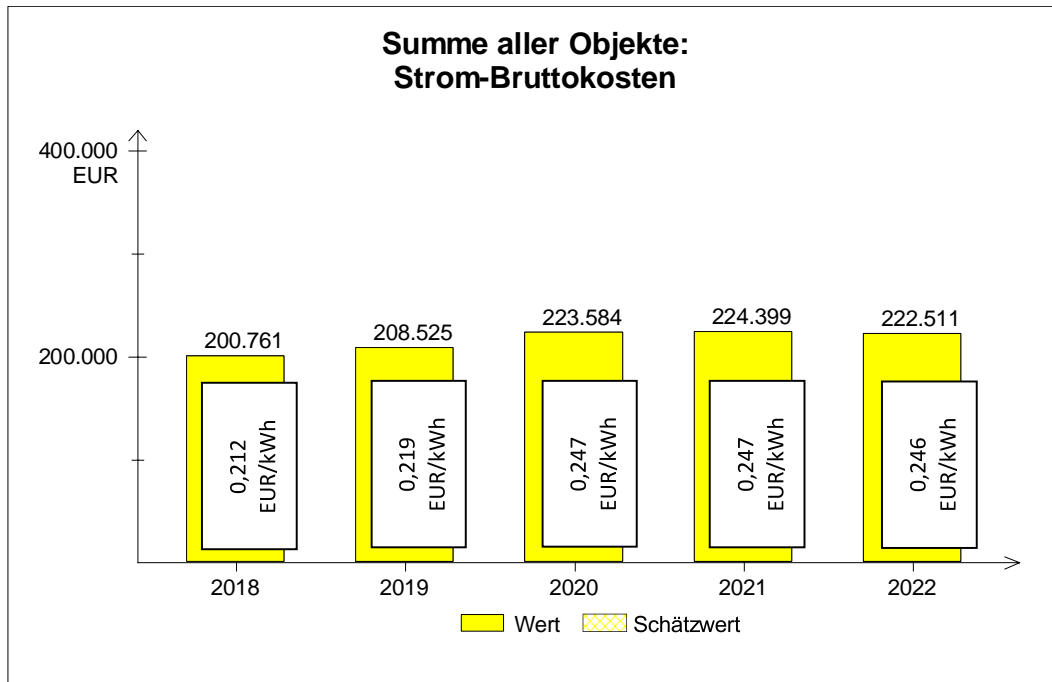


Abbildung 13: Strom-Bruttokosten

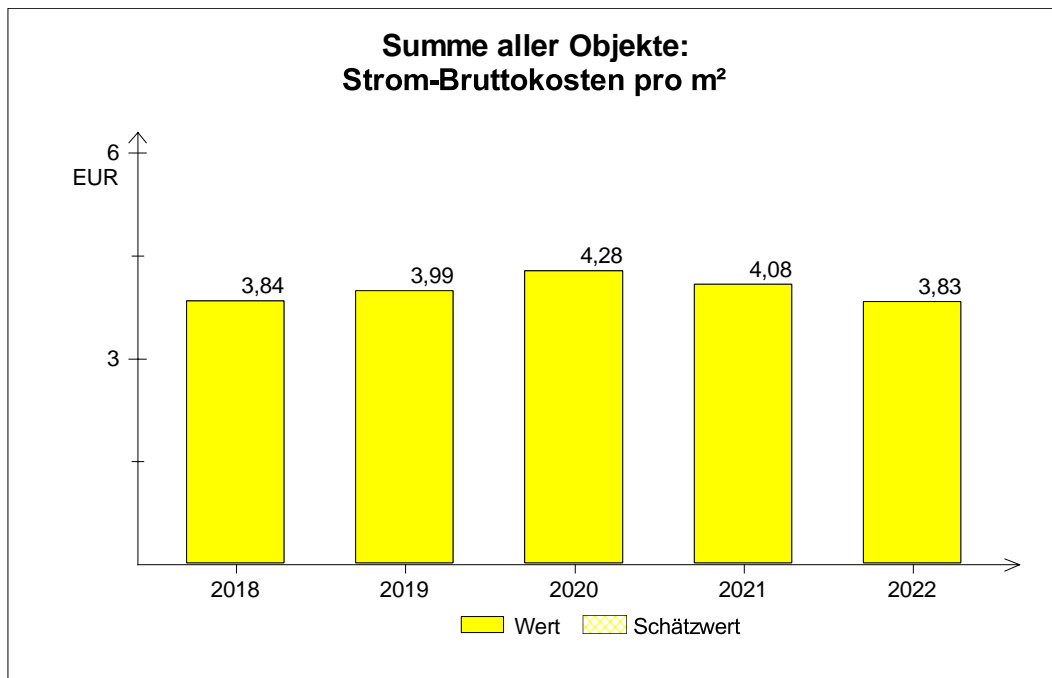


Abbildung 14: Strom-Bruttokosten pro m² NGF

Die jährlichen Stromkosten (brutto) sind in Abbildung 13 und bezogen auf die Fläche in Abbildung 14 dargestellt. Zusätzlich wurden aus den jährlichen Verbräuchen (vgl. Abbildung 5) noch die spezifischen Kosten pro kWh ermittelt und ebenfalls in Abbildung 13 dargestellt.

Insgesamt sind im Jahr 2022 Stromkosten von rund 222.500 € angefallen. Die spezifischen Kosten pro kWh sind in den letzten drei Jahren auf nahezu dem gleichen Niveau.

An dieser Stelle werden lediglich die Strombezugskosten dargestellt. Nicht berücksichtigt ist die Einspeisevergütung der PV-Anlage auf dem Dach der Feuerwehr Bennigsen (vgl. Kapitel 3.1). Während der Eigenverbrauch, der sich durchschnittlich auf ca. 50 % des erzeugten Stroms beläuft, bereits in der Auswertung des Stromverbrauchs enthalten ist, wird die Stromeinspeisung ins Netz an dieser Stelle gesondert aufgeführt (vgl. Abbildung 15, Tabelle 2).

Tabelle 2: Photovoltaik-Anlage der Feuerwehr Bennigsen

	2018	2019	2020	2021	2022
Erzeugung [kWh]	104.071	106.579	105.524	82.793	54.123
Einspeisung [kWh]	49.964	49.981	56.649	41.703	24.705
Eigenverbrauch [kWh]	54.108	56.598	48.876	41.090	29.418
Prozentualer Anteil Einspeisung [%]	48,0	46,9	53,7	50,4	45,7
Prozentualer Anteil Eigenverbrauch [%]	52,0	53,1	46,3	49,6	54,3
Einspeisevergütung [€]	4.895,14	4.921,14	5.886,05	4.274,22	2.374,30
Strombezug aus dem Netz [kWh]	19.495	21.139	20.257	25.245	24.722
Stromkosten [€]	4.303,31	5.147,91	5.533,82	6.787,85	6.500,30
Gesamtkosten Strom [€]	-591,83	226,77	-352,23	2.513,63	4.126,00

Im Schnitt wurden rund 44,6 MWh an Strom ins Netz eingespeist. Zum Vergleich: Das ist in fast so viel wie im Durchschnitt in der Grundschule Ebersberg an Strom verbraucht wird. Pro Jahr konnten dadurch rund 4.470 € an Einspeisevergütung durch die Stadt eingenommen werden und damit mehr als in den Jahren 2018 und 2020 an Kosten für den Strombezug der Feuerwehr angefallen ist.

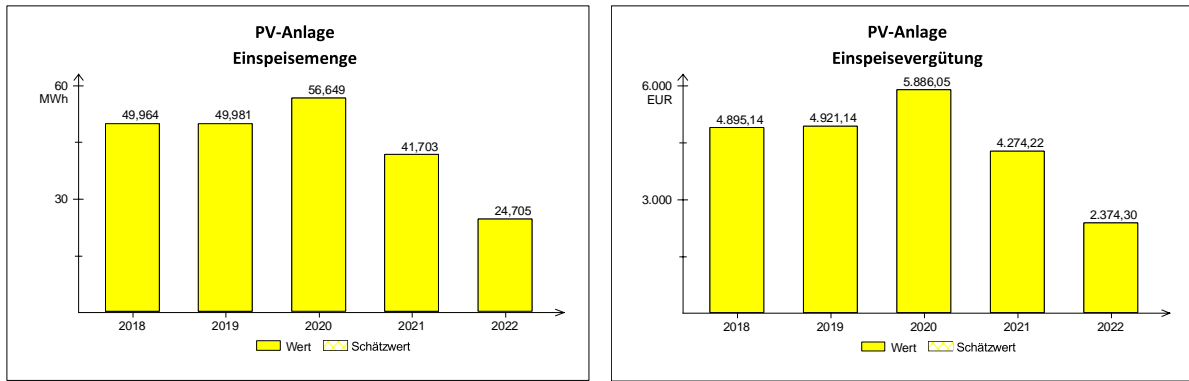


Abbildung 15: Stromeinspeisung (links) und Einspeisevergütung (rechts) der Photovoltaik-Anlage der Feuerwehr Bennigsen

5.3 Wasserkosten

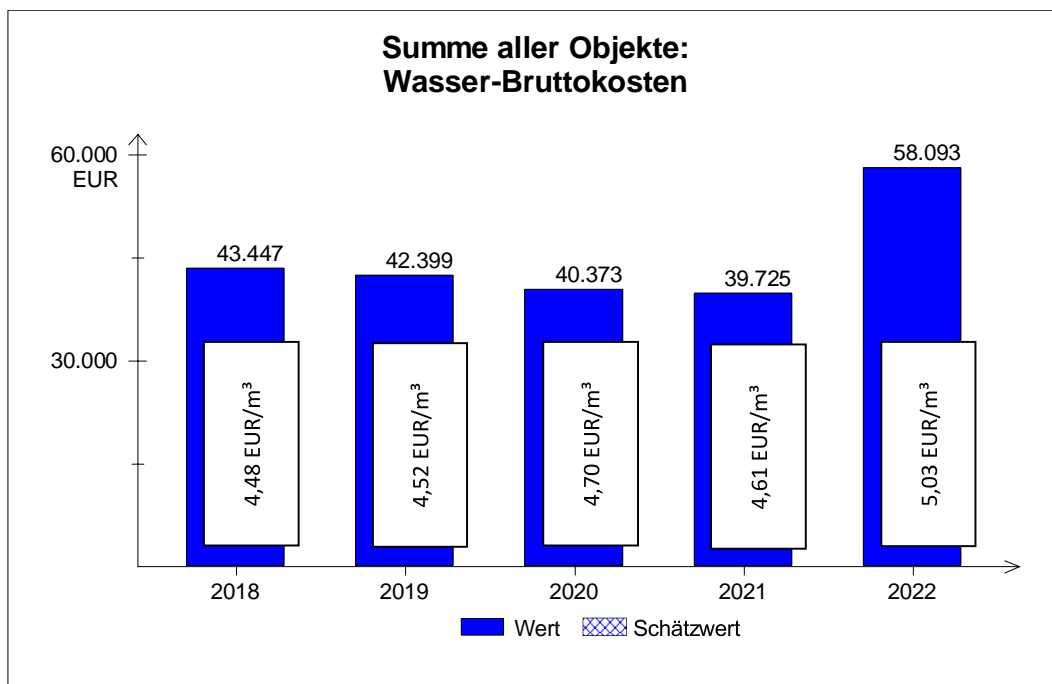


Abbildung 16: Wasser-Bruttokosten

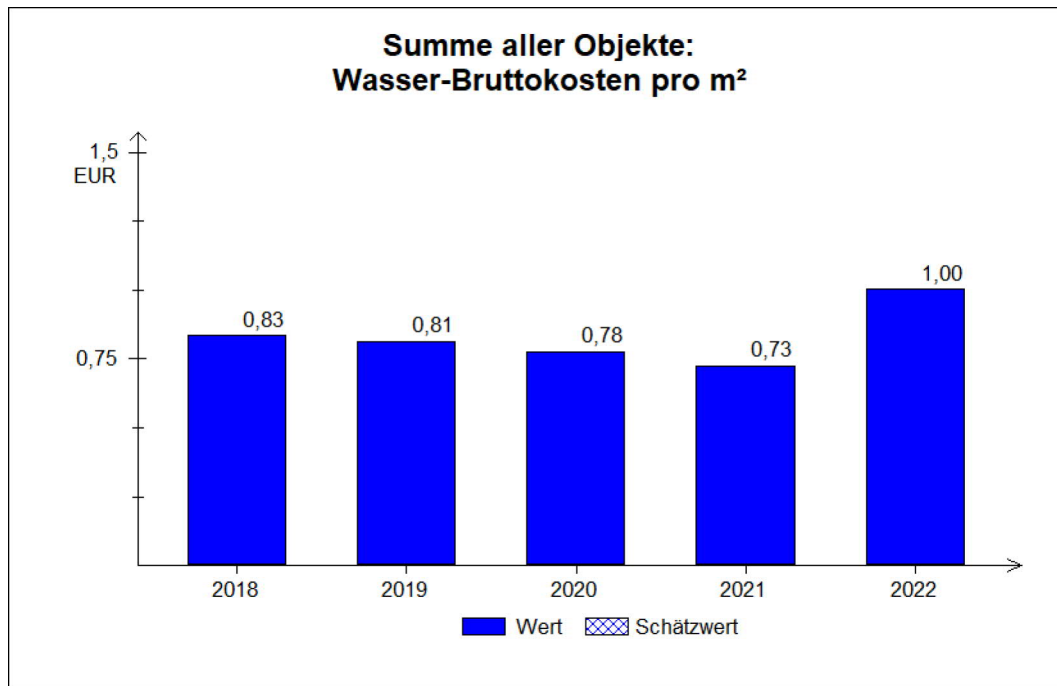


Abbildung 17: Wasser-Bruttokosten pro m² NGF

Die jährlichen Wasserkosten (brutto) sind in Abbildung 16 und bezogen auf die Fläche in Abbildung 17 dargestellt. Zusätzlich wurden aus den jährlichen Verbräuchen (vgl. Abbildung 7) noch die spezifischen Kosten pro m³ ermittelt und ebenfalls in Abbildung 16 dargestellt. Dabei werden neben den Wasserverbrauchskosten auch die Abwasserkosten mitberücksichtigt, da diese direkt vom Wasserverbrauch abhängig sind.

Sowohl die absoluten, als auch die spezifischen Kosten pro m³ folgen bis zum Jahr 2021 einer durchweg sinkenden Tendenz; erst im Jahr 2022 ist ein erneuter Anstieg zu erkennen. Für 2022 ergeben sich Wasser-/Abwasserkosten von etwa 58.000 €. Diese fallen entsprechend 46 % höher aus als noch im Vorjahr.

6 CO₂-Emissionen der öffentlichen Gebäude

Die energiebedingten Treibhausgas-Emissionen der öffentlichen Gebäude sind nachstehend dargestellt. Vor dem Hintergrund eines treibhausgasneutralen Gebäudebestands, wie er in Deutschland bis zum Jahr 2045 angestrebt wird, handelt es sich dabei um den entscheidenden Leitindikator. [3]

Exkurs – Klimaneutralität ≠ Treibhausgasneutralität

Klimaneutralität meint einen „Zustand, bei dem menschliche Aktivitäten im Ergebnis keine Nettoeffekte auf das Klimasystem haben“ [11]. Das bedeutet, neben THG-Emissionen und Aufnahmen (durch Senken) fließen hier auch Albedo-Änderungen (z. B. durch Schmelzen von Eis und Schnee) und Nicht-CO₂-Effekte (durch den Luftverkehr) mit ein.

Treibhausgasneutralität beschreibt hingegen einen „Zustand, bei dem anthropogen verursachte Treibhausgase, die in die Atmosphäre emittiert werden, durch Maßnahmen, die der Atmosphäre Emissionen entziehen, ausgeglichen werden“ (IPCC, 2018). Treibhausgasneutralität zu erreichen, setzt also Netto-Null-Emissionen voraus. Es bedeutet, dass maximal die nach dem jeweils aktuell technischen Stand nicht vermeidbaren THG-Emissionen verbleiben dürfen. Voraussetzung dafür ist eine umfangreiche Energiebedarfsminderung und die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien. Die Restemissionen müssen durch technische (z. B. Carbon Capture and Storage) oder natürliche Senken (z. B. Ökosysteme, wie Wälder, Feuchtgebiete, Grünland etc.) ausgeglichen werden. Das bedeutet, dass CO₂ aus der Atmosphäre direkt oder indirekt entnommen und langfristig eingelagert wird.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt anhand von energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren, die wärmeseitig auf den Daten aus GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) basieren und in folgender Tabelle dargestellt sind. [4] Stromseitig wurden die durch die Kommune übermittelten Emissionsfaktoren der Energieversorgungsunternehmen für die entsprechenden Jahre verwendet.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren als CO₂-Äquivalente in g/kWh inkl. Vorkette

	2018	2019	2020	2021	2022
Erdgas	247	247	247	247	230
Fernwärme [5, 6]	0	0	0	0	0
Ökostrom	-	-	0	0	0
Strom-Mix (Energcity)	81	179	-	-	-
PV	40	40	40	40	40

Bei den verwendeten Emissionsfaktoren handelt es sich um CO₂-Äquivalente (CO₂Äqu). Das bedeutet es wird neben der Klimawirkung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) auch der Einfluss weiter klimaschädlicher Gase wie beispielsweise Methan (CH₄) oder von Fluorkohlenwasserstoffen (FKW) berücksichtigt. Ferner beinhalten die verwendeten Emissionsfaktoren die Vorkette für die Bereitstellung der jeweiligen Energieträger (von der Primärenergiegewinnung bis zum Endkunden einschließlich aller Materialaufwendungen, Transporte und Umwandlungsschritte).

Ausgenommen von der erläuterten Methodik ist die Ermittlung der Emissionen aus der Fernwärme. Hier wird entsprechend der Angabe der Stadt mit einem Emissionsfaktor von 0 g/kWh gerechnet [5]. Die Berechnung der Emissionen erfolgt auf Grundlage von CO₂-Äquivalenten. Aufgrund der angewandten Stromgutschriftenmethode nach dem Gebäudeenergiegesetz ist ein Emissionsfaktor für Fernwärme 0 g/kWh zu verwenden [6].

stromseitigen Emissionen. An dieser Stelle werden die Angaben des Energieversorgungsunternehmens für die Bilanzierung der anfallenden Emissionen herangezogen, auch wenn es sich dabei ausschließlich um CO₂-Emissionen ohne Vorkette² handelt. Zudem bezieht die Stadt Springe seit 2020 für alle Gebäude Ökostrom, für den entsprechend ein Emissionsfaktor von 0 g/kWh angesetzt wird. Gleichwohl fallen auch bei der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung der Vorkette Emissionen an. So ergibt sich für Strom aus Windkraft (On-Shore) ein Emissionsfaktor von 10 g CO₂-Äquivalente pro kWh und für PV-Strom von 40 g/kWh.

Dennoch reduzieren sich die Emissionen durch den Bezug von Ökostrom deutlich. Voraussetzung für die Anrechnung von Ökostrom sollte sein, dass ein Stromprodukt bezogen wird, das gewissen Qualitätsanforderungen entspricht (z. B. Investition in den Ausbau erneuerbarer Energien vor Ort). Dabei muss zudem sichergestellt werden, dass der Bezug von Ökostrom die notwendige Energiebedarfsminderung und die Energieerzeugung aus eigenen Anlagen nicht beeinflusst oder verlangsamt. Gleichwohl wird unabhängig von dieser Diskussion mit dem Bezug von Ökostrom bzw. der Umstellung auf diesen ein deutliches Signal für den Klimaschutz gesetzt. Die Bestrebungen der Stadt Springe sind vor diesem Hintergrund entsprechend hervorzuheben.

Insgesamt ergeben sich für die Liegenschaften der Stadt Springe entsprechend der erörterten Vorgehensweise für das Jahr 2022 Gesamtemissionen in Höhe von 1.200 t CO₂Äqu (vgl. Abbildung 18) und damit weniger als noch 2018. Seit dem Bezug von Ökostrom ab dem Jahr 2020 konnten die Emissionen deutlich reduziert werden.

² Stromlieferanten sind nach § 42 gemäß Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG) verpflichtet, in oder als Anlage zu ihren Rechnungen an Letztverbraucher Informationen über die Umweltauswirkungen zumindest in Bezug auf CO₂-Emissionen und radioaktiven Abfall für den Verkauf von Elektrizität anzugeben.

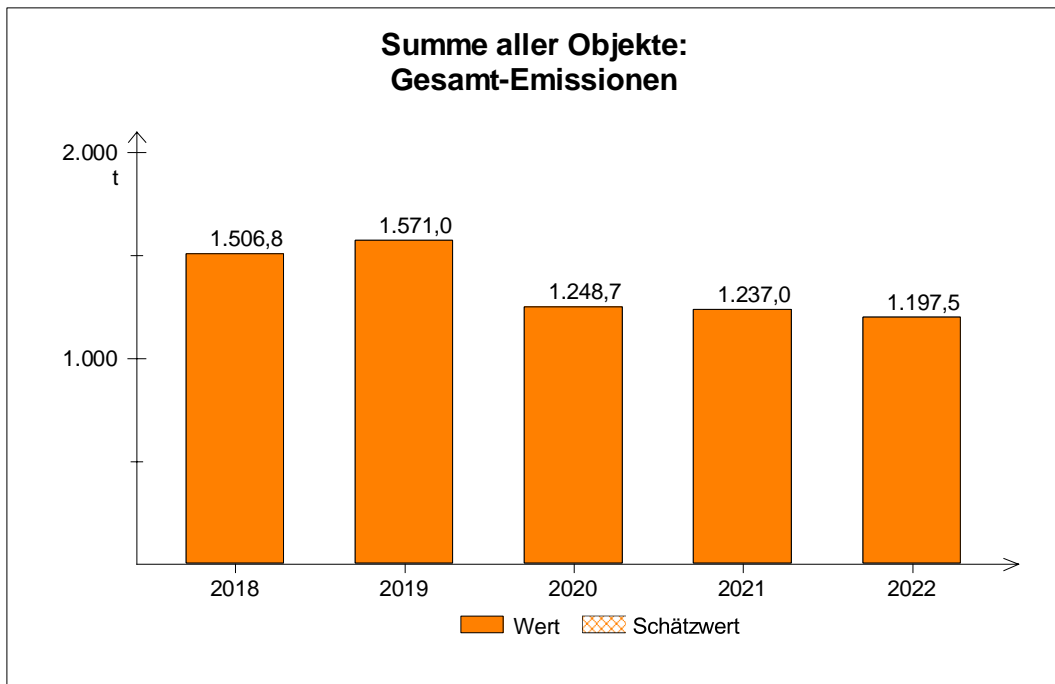


Abbildung 18: Gesamt-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalente

6.1 CO₂-Emissionen aus dem Wärmeverbrauch

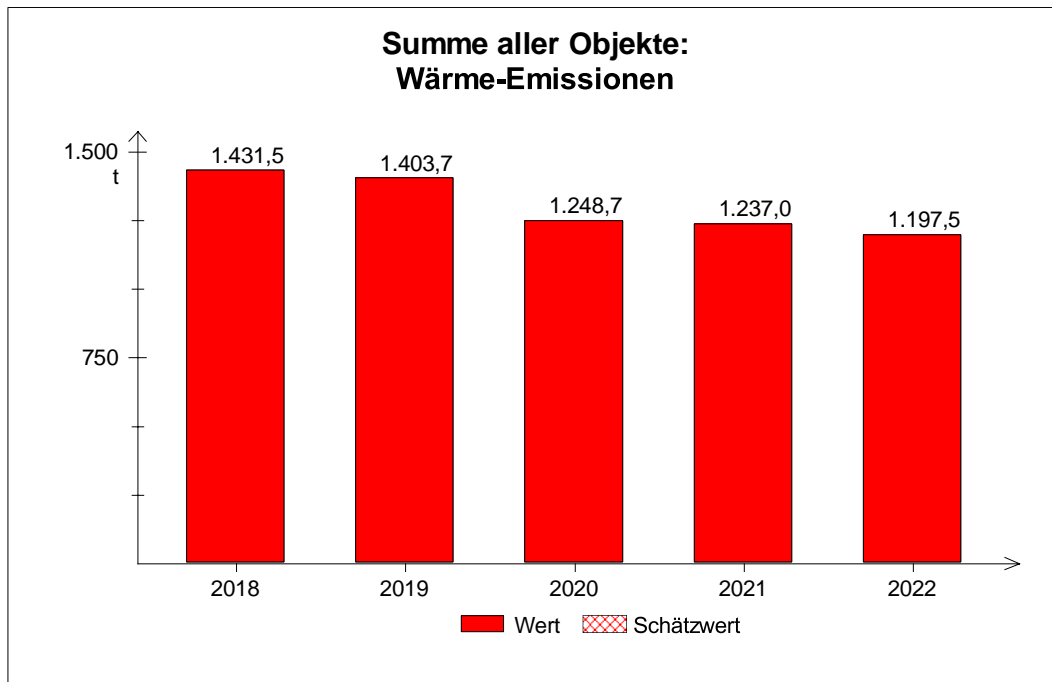


Abbildung 19: Wärme-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalente

Bereits vor dem Bezug von Ökostrom, resultierte der Großteil der anfallenden Emissionen aus dem Wärmeverbrauch der Gebäude und Liegenschaften. Die Emissionen hängen dabei von den Verbräuchen und den eingesetzten Energieträgern ab.

Desto größer der Anteil an erneuerbaren Energieträgern ist, umso geringer fallen die Emissionen aus. Bislang wird in der Stadt Springe mit Ausnahme der Wärmepumpe in der Feuerwehr Bennisgen und dem Bezug der erneuerbaren Fernwärme ausschließlich Erdgas als Energieträger eingesetzt. Entsprechend hoch sind die wärmeseitigen Emissionen. Im Jahr 2022 sind demnach fast 1.200 t CO₂Äqu in den betrachteten Gebäude angefallen (vgl. Abbildung 19).

6.2 CO₂-Emissionen aus dem Stromverbrauch

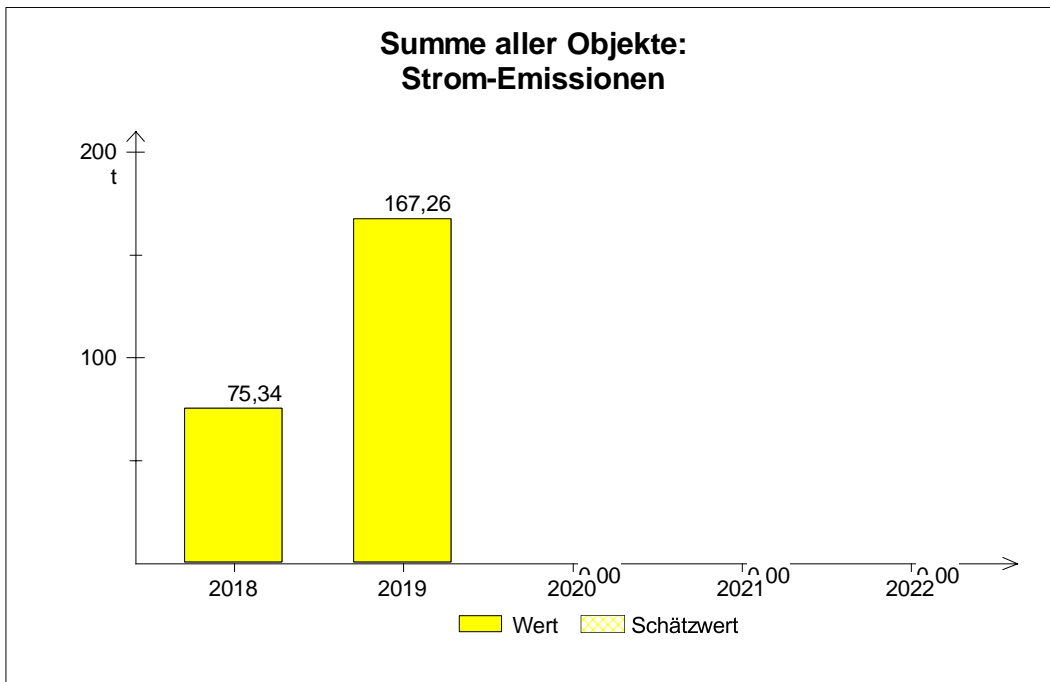


Abbildung 20: Strom-Emissionen aus dem Netzbezug in Tonnen CO₂-Äquivalente

Die Strom-Emissionen (Abbildung 20) hängen mit den Verbräuchen und den Emissionsfaktoren des vom Energieversorgungsunternehmen bezogenen Strom-Mix bzw. des lokal erzeugten Stroms zusammen. Durch den Bezug des Ökostroms konnten gegenüber dem Jahr 2019 rund 167 Tonnen CO₂Äqu eingespart werden, wenngleich an dieser Stelle die Vorkette der Energieerzeugung nicht berücksichtigt wird. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden die durch den Eigenverbrauch des selbst erzeugten Stroms aus der PV-Anlage der Feuerwehr Bennigsen anfallende Emissionen. Hierbei fallen im Betrachtungszeitraum durchschnittlich 369 kg CO₂Äqu an.

7 Energieverbrauchskennwerte der Gebäude

Nach Aufnahme aller bereinigten Verbrauchsdaten und Energiebezugsflächen der jeweiligen Gebäude wurden die entsprechenden Energieverbrauchskennwerte ermittelt. Im folgenden Abschnitt werden die Kennwerte für die Gebäude mit dem jeweils größten Energie-/Wasserverbrauch im Jahr 2022 dargestellt³. Es werden sowohl die absoluten Werte, als auch flächenbezogene Werte abgebildet. Bei der Bewertung der Kennwerte müssen die in Kapitel 4 beschriebenen Auswirkungen der Covid-19-Pandemie sowie der geopolitischen Situation berücksichtigt werden. Eine Bewertung der Kennwerte erfolgt in Kapitel 8.

Den größten absoluten Wärmeverbrauch weist die IGS auf. Darauf folgt der Verbrauch des Otto-Hahn-Gymnasiums als größtes Gebäude der Stadt Springe sowie der Verbrauch der drei Grundschulen (vgl. Abbildung 21).

Bezogen auf die Fläche ergibt sich, wie in Abbildung 22 dargestellt, der mit Abstand größte Verbrauch mit 595 kWh/m² hingegen in der Grundschule Gestorf, gefolgt von der Sporthalle Völksen mit 411 kWh/m² und der Grundschule Hinter der Burg mit 324 kWh/m².

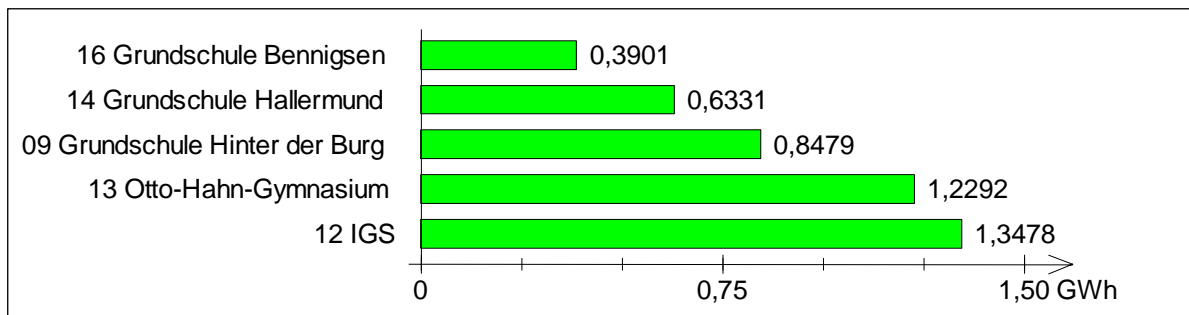


Abbildung 21: Absolute Wärmeverbräuche (bereinigt) 2022

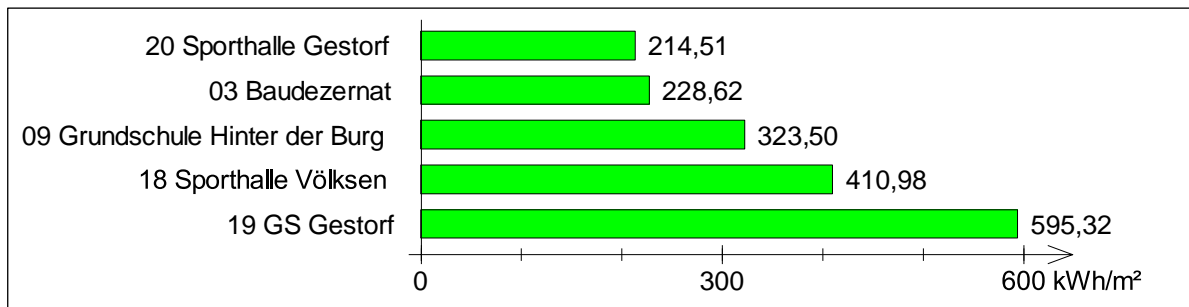


Abbildung 22: Spezifische Gebäudekennwerte Wärme pro m² NGF (bereinigt) 2022

³ Die Kennwerte der übrigen Gebäude sind der Detailauswertung im Anhang zu entnehmen.

Stromseitig wird ebenfalls in der IGS mit Abstand am meisten verbraucht, gefolgt von dem Otto-Hahn-Gymnasium und der Grundschule Hinter der Burg (vgl. Abbildung 23). Damit machen diese drei Gebäude alleine etwa die Hälfte des Stromverbrauchs aller betrachteter Liegenschaften in der Stadt aus.

Bezogen auf die Fläche ergibt sich der größte Stromverbrauch im Rathaus mit 48 kWh/m², gefolgt von der Sporthalle Völksen mit 34 kWh/m² (vgl. Abbildung 24). In der Weißen Schule, der IGS sowie der Sporthalle Süd wird mit rund 26 kWh ähnlich viel Strom pro m² verbraucht.

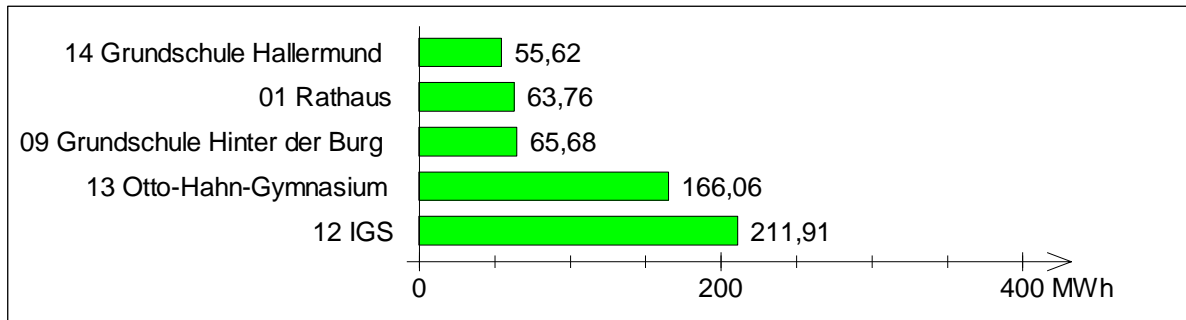


Abbildung 23: Absolute Stromverbräuche 2022

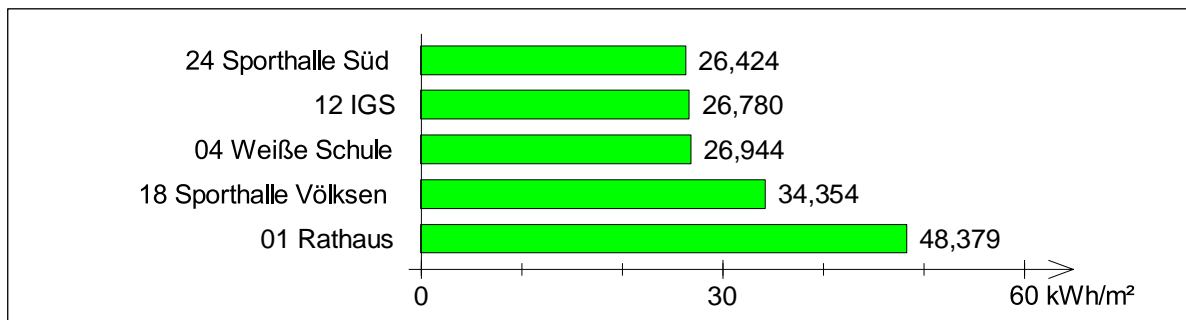


Abbildung 24: Spezifische Gebäudekennwerte Strom pro m² NGF 2022

Hinsichtlich des Wasserverbrauchs ist die Grundschule Hinter der Burg der Spitzenreiter. Darauf folgen weitere Schulen, wie das Otto-Hahn-Gymnasium, die Grundschule Hallermund und die GS Ebersberg, wie Abbildung 25 verdeutlicht.

Flächenspezifisch ergibt sich in der Grundschule Hinter der Burg ein deutlich höherer Verbrauch mit 764 l/m² als in den anderen Liegenschaften. Darauf folgt der spezifische Wasserverbrauch der Grundschule Gestorf von 476 l/m² und der Sporthalle Benningsen von 413 l/m² (vgl. Abbildung 26).

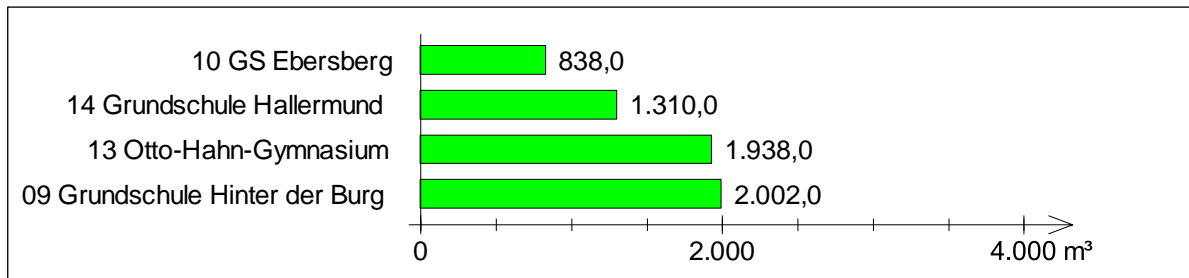


Abbildung 25: Absolute Wasserverbräuche 2022

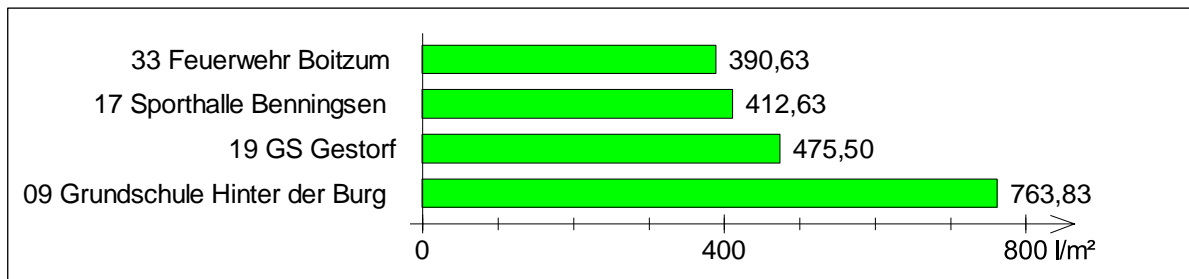


Abbildung 26: Spezifische Gebäudekennwerte Wasser pro m² NGF 2022

8 Benchmarking der Energieverbrauchskennwerte der Gebäude

Die spezifischen Gebäudekennwerte aus Kapitel 7 liegen für jede Liegenschaft vor, sodass zur Bewertung entsprechend ihrer Nutzung sowohl Vergleichs- als auch sog. Zielwerte zugeordnet werden. Die hier verwendeten Werte für Wärme, Strom und Wasser stammen aus dem Forschungsbericht „Verbrauchskennwerte 2005 – Energie und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland“ der ages GmbH, Münster.

Der Vergleichswert einer jeden Liegenschaft wird aus dem arithmetischen Mittel der Verbräuche dividiert durch die Summe aller Flächen gebildet.

Als Zielwert wird der jeweilige untere Quartilmittelwert definiert. Auszug der ages-Studie: „Der untere Quartilmittelwert wird als Richtwert im Sinne von VDI 3807 Blatt 1 ermittelt. Dieser Kennwert ist als Richtwert geeignet, da er empirisch belegbar ist (es gibt tatsächlich Gebäude mit diesen Kennwerten) und weil eine theoretische Bestimmung von Zielwerten ansonsten methodisch problematisch ist. Der untere Quartilmittelwert ergibt sich als arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Daten der aufsteigend sortierten Kennwerte (ohne 0-Werte).“

Da es sich bei der Bezugsgröße von Vergleichs- und Zielwert der genannten Studie um die Bruttogrundfläche (BGF) handelt, werden die entsprechenden Kennwerte entsprechend des Vorgehens im NKlimaG auf die Nutzfläche (NGF) bezogen umgerechnet (vgl. beschriebene Vorgehensweise Kapitel 3).

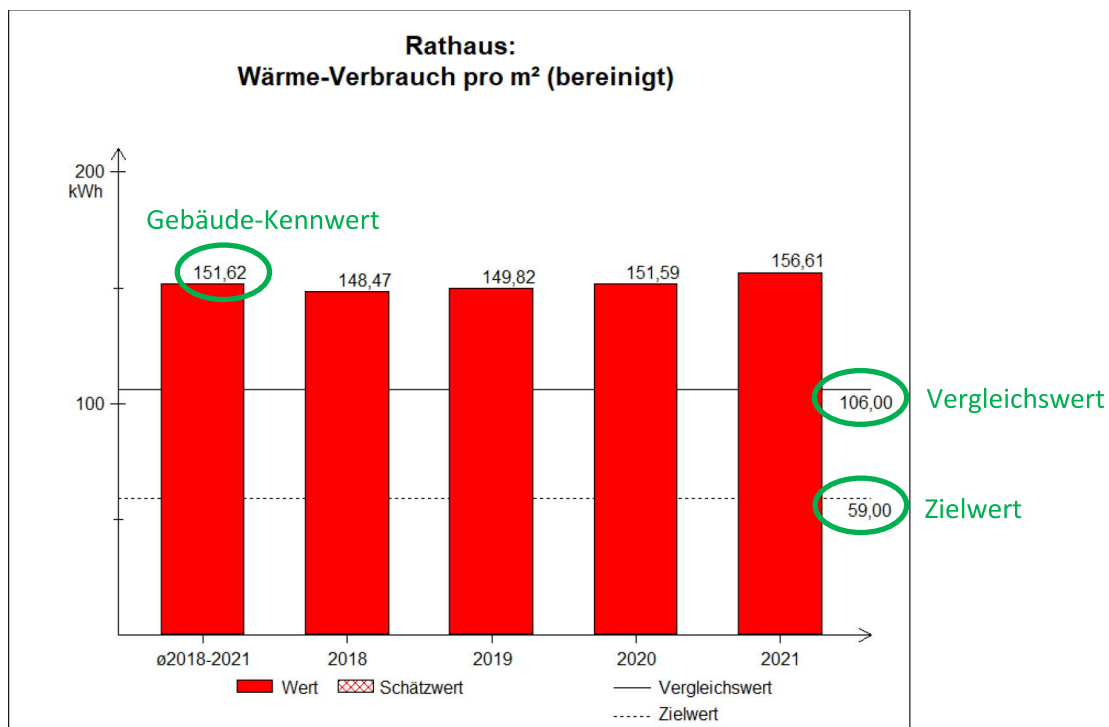


Abbildung 27: Auswertung von Gebäudekennwert, Vergleichs- und Zielwert eines beispielhaften Gebäudes für die Jahre 2018 bis 2021

Mittels der Abweichung zwischen Gebäudekennwert (hier, wenn vorhanden, die Durchschnittswerte aus den Jahren 2018 bis 2022) und Zielwert bei den Energieträgern Wärme und Strom kann eine Bewertung der einzelnen Liegenschaften erfolgen (vgl. Abbildung 27).

Im nächsten Abschnitt wird diese Bewertung grafisch für die Gebäude der Stadt Springe vorgenommen, siehe Abbildung 28. Es werden die Abweichungen vom Wärme- und Stromzielwert zum Gebäudekennwert dargestellt. Die jeweilige Kreisgröße einer Liegenschaft stellt den Anteil an den Gesamtenergiekosten (Wärme und Strom des Jahres 2022) dar.

Bei den nachstehenden Gebäuden der Stadt Springe liegen die Verbräuche und Kosten erst ab dem Jahr 2021 vor, sodass die Durchschnittswerte aus den Jahren 2021 und 2022 herangezogen wurden:

- Feuerwehr Alferde (29)
- Feuerwehr Alvesrode (30)
- Feuerwehr Lüdersen (31)
- Feuerwehr Gestorf (32)
- Feuerwehr Boitzum (33)
- Feuerwehr Holtensen (34)
- MZR Bergdorfhalle (45)

Ferner wird die Feuerwehr Bennigsen aufgrund der neuen Gebäude- und Anlagentechnik sowie des energetischen Standards des Baujahres 2018 in der Auswertung nicht berücksichtigt. Ähnlich verhält es sich mit dem Neubau der Grundschule Bennigsen.



Abbildung 28: Strom-Wärme-Kosten-Diagramm Ø 2018-2022 der Liegenschaften (eigene Berechnung [71])

Benchmarking der Energieverbrauchskennwerte der Gebäude

Auswertung

In Abbildung 28 werden grafisch die Abweichung der Gebäudekennwerte für Wärme (bereinigt) und Strom zum jeweiligen Zielwert aller Liegenschaften dargestellt. Je weiter die Abweichung von Wärme bzw. Strom zum Zielwert sind, desto weiter entfernt werden die Liegenschaften im Diagramm dargestellt. Je größer eine Liegenschaft dargestellt wird, desto höher ist der Anteil an den Gesamt-Energiekosten. Befinden sich Liegenschaften relativ nah beieinander, dann sollten die größer dargestellten zuerst weiter betrachtet bzw. modernisiert werden, da die Energiekosten – im Vergleich zu den kleiner dargestellten – höher sind.

Zunächst sollten die Gebäude aus dem oberen, rechten Quadranten (Priorität "sehr hoch") weiter untersucht werden, da hier das Einsparpotential am größten ist. Dann folgen die Gebäude aus dem oberen, linken Quadranten (Priorität "hoch"). Hier können mit den erzielten Einsparungen auch viele Kosten eingespart werden, da die Energiekosten für Strom üblicherweise deutlich über denen für Wärme liegen. Anschließend sollten dann die Gebäude aus dem unteren, rechten Quadranten (Priorität "mittel") betrachtet werden, hier können üblicherweise viel Energie, aber deutlich geringere Kosten gegenüber der Priorität "hoch" eingespart werden.

Im letzten, dem unteren, linken Quadranten (Priorität "gering") befinden sich die Liegenschaften, die sich ohnehin schon unterhalb der Zielkennwerte für Wärme (bereinigt) und Strom befinden und daher von "gering" Priorität sind. Aber auch diese Gebäude sollten entsprechend betrachtet und untersucht werden, um auch dort das volle Einsparpotential zu heben.

Aufgrund der oben beschriebenen Einteilung können Liegenschaften ermittelt werden, die zukünftig näher betrachtet werden sollten. Neben der Einschätzung aus dem Strom-Wärme-Kosten-Diagramm sollten bei der Auswahl lokale Gegebenheiten entsprechend der Einschätzung durch die Stadt berücksichtigt werden (z. B. unter Berücksichtigung von Denkmalschutz, zukünftiger Nutzung, Einfluss durch die Kommune). Folgende Liegenschaften wurden anhand des Strom-Wärme-Kosten-Diagramms priorisiert:

- Rathaus (01)
- Grundschule Hinter der Burg (09)
- Sporthalle Völksen (18)
- Feuerwehr Völksen (08)
- VHS (23)
- Baudezernat (03)
- GS Gestorf (19)
- Feuerwehr Springe (05)
- Grundschule Hallermund (14)
- IGS (12)

9 Friedhofskapellen

Um den Energieverbrauch der Gebäude der Stadt Springe vollständig abzubilden, wird nachstehend der Energie- und Wasseranfall der neun Friedhofskapellen dargestellt.

Der Wärmeverbrauch der Jahre 2021 und 2022 ist in Abbildung 29 sowohl witterungsbereinigt, als auch unbereinigt für die sieben Friedhofskapellen, die beheizt werden, dargestellt.

Der tatsächliche Wärmeverbrauch beläuft sich auf 75 MWh im Jahr 2022 und entspricht damit nur etwa 1 % von dem, was 2022 in den öffentlichen Gebäuden an Wärme verbraucht wurde. Sowohl witterungsbereinigt als auch absolut ist dabei eine deutliche Verbrauchsreduktion von 2021 auf 2022 zu erkennen.

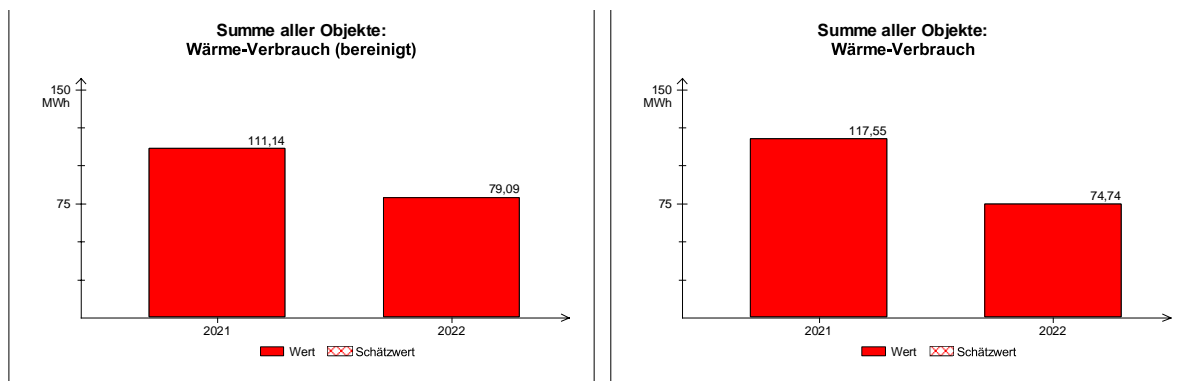


Abbildung 29: witterungsbereinigter (links) und unbereinigter (rechts) Wärmeverbrauch der Friedhofskapellen

Die jährlichen Wärmekosten (brutto) sind in Abbildung 30 dargestellt. Zusätzlich wurden aus den jährlichen Verbräuchen noch die spezifischen Kosten pro kWh ermittelt (vgl. Abbildung 30). Die spezifischen Kosten steigen zwar im betrachteten Zeitraum, aufgrund des gesunkenen Verbrauchs sind im Jahr 2022 mit rund 6.300 € dennoch deutlich geringere Wärmekosten angefallen, als noch 2021.

In Abbildung 30 sind ferner die anfallenden CO₂-Emissionen aus der Wärmebereitstellung der Friedhofskapellen abgebildet, die sich im Jahr 2022 entsprechend des Verbrauchs und der eingesetzten Energieträger auf etwa 15 t CO₂-Äqu belaufen.

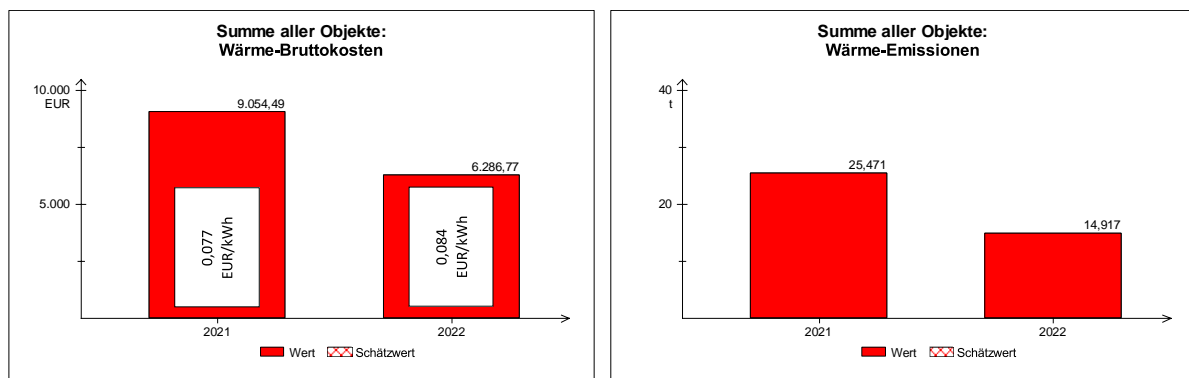


Abbildung 30: Wärme-Bruttokosten (links) und Wärme-Emissionen (rechts) der Friedhofskapellen

Der Stromverbrauch der Friedhofskapellen der Stadt Springe liegt ebenfalls für die Jahre 2021 und 2022 vor (vgl. Abbildung 31). Im Jahr 2022 wurden rund 25 MWh an Strom verbraucht. Die Stromkosten sind ebenfalls der Abbildung 31 zu entnehmen. Bei den spezifischen Kosten pro kWh ist eine leicht steigende Tendenz zu erkennen. Aufgrund dessen belaufen sich die Kosten im Jahr 2022 auf rund 6.800 €.

Auch für die Friedhofskapellen wird Ökostrom bezogen, sodass in diesem Bericht keine Emissionen durch die Wohnhäuser berücksichtigt wurden.

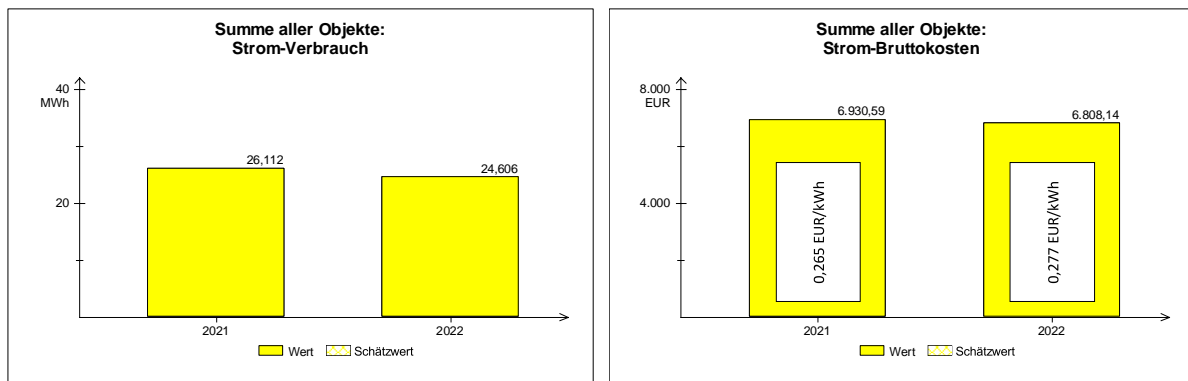


Abbildung 31: Stromverbrauch (links) und Strom-Bruttokosten (rechts) der Friedhofskapellen

Der Wasserverbrauch der Friedhofskapellen ist in Abbildung 32 aufgezeigt. Gegenüber 2021 wurden im Jahr 2022 rund 88 m³ mehr an Wasser verbraucht (+12 %). Entsprechend befinden sich die Wasserverbrauchskosten, aufgrund gesunkener spezifischer Kosten pro m³, mit durchschnittlich 3.230 € auf nahezu gleichem Niveau wie im Vorjahr (vgl. Abbildung 32).

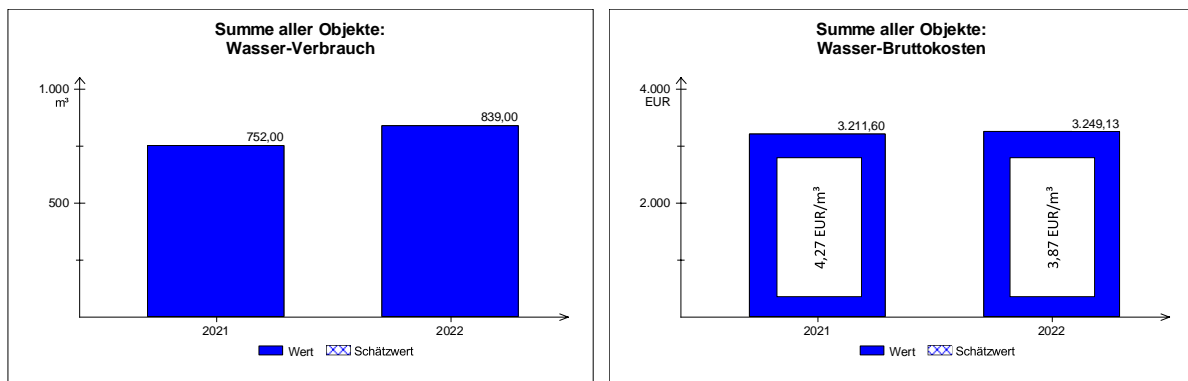


Abbildung 32: Wasserverbrauch (links) und Wasser-Bruttokosten(rechts) der Friedhofskapellen

10 Straßenbeleuchtung

Im Folgenden wird der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung gesondert erfasst, da dieser Bereich innerhalb der öffentlichen Infrastruktur einen großen Kostenanteil ausmacht. Laut Deutscher Energie-Agentur (dena) macht die Straßenbeleuchtung rund 30 bis 50 % des Stromverbrauchs der Kommunen aus. [8] Zudem ist der Bereich der Straßenbeleuchtung geprägt durch einen hohen Wartungs- und Instandhaltungsbedarf, sodass eine gesonderte Betrachtung durchaus sinnvoll ist.

Für die Stadt Springe wurde der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2018 bis 2022 übermittelt und hier dargestellt. Dabei ist der Stromverbrauch von 2018 auf 2019 deutlich gesunken. Während 2018 noch rund 706 MWh an Strom durch die Lichtpunkte in der Stadt verbraucht wurden, beläuft sich der Stromverbrauch im Jahr 2019 auf nur noch rund 302 MWh. Durch die Umrüstung der alten Straßenbeleuchtung durch LED-Technik konnten entsprechend etwa 57 % an Energie eingespart werden. Weiterhin ist bis zum Jahr 2021 ein rückläufiger Trend zu erkennen. Zuletzt (2022) wurden etwa 250 MWh verbraucht, welches fast einem Drittel des Stromverbrauchs durch den gesamten Gebäudebestand der Stadt entspricht.

Grundsätzlich ist es möglich den Energieverbrauch auf verschiedene Parameter zu beziehen, um so einen Vergleichswert abzuleiten. Neben einem Bezug auf die Einwohnerzahl, ist auch der Bezug auf beleuchtete Straßenkilometer üblich. Da letzteres für den vorliegenden Bericht nicht vorlag, beziehen sich diese Werte auf die Einwohnerzahl der Stadt.

Zu diesem Zwecke werden Kennwerte der ages GmbH herangezogen. Die ages GmbH hat im Zuge einer Kennwerteuntersuchung 82 Datensätze zur Straßenbeleuchtung untersucht. Das arithmetische Mittel ergab dabei einen Verbrauchskennwert von 42 kWh/Einwohner bei einer Schwankung von 19 kWh/Einwohner bis 75 kWh/Einwohner. Allgemein war dabei zu beobachten, dass die Kennwerte umso höher sind, desto kleiner die Kommune ist.

Bezogen auf die etwa 29.889 Einwohner in Springe ergibt sich ein Kennwert von 8 kWh pro Einwohner im Jahr 2022 (vgl. Abbildung 33). Dieser liegt deutlich unterhalb des Durchschnitts aus der vorliegenden Studie. Allerdings ist der Energieverbrauchskennwert abhängig von einer Vielzahl von Faktoren (Siedlungsdichte, geforderter Beleuchtungsstand, eingesetzte Lampen und Leuchtmitteln, etc.) sodass eine Bewertung dessen grundsätzlich schwierig ist.

Grundsätzlich gilt, dass neben der Umrüstung der Beleuchtung auf LED-Technik auch die Nachtabsenkung bzw. -abschaltung zur Senkung des Stromverbrauchs empfehlenswert ist, um weitere Einsparpotenziale zu heben.

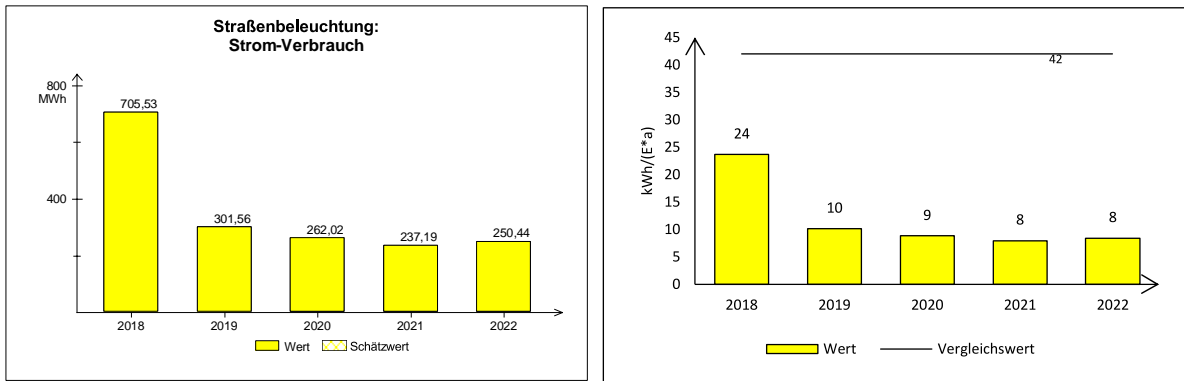


Abbildung 33: Stromverbrauch (links) und Stromverbrauchskennwert der Straßenbeleuchtung kWh/(E*a) im Vergleich zum Vergleichswert nach [9] (rechts)

Die angefallenen Kosten für den Stromverbrauch liegen für die Jahre 2018 bis 2022 vollständig vor und sind in Abbildung 34 dargestellt. Aufgrund der Verbrauchsreduktion von 2018 auf 2019 fallen auch die Kosten mit etwa 63.500 € deutlich geringer aus. Im Jahr 2022 beliefen sich die Kosten auf fast 60.400 € angefallen.

Auch für die Straßenbeleuchtung wird Ökostrom seit dem Jahr 2020 bezogen, sodass keine Emissionen aus der Straßenbeleuchtung für das Jahr 2022 anfallen.

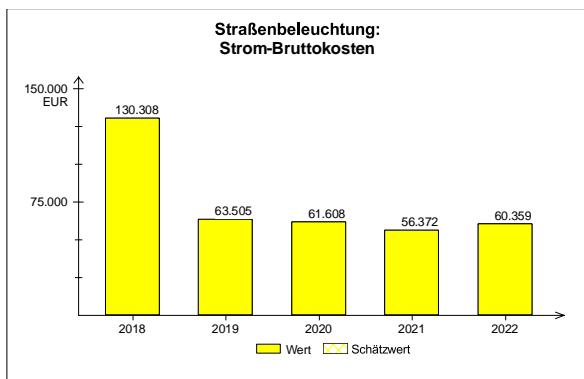


Abbildung 34: Stromkosten der Straßenbeleuchtung

Glossar

Biogas

entsteht, wenn Biomasse unter Ausschluss von Licht und Sauerstoff in einer Biogasanlage abgebaut wird. Als Rohstoffe eignen sich Energiepflanzen (z. B. Mais), Biomüll, Erntereste und Stroh sowie Gülle und Mist. Das Biogas kann in einem Blockheizkraftwerk genutzt, aufbereitet in das Erdgasnetz eingespeist, Erdgas beigemischt oder in Fahrzeugen mit Gasmotor als Kraftstoff genutzt werden.

Biomasse

ist die gesamte von Pflanzen oder Tieren erzeugte organische Substanz in Form von gebundener Sonnenenergie. Biomasse ist ein nachwachsender, erneuerbarer Energieträger, der zur Wärmeengewinnung, zur Treibstoffproduktion oder zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Dazu zählen u. a. Holzpellets und Hackschnitzel.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

ist ein modular aufgebautes Heizkraftwerk mit meist geringer elektrischer und thermischer Leistung, das in Kraft-Wärme-Kopplung Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt. Das bedeutet es ein Energieträger (z. B. Erdgas) eingesetzt wird, um mit einem von einem Gas-Motor angetriebenen Generator Strom zu erzeugen. Dabei entsteht Abwärme, die gleichzeitig zur Beheizung des Gebäudes genutzt werden kann. Vorteile sind der optimierte Brennstoffeinsatz, eine rationellere Nutzung von Energie und reduzierte CO₂-Emissionen.

Energieeffizienz

gibt an, wie hoch der Energieaufwand ist, um einen bestimmten Nutzeffekt zu erzielen. Eine Steigerung der Energieeffizienz liegt vor, wenn bei gleichem Nutzeffekt der Energieaufwand gesenkt werden kann, z. B. durch Wärmedämmung, LED-Beleuchtung oder die Nutzung von Abwärme.

Erneuerbare Energien

sind Energieträger, die nach menschlichen Zeitmaßstäben quasi unerschöpflich zur Verfügung stehen bzw. sich immer wieder erneuern: Wasserkraft, Windenergie, Solarenergie, Biomasse, Geothermie und Gezeitenkraft.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

heißt eigentlich Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien, ist seit April 2000 in Kraft und gibt in Deutschland die Rahmenbedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien vor. Wesentlich ist dabei die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien: Die Energieversorgungsunternehmen sind verpflichtet, regenerativ erzeugten Strom zu garantierten Vergütungen abzunehmen und in das Stromnetz einzuspeisen.

Fossile Energieträger

wie Erdöl, Erdgas, Steinkohle und Braunkohle sind im Laufe von Jahrmillionen aus Pflanzen oder Tieren entstanden. Sie bestehen vor allem aus Kohlenstoff, der bei der Verbrennung in Kohlendioxid (CO₂) umgewandelt wird, das wiederum wesentlich für den Klimawandel verantwortlich ist.

Jahresarbeitszahl (JAZ)

ist das wichtigste Maß für die Effizienz, den Wirkungsgrad und dementsprechend auch die Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit von Wärmepumpen. Die JAZ ist definiert als das Verhältnis von dem jährlich durch die Wärmepumpe erzeugten Wärmeoutput zum dafür nötigen Strominput.

Kilowattstunde (kWh)

ist die gebräuchlichste Maßeinheit der elektrischen Arbeit = Leistung x Zeit (1 kWh = 1 kW x 1h). 1 kWh sind 1.000 Wattstunden (Wh) und 1.000 kWh sind eine Megawattstunde (MWh). Eine Glühlampe mit 40 Watt (0,04 kW) verbraucht in 10 Stunden 0,4 kWh. Ein durchschnittlicher 3-Personen-Haushalt verbraucht ca. 3.500 kWh Strom im Jahr. Mit 1 kWh kann man z. B. einmal mit der Waschmaschine Wäsche waschen, oder für vier Personen Mittagessen kochen.

Kohlenstoffdioxid (CO₂)

ist ein farbloses, geruchsneutrales und unsichtbares Gas aus Sauerstoff und Kohlenstoff. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger, und trägt damit zu einem großen Anteil zur Klimaerwärmung bei.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

bedeutet die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom. Während in herkömmlichen Kraftwerken bei der Stromerzeugung die entstehende Abwärme ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird, wird diese bei der KWK ausgekoppelt und als Nahwärme oder als Fernwärme genutzt – und so eine wesentlich höhere Energieeffizienz erreicht.

Megawatt (MW)

1 Megawatt = 1.000.000 Watt. Allgemein wird die Leistung von Kraftwerken und Turbinen zur Stromerzeugung in Megawatt angegeben.

Nah-/Fernwärme

bezeichnet die Verteilung von Raumwärme und häufig von Warmwasser über ein Netz. Die unterschiedliche Benennung lässt sich auf die räumliche Ausbreitung des Netzes zurückführen. Die Erzeugung der Wärmeenergie erfolgt zentral und wird über das Netz an mehrere Abnehmer verteilt.

Photovoltaik (PV)

oder auch Solarstrom ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie über Solarzellen. Dabei entsteht Gleichstrom, der mit einem Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird und in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

Solarthermie (SOT)

ist die Nutzung der Solarenergie zur Erzeugung von Wärme, z. B. über Sonnenkollektoren. Die Solarthermie wird aber auch bei der solaren Kühlung als Antriebsenergie für Kältemaschinen (z. B. Klimaanlage) genutzt.

Treibhausgase

sind gasförmige Stoffe in der Atmosphäre, die die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in das All verhindern und damit die Atmosphäre erwärmen. Dieser „natürliche“ Treibhauseffekt – insbesondere durch Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) – sorgt einerseits dafür, dass auf der Erde überhaupt Leben möglich ist (da sonst die Durchschnittstemperatur wesentlich tiefer liegen würde). Andererseits steigen die von Menschen verursachten (anthropogenen) Emissionen dieser Treibhausgase aufgrund der Verbrennung fossiler Energieträger und der Aktivitäten in der Landwirtschaft und führen zu einer globalen Erwärmung und zu Klimaveränderungen. Die Emissionen an Treibhausgasen werden in CO₂-Äquivalenten angegeben.

Wärmepumpen

nutzen die Umgebungswärme aus der Umwelt (z.B. Luft, Wasser, Erdreich), um Gebäude zu beheizen. Um die Umweltwärme auf das notwendige Temperaturniveau anzuheben, wird Strom benötigt. Es gibt unterschiedliche Arten von Wärmepumpen in Abhängigkeit der genutzten Wärmequelle. Es wird unterschieden in:

Geothermie (Erdwärme): Das ist die Nutzung der Wärmeenergie, die im Erdinneren entsteht. Diese Wärmeenergie kann aus unterschiedlichen Tiefen entnommen werden: entweder oberflächennah oder bei der Tiefengeothermie über 400 m. Die Energie [10] im flachen Untergrund wird über Wärmepumpen, Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden genutzt.

Aerothermie (Luft): Es wird die Energie aus der Außenluft genutzt. Hierbei ist zwischen der Luft-Luft- und der Luft-Wasser-Wärmepumpe zu unterscheiden. Die Energie aus der Außenluft wird bei den Luft-Wasser-Systemen auf das Heizungswasser übertragen, bei den Luft-Luft-Systemen findet hingegen eine Übertragung auf die Raumluft statt.

Hydrothermie (Grundwasser): Damit ist die Nutzung der Energie aus dem Grundwasser gemeint. Hierbei wird bei ausreichend vorhandenem oberflächennahem Grundwasser die Wärmeenergie mittels mind. zweier Bohrungen für Brunnen zugänglich gemacht. Zur Nutzung der Wärmeenergie aus dem Grundwasser sind zwei Varianten möglich. Entweder wird das Grundwasser direkt zur Wärmepumpe geleitet und genutzt oder das Grundwasser gelangt zunächst zu einem Wärmetauscher, bei dem die Wärmeenergie zunächst auf ein Kältemittel übertragen wird.

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGF	Bruttogrundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FCKW	Fluorkohlenwasserstoffe
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GWh	Gigawattstunde
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
IND	Industrie
KSG	Klimaschutzgesetz
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
MaStR	Marktstammdatenregister
MWh	Megawattstunde
NGF	Nettogrundfläche
NKlimaG	Niedersächsischen Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
SOT	Solarthermie
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
WP	Wärmepumpe

Quellenverzeichnis

- [1] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/ErweiterteOeffentlicheEinheitenuebersicht>. [Zugriff am 16 Oktober 2023].
- [2] „Stadt Springe - LED Straßenbeleuchtung,“ [Online]. Available: <https://www.springe.de/portal/seiten/led-strassenbeleuchtung-900000148-24600.html>.
- [3] Bundesrepublik Deutschland, „Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist,“ Berlin, 2021.
- [4] Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien GmbH (IINAS), „GEMIS Modell und Datenbasis, Version 5.0,“ Darmstadt, 2021.
- [5] T. U. Dresden, „Fernwärmeversorgungssystem Springe - Zertifikat,“ [Online]. Available: https://www.stadtwerke-springe.de/fileadmin/user_upload/Fernwaerme/Zerti_FW309_CO2_Springe_Stadtnetz_2021_Zertifikat.pdf.
- [6] T. U. Dresden, „Bericht Zertifikat Fernwärme Springe,“ [Online]. Available: https://www.stadtwerke-springe.de/fileadmin/user_upload/Vertragsunterlagen/23/Zerti_FW309_GEG_Springe_Bericht.pdf.
- [7] K.-. u. E. N. -. KEAN, „Kommunales Energiemanagement,“ [Online]. Available: <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/zielgruppen/kommunen/kommunales-energiemanagement/index.php#stromwaermediagramm>.
- [8] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „Energieeffiziente Straßenbeleuchtung. Einsparpotenziale identifizieren und erschließen.,“ Berlin, 2016.
- [9] ages GmbH, „Verbrauchskennwerte 2005. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland,“ Münster, 2007.
- [10] Agora Energiewende, „Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2022,“ Berlin, 2022.
- [11] International Panel on Climate Change, „Annex I: Glossary. In: Global Warming of 1.5°C,“ Cambridge, UK and New York, 2018.
- [12] D. Wetterdienst. [Online]. Available: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>.