

Energiebericht 2021

Betrachtungszeitraum

2017 - 2020



Flüchtlingsunterkunft Sandstraße



Hauptfeuerwache



SEKS Neukronenberg



KiTa Heinrich Lübke



GES Käthe Kollwitz Elbestraße



GGs Am Friedenspark Sporthalle



Mädchentreff Kolberger Str. 20



GGs Herderstraße Turnhalle

Stand August 2021

Fachbereich Gebäudewirtschaft



Stadt Leverkusen



https://www.leverkusen.de/vv/forms/14/Energiebericht_Stadt_Leverkusen_2021_.pdf

Impressum

© Copyright 08/2021

Stadt Leverkusen

Alle in dieser Broschüre veröffentlichten Texte, Tabellen und Abbildungen dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers nachgedruckt, vervielfältigt oder in elektronischen Medien publiziert werden. Zuwiderhandlungen werden vom Herausgeber rechtlich verfolgt.

Herausgeber:

Stadt Leverkusen

Fachbereich Gebäudewirtschaft

<http://www.leverkusen.de>

Bildnachweis:

Gisbert Schmitz; Stadt Leverkusen Fachbereich Gebäudewirtschaft

Vorwort:

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit geworden. Seine Auswirkungen sind weltweit spürbar und betreffen Menschen, Natur und Wirtschaft. Zur Eindämmung des Klimawandels müssen wir die globalen Treibhausgasemissionen erheblich senken. Dieser Aufgabe stellt sich die Stadt Leverkusen.



Klimaschutz ist für das Baudezernat nicht erst seit gestern ein zentrales Ziel des Handelns. Doch nun ist es von zentraler Bedeutung für viele Gesellschaftsbereiche geworden. Die Jugend sieht ihre Zukunft in Gefahr und demonstriert dies ausdauernd. Die Parteienlandschaft orientiert sich immer mehr an „grünen“ Themen. Der Staat gestaltet die Rahmenbedingungen und setzt ehrgeizige Ziele auf mehreren Ebenen. Green Technology ist ein wichtiger Wirtschaftszweig geworden.

Damit wir diese übergeordneten Ziele in konkrete Maßnahmen umsetzen können, gilt es viele potentielle Handlungsbereiche zu analysieren und die vorhandenen Ressourcen effizient einzusetzen.

Dabei ist die Erstellung und Herausgabe des Energieberichts, der nun zum sechsten Mal vorliegt, ein wichtiger Baustein. Nur mit genauer Kenntnis der Energieverbräuche können Schwachstellen entdeckt werden und Verbesserungen angegangen werden.

Langfristig stellt es sowohl für die Umwelt als auch finanziell einen großen Unterschied dar, wieviel Energie verbraucht, mit welchem Energieträger geheizt und ob Energie nur bezogen oder vor Ort regenerativ erzeugt wird.

Ich wünsche den engagierten Mitarbeiter*innen des Energiemanagements weiterhin viel Erfolg und sage „Danke“ für die bislang geleisteten Anstrengungen und die gute Zusammenarbeit.

Mit freundlichen Grüßen

Beigeordnete Andrea Deppe
Dezernat V Planen und Bauen



Inhaltsverzeichnis

Einführung	8
1. Kurzfassung, Ausblick, Fazit	9
2. Energiebilanzen 2017 bis 2020	12
2.1 Flächenveränderungen 2017 bis 2020	13
2.2 Wetter-Jahresrückblicke	15
2.3 Energiestatistik 2020	16
2.4 Energiestatistik 2019	17
2.5 Energiestatistik 2018	18
2.6 Energiestatistik 2017	19
2.7 Energieeinsatz der Gebäude nach Verbrauchsarten	20
2.7.1 Gesamtverbräuche	20
2.7.2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2020	21
2.7.3 Entwicklung der Verbräuche zu Flächen	21
2.7.4 Entwicklung der Verbräuche	23
2.7.5 Endenergieverbrauch nach Energieverwendung	24
2.7.6 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2020	26
2.7.7 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2019	27
2.7.8 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2018	28
2.7.9 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2017	29
2.8 Verbrauchskennwerte der Gebäude Strom-Wärme	30
2.9 Emissionen	40
2.10 Kosten	44
3. Beispielhafte Projekte der Jahre 2017 – 2020	47
3.1 Neubauten	47
3.2 Energetische Sanierungen 2017 - 2020	51
3.3 Ausblick beispielhafte energetische Neubauten Folgejahre	54
3.4 Ausblick energetische Sanierungen Folgejahre	55
3.5 Förderprojekte	57
3.5.1 LED-Beleuchtungstechnik	57
3.5.2 Raumluftechnik (RLT-Anlagen)	58
3.6 Einsatz innovativer Technik	60
3.6.1 Geothermie / Wärmepumpentechnik	60
3.6.2 Kraftwärmekopplung	60
3.6.3 Photovoltaik-Anlagen auf städtischen Dächern	62



4. Energiebeschaffung 2020.....	64
4.1 Gasbeschaffung 2020	64
4.2 Strombeschaffung	66
4.3 Öko- bzw. Grünstrom	66
4.4 Fernwärme	67
4.5 Sonstige Energieträger.....	70
5. Gesetzliche Anforderungen	71
5.1 Gebäude-Energie-Gesetz GEG 2020:.....	71
5.1.1 Was fordert das GEG für zukünftige Nichtwohnbauten?	71
5.1.2 Was gilt bei der Sanierung öffentlicher Gebäude?	71
6. Tätigkeitsfelder Energiemanagement	73
6.1 Energiemanagement als Daueraufgabe	74
6.2 Verstärkung des Energiemanagements ist notwendig	74
6.3 Zukünftige Schwerpunkte	75
Glossar	79



Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Flächenverteilung nach Gebäudearten Flächenverteilung nach Gebäudearten.....</i>	<i>13</i>
<i>Abb. 2: Flächenentwicklung 2010 - 2020</i>	<i>14</i>
<i>Abb. 3: mittlere Jahrestemperaturen und Gradtagszahl für Leverkusen</i>	<i>15</i>
<i>Abb. 4: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes Wärme witterungsbereinigt der Liegenschaften 2020 21</i>	<i>21</i>
<i>Abb. 5: Entwicklung der Wärmekennzahlen 2010 – 2020 witterungsbereinigt</i>	<i>22</i>
<i>Abb. 6: Entwicklung der Stromkennzahlen 2010 - 2020.....</i>	<i>22</i>
<i>Abb. 7: Entwicklung der Wasserkennzahlen 2010 - 2020</i>	<i>23</i>
<i>Abb. 8: Entwicklung des Medienverbrauchs städtischer Liegenschaften 2010-2020.....</i>	<i>23</i>
<i>Abb. 9: Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung Wärme witterungsbereinigt der Liegenschaften in 2020</i>	<i>24</i>
<i>Abb. 10: Prozentuale Aufteilung des gesamten Energieeinsatzes der Liegenschaften 2020</i>	<i>25</i>
<i>Abb. 11: Wärmekennzahl Schulen 2020.....</i>	<i>30</i>
<i>Abb. 12: Stromkennzahlen Schulen 2020.....</i>	<i>31</i>
<i>Abb. 13: Wärmekennzahl Kindertagesstätten 2020</i>	<i>32</i>
<i>Abb. 14: Stromkennzahlen Kindertagesstätten 2020.....</i>	<i>33</i>
<i>Abb. 15: Wärmekennzahl Verwaltungen 2020</i>	<i>34</i>
<i>Abb. 16: Wärmekennzahl Verwaltungen 2020</i>	<i>34</i>
<i>Abb. 17: Wärmekennzahl Feuerwehr 2020.....</i>	<i>35</i>
<i>Abb. 18: Stromkennzahl Feuerwehr 2020</i>	<i>35</i>
<i>Abb. 19: Wärmekennzahl Jugendhäuser 2020.....</i>	<i>36</i>
<i>Abb. 20: Stromkennzahl Jugendhäuser 2020</i>	<i>36</i>
<i>Abb. 21: Wärmekennzahl Unterkünfte 2020</i>	<i>37</i>
<i>Abb. 21: Stromkennzahl Unterkünfte 2020.....</i>	<i>37</i>
<i>Abb. 22: Wärmekennzahl Friedhöfe 2020.....</i>	<i>38</i>
<i>Abb. 23: Stromkennzahl Friedhöfe 2020</i>	<i>38</i>
<i>Abb. 24: Wärmekennzahl Sonstige Gebäude 2020.....</i>	<i>39</i>
<i>Abb. 25: Stromkennzahl Sonstige Gebäude 2020</i>	<i>39</i>
<i>Abb. 26: Aufteilung der Emissionen für 2020</i>	<i>40</i>
<i>Abb. 27: Entwicklung der Emissionen von 2008 - 2020.....</i>	<i>42</i>
<i>Abb. 28: Kostenstruktur 2020.....</i>	<i>45</i>
<i>Abb. 29: Gesamtkosten (in 1.000 €) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2010</i>	<i>45</i>
<i>Abb. 30: Prozentuale Gas-Tarif Preisbestandteile Lieferjahr 2020.....</i>	<i>65</i>
<i>Abb. 31: Prozentuale SLP-Tarif-Preisbestandteile Lieferjahr 2020.....</i>	<i>66</i>
<i>Abb. 32 Übersichtsplan Fernwärmenetze Stadtgebiet Leverkusen</i>	<i>67</i>
<i>Abb. 33: Übersicht Fernwärmeabnahmestellen mit Leistungsangaben der GWL in 2020.....</i>	<i>69</i>
<i>Abb. 34: Schnittmengen des KEM mit städtischen Bereiche</i>	<i>73</i>
<i>Abb. 35: Klimaschutzplan Deutschland 2050</i>	<i>75</i>
<i>Abb. 36: steigende Anforderungen an städtische Gebäude.....</i>	<i>76</i>



Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Überblick Medienkosten 2017-2020	9
Tab. 2: Überblick Medienverbrauch 2017-2020.....	10
Tab. 3: Überblick individuelle Verbrauchseinflüsseffekte.....	13
Tab. 4: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2020 im Vergleich zum Vorjahr 2019 u. Basisjahr 2010.....	16
Tab. 5: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2019 im Vergleich zum Vorjahr 2018 u. Basisjahr 2010.....	17
Tab. 6: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2018 im Vergleich zum Vorjahr 2017 u. Basisjahr 2010.....	18
Tab. 7: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2017 im Vergleich zum Vorjahr 2016 u. Basisjahr 2010.....	19
Tab. 8: Energieverbräuche 2017-2020	20
Tab. 9: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2020 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Jahr 2016.....	26
Tab. 10: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2019 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2018	27
Tab. 11: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2018 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2017	28
Tab. 12: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2017 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2016	29
Tab. 13: Emissionen 2020-2017	42
Tab. 14: Emissionen 2020-2017	44
Tab. 15: Gesamtkosten (in 1.000 EUR) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2010	46
Tab. 16: Energetische Sanierungen – 2017 u. 2020 Projektübersicht:	51
Tab. 17: Ausblick Energetisch anspruchsvolle Neubauten 2021 und Folgejahre	55
Tab. 18: Ausblick Energetische Sanierungen 2021 und Folgejahre	56
Tab. 19: Geförderte LED-Beleuchtungsprojekte in Leverkusen seit 2014:.....	57
Tab. 20: Geförderte Kompaktlüftungsanlagen mit WRG in Leverkusen seit 2014:	58
Tab. 21: Objekte mit Wärmepumpentechnik und Geothermienutzung	60
Tab. 22: BHKW-Anlagen in städtischen Gebäuden der Gebäudewirtschaft.....	61
Tab. 23: Übersicht PV-Anlagen städtischer Dächer inklusive Ertragssituation 2017-2020	62
Tab. 24: Übersicht geplante PV-Anlagen städtischer Dächer Nachfolgejahre	63
Tab. 25: Übersicht Fernwärmeabnahme EVL 2017-2020.....	68
Tab. 26: Übersicht Heizölbeschaffung 2017-2020.....	70



Einführung

Der letzte umfassende Energiebericht wurde 2017 erstellt, daher bezieht sich dieser Bericht im Wesentlichen auf die Jahre 2017 bis 2020 und nur auf die von der Gebäudewirtschaft unterhaltenen Gebäude ohne städtische Infrastrukturen, Eigenbetriebe und Beteiligungen.

Nicht alle von der Stadt Leverkusen genutzten Gebäude befinden sich auch im Eigentum der Gebäudewirtschaft. Andere im Eigentum befindliche Gebäude werden ganz oder teilweise durch Dritte bewirtschaftet. Der Energiebericht berücksichtigt die wesentlichen Gebäude, bei denen die Gebäudewirtschaft der Stadt Leverkusen die Kosten zu tragen hat. Alle dargestellten Verbräuche und auch Ausgaben beziehen sich auf die im Anhang aufgeführten Liegenschaften.

Das Jahr 2020 war aufgrund der weiter anhaltenden Corona-Pandemie eine außergewöhnliche Herausforderung für die Gesellschaft mit unerwarteten Einschränkungen. Neben Auswirkungen im sozialen Leben gab es auch Änderungen in der kommunalen Energienutzung.

Einige Großverbraucher wie Schulen und Sporthallen waren zeitweise geschlossen und nicht genutzt. Sowohl in Schulen als auch Kitas fanden aber Notbetreuungen statt. Durch zunehmende Home-Office Nutzungen waren viele Büros in den Verwaltungsgebäuden leer.

Sicher ist deshalb, dass das Jahr 2020 für die Verbrauchsdaten nicht repräsentativ ist. Ein ungewöhnlich niedriger Verbrauch (z.B. beim Strom) darf nicht als Erfolg verbucht werden, sondern ist den äußeren Umständen geschuldet.

Höhere Werte beim Wärmeverbrauch müssen überprüft werden.



1. Kurzfassung, Ausblick, Fazit

- **Ausgaben für Energie und Wasser**

Vergleichswerte	2017	2018	2019	2020
Wärmekosten	3.214.199 €	3.113.992 €	3.239.835 €	3.167.659 €
Stromkosten	1.967.326 €	1.908.526 €	2.014.442 €	2.697.259 €
Wasserkosten	205.278 €	209.578 €	210.822 €	192.406 €
gesamte Medienkosten	5.386.803 €	5.232.096 €	5.465.099 €	6.057.324 €

Tab. 1: Überblick Medienkosten 2017-2020

Deutlich zur erkennen sind die Kostensteigerungen 2020 im Strombereich. Preistreibend sind neben dem Mehrbedarf an Energie für Wärme durch fertiggestellte Neubauten vor allem gestiegene Steuern und Abgabenkosten.

Die günstige Kostenentwicklung im Wärmebereich ist zum einem dem durch die „Corona-Pandemie“ bedingten Preisverfall von Erdgas geschuldet. Zum anderen wurde der Mehrbedarf an Wärme für Neubauten (z.B. Flüchtlingsunterkunft Sandstraße, Hauptfeuerwache Edith-Weyde-Str., Kita Heinrich-Lübke-Str. etc.) durch einen hocheffizienten Technikeinsatz gering gehalten.

Im Vergleich zum Vorjahr verringerten sich 2020 die jährlichen Kosten für Wärme um 2 % und für Strom stiegen die Kosten um 34 %. Insgesamt stiegen die Ausgaben für Energie und Wasser um 11 % auf 6.057.324 Euro.



• Verbräuche von Energie und Wasser

Vergleichswerte	2017	2018	2019	2020
Wärme absolut [MWh/a]	43.283.118	40.735.978	42.774.725	44.537.677
Wärme bereinigt [MWh/a]	41.246.325	41.550.009	41.885.225	48.852.946
Strom [MWh/a]	9.575.878	9.507.310	9.925.711	9.038.968
Energie gesamt absolut [MWh/a]	52.858.996	50.243.288	52.700.436	53.757.539
Wasser [m ³ /a]	110.278	114.295	114.566	103.823

Tab. 2: Überblick Medienverbrauch 2017-2020

Die COVID19-Pandemie hat zu einem deutlich erhöhten Heizwärmebedarf in 2020 geführt, voraussichtlich auch 2021. Ursächlich dafür ist das derzeit ausgeprägte Lüftungsverhalten in allen kommunalen Gebäuden, insbesondere den Schulen.

Längerfristig ist bei Wärme in den letzten Jahren die Verbrauchsentwicklung durch Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerung eher rückläufig (ungeachtet der Flächenzuwächse durch Neubauten), beim Stromverbrauch ist sie tendenziell leicht steigend. Dies lässt sich durch eine vermehrte Technikausstattung in den Gebäuden infolge der Digitalisierung und die Erweiterung von Nutzungszeiten erklären. Im Schulbereich werden die Ganztagsbetreuungen weiter ausgebaut und Mensen eingerichtet, die über Koch- und Kühlfunktionen einen höheren Strombedarf aufweisen.



- **Ausblick**

"Nachhaltiges Bauen" begleitet die Gebäudewirtschaft schon seit einiger Zeit. Klimapolitische Ziele und die Verantwortung als Stadt eine Vorreiterrolle einzunehmen, erfordern ein neues Denken. Ziel ist nicht nur, die gesetzlich vorgeschriebenen Energie- und Klimaschutzziele zu erreichen, sondern zukunftsorientiert auch das Thema Nachhaltigkeit und gesundes Bauen zu integrieren.

Die Schonung von ökologischen Ressourcen, Klimaschutz und Gesundheit sind nur einige Themen, die es zu berücksichtigen gilt, um damit heutige Lebensqualitäten zu verbessern und für die künftige Generation zu erhalten.

Die größte Herausforderung wird sein, unter Einhaltung des festgelegten Projektbudgets, möglichst umfangreiche Nachhaltigkeitsaspekte umzusetzen. Mit den zukünftigen Bauprojekten sollen Erfahrungen gesammelt werden, um für künftige Projekte zu lernen.

Die Sicherung und Fortschreibung energetischer und klimaschonenden Qualitätsstandards im Gebäudebestand wird eine zentrale Aufgabe der Gebäudewirtschaft für die nächsten Jahre sein.

- **Fazit**

Die Aufgabe Klimaneutralität zu schaffen, lässt sich nur bewältigen, wenn das finanzielle Budget für energetische Sanierungen massiv erhöht wird und das Energiemanagement durch Aufstockung der Personalkapazitäten verstärkt wird.



2. Energiebilanzen 2017 bis 2020

Für den Betrieb kommunaler Gebäude und Infrastruktur sind extern bezogene Energieträger erforderlich. Im Wesentlichen sind das elektrische Energie, Erdgas und Fernwärme. Dieser Energiebezug lässt sich grundsätzlich aus drei Perspektiven bewerten:

- Der physikalischen Energiemenge in Megawattstunden (MWh)
- Den Kosten des Energiebezugs in Euro
- Dem verursachten CO₂-Ausstoß in Tonnen

So bildet Erdgas die mit Abstand größte Energiemenge, rangiert bei den Kosten aber nur an zweiter Stelle. Elektrische Energie wird im Vergleich zwar viel weniger bezogen, verursacht aber dennoch die höchsten Kosten. Der Fernwärmebezug beträgt in etwa mehr als die Hälfte des Erdgasbedarfs, die Fernwärmekosten belaufen sich jedoch auf ähnlichem Niveau der Erdgaskosten. Der Grund dafür liegt in den sehr unterschiedlichen Bezugspreisen der Energieträger (siehe Kapitel 4. Energiebeschaffung 2020).

Die beschafften jährlichen Energiemengen für die Versorgung der städtischen Liegenschaften sind Schwankungen unterworfen. Diese Veränderungen summieren sich aus zahlreichen Einzeleffekten unterschiedlich großer Ausprägung. Unabhängig vom Energieträger sind es übergeordnete Faktoren wie:

- Gebäudeanzahl bzw. -fläche
- Gebäudenutzung und -auslastung
- Witterungseinflüsse, besonders in der Heizperiode oder Kühlbedarf im Sommer
- Nutzerverhalten
- Anlagenbetriebsweise

Darüber hinaus sind für die Energieträger Strom und Erdgas noch individuelle Verbrauchseffekte hervorzuheben. Die Entwicklung des städtischen Energiebedarfs hängt somit neben energetischen Einflüssen und Effizienz-Maßnahmen sehr stark von äußeren strukturellen Faktoren ab.



Energieträger	Bezug steigt durch	Bezug sinkt durch
Strom	<ul style="list-style-type: none"> + Nachmittagsunterricht, -betreuung + Essenszubereitung in Mensen + Anlagen zum Brandschutz (Notlicht, Alarmierung) + Digitalisierung in Schulen + Klimaanlage, wärmere Sommer + Wärmepumpen (Geothermie) + E-Mobilität 	<ul style="list-style-type: none"> - LED-Beleuchtung - Sparsamere Informationstechnik (IT) - Stromerzeugung durch BHKW - Eigenstromnutzung durch Photovoltaik
Erdgas	<ul style="list-style-type: none"> + Zubau von BHKW 	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmedämmung von Gebäuden - Umstellung auf andere Energieträger - Modernisierung von Gasheizungen

Tab. 3: Überblick individuelle Verbrauchseinflüsseffekte

2.1 Flächenveränderungen 2017 bis 2020

Die gesamte bebaute Fläche für 155 Objekte lag in 2020 bei 501.427 m². Die gesamten Flächen stiegen in 2020 durch Neubau, Erweiterungsbau und Erwerb um 40.034 m², ca. 7,98 %, gegenüber 2019 an.

In 2019 erfolgte eine Flächenveränderung um ca. 2,1 % gegenüber 2018 mit 9.672 m².

In 2018 erhöhte sich die Fläche gegenüber 2017 um 997 m² mit 0,22%.

In 2017 sank die Fläche gegenüber 2016 um 1.646 m² mit 0,36%.

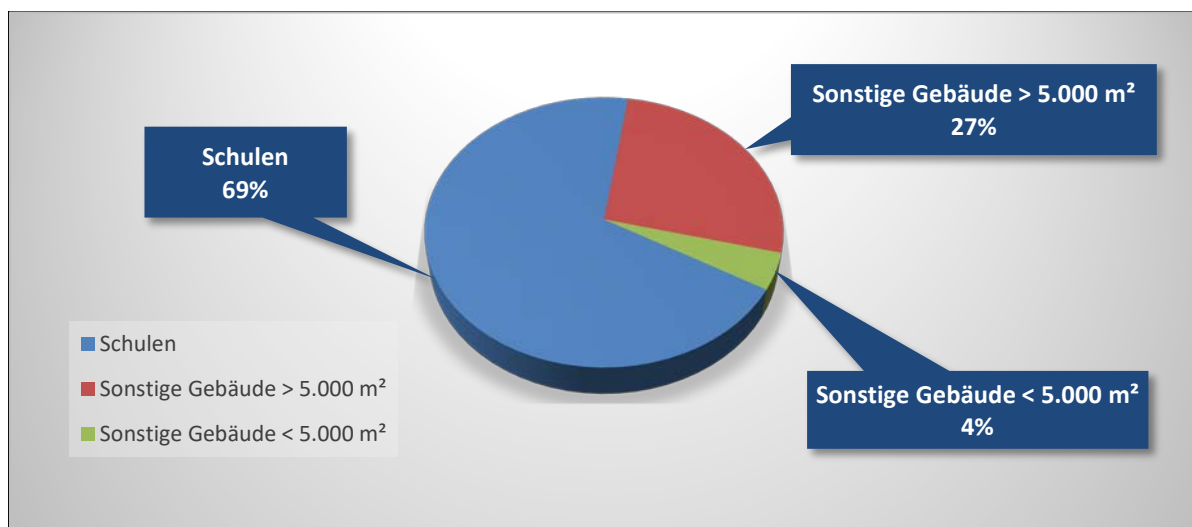


Abb. 1: Flächenverteilung nach Gebäudearten



Das Bevölkerungswachstum lässt in der Regel auch den Bedarf an öffentlichen Einrichtungen, wie Schulen, Kindergärten und Verwaltungsgebäuden steigen. Die Gebäudefläche wuchs von 2010 bis 2020 um 83.417 m² und damit um 19,9 %.

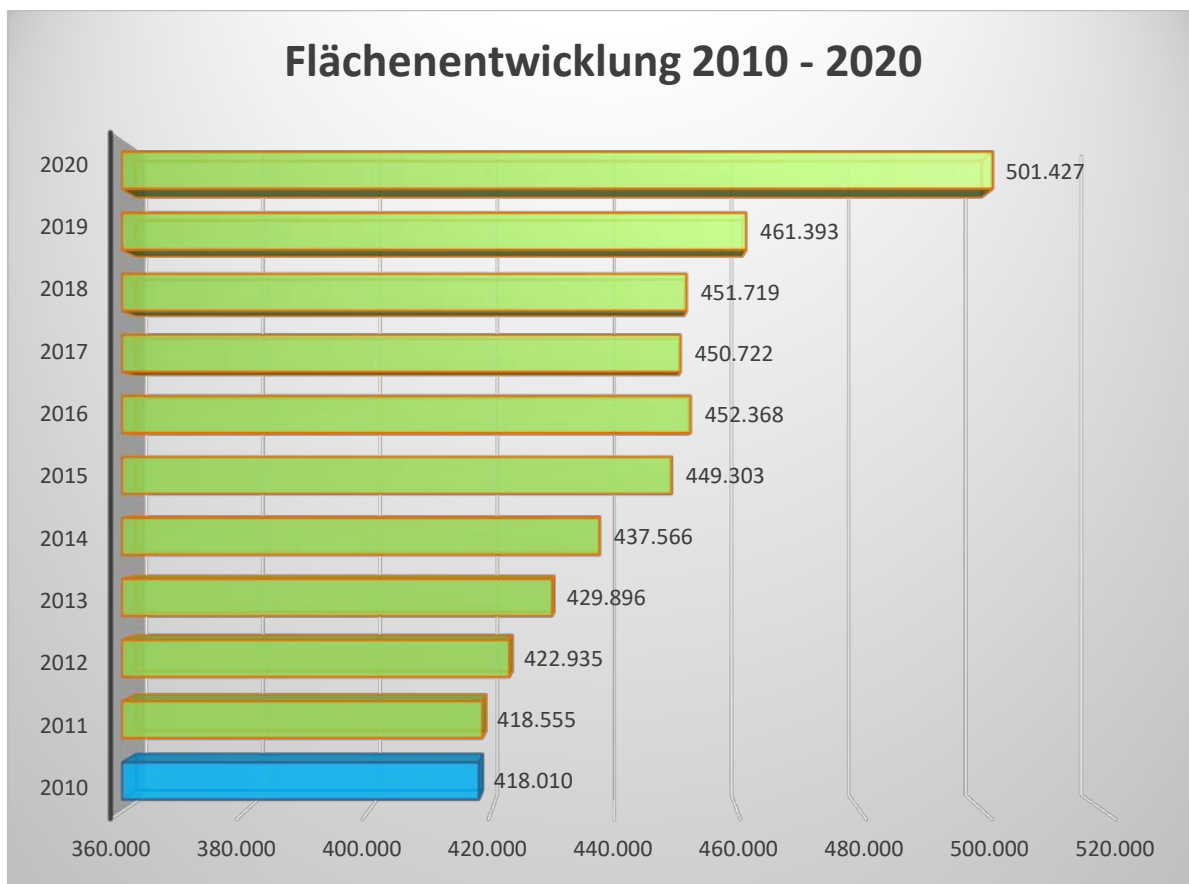


Abb. 2: Flächenentwicklung 2010 - 2020

2.2 Wetter-Jahresrückblicke

Es handelt sich um das zehnte Jahr in Folge, in dem die Durchschnittstemperatur das vieljährige Mittel übertraf.

Vor allem im Frühjahr 2020 blieben Niederschläge aus und sorgten regional für staubtrockene Böden bis in den Sommer hinein. Nur etwa die Hälfte der üblichen Regenmenge fiel nach Angaben des Wetterdienstes zwischen März und Mai.

Der Temperaturdurchschnitt lag im Jahr 2020 um 2,2 Grad über der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990. Gegenüber der Vergleichsperiode 1981 bis 2010 betrug die Abweichung 1,5 Grad. Bis auf den Mai 2020 fielen laut DWD¹ alle Monate zu warm aus.

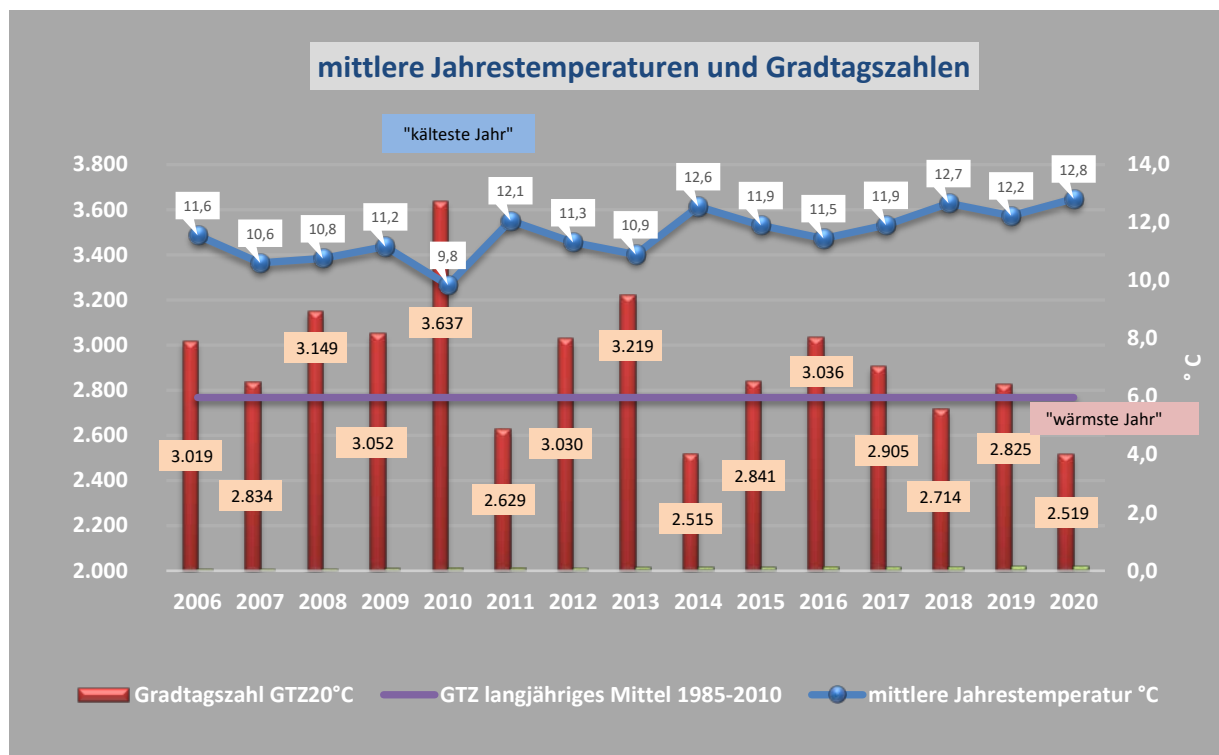


Abb. 3: mittlere Jahrestemperaturen und Gradtagszahl² für Leverkusen

Damit der Heizenergieverbrauch eines Gebäudes über verschiedene Jahre miteinander verglichen werden kann, ist eine Witterungsbereinigung erforderlich. Hierdurch wird der Einfluss der Witterung während der Heizzeit ausgeschlossen.

In den vergangenen Jahren unterschritten die Gradtagszahlen das langjährige Mittel und fielen damit während der Heizperiode wärmer aus.

¹ Deutscher Wetter Dienst (DWD)

² Gradtagszahl ist ein Hilfsmittel zur Witterungsbereinigung der Heizwärmeverbräuche gem. VDI 3807



2.3 Energiestatistik 2020

Der Primärenergieverbrauch (PEV) bezeichnet die Energiemenge aller eingesetzten Primärenergieträger (z.B. Fernwärme, Gas oder Wind) und umfasst neben dem Endenergieverbrauch auch den Eigenverbrauch und die Verluste im Energieumwandlungssektor. Der Endenergieverbrauch (EEV) bezeichnet die Energiemenge, die von den Endverbrauchern nach der Umwandlung der Primärenergieträger in den verschiedenen Energieformen Strom, Wärme, Brennstoffe oder Kraftstoffe genutzt wird.

Energiestatistik	Verbräuche			Kosten			CO ₂	
	Verbrauchsmenge 2020 in kWh	Veränderung zum Vorjahr 2019 in %	Veränderung zum Basisjahr 2010 in %	Kosten 2020 in EURO	Veränderung zum Vorjahr 2019 in %	Veränderung zum Basisjahr 2010 in %	CO ₂ in Tonnen	Anteil an gesamten CO ₂ -Emissionen in %
2020								
Fernwärme / Heizwärme	17.858.862	2	-3	1.051.979	3	16	1.143	5,5
Fernwärme WWB	1.000	-33	-96	60	-44	-95	0	
Fernwärme Leistung (GP)				636.658		2		
Gas	26.503.285	6	-10	1.242.950	1	-28	14.856	71
Gas (Grundpreis)				7.743	-93	-95		
Nahwärme / WLW	1.721	3	neu 2015	213.565	3	neu 2015	1	
Solar	64.088	15						
Öl	52.479	-46	-77	1.965	-70	-86	39	0,3
Heizstrom	56.242	-4	-4	12.7393	-3	13	68	0,3
Strom	9.038.968	-9	-4	2.697.259	34	98	4.857	23,4
Endenergie Strom gesamt	9.038.968	-9	-4	2.697.259	34	98	4.857	23,4/21,8*
Endenergie Wärme gesamt	44.537.677	4	-8	3.167.659	-2	-9	15.907	76,6
Endenergie Wärme gesamt bereinigt	48.852.946	17	33	3.167.659	-2	-9	17.420	78,2
Endenergieeinsatz gesamt	53.576.645	2	-7	5.864.918	12	22	20.764	100
Endenergieeinsatz gesamt bereinigt	57.891.914	12	26	5.864.918	12	22	22.277	100
Primärenergieeinsatz ³ gesamt	40.730.083	4	-11	5.864.918	12	22	20.764	100
Primärenergieeinsatz gesamt bereinigt	43.901.147	14	18	5.864.918	12	22	22.277	100

Tab. 4: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2020 im Vergleich zum Vorjahr 2019 u. Basisjahr 2010

3 Der Primärenergiebedarf kann niedriger als der Endenergiebedarf sein, wenn Energieträger eingesetzt werden, deren Primärenergiefaktor kleiner 1,0 ist. (bspw. erneuerbaren Energien o. Fernwärme).



2.4 Energiestatistik 2019

Energiestatistik	Verbräuche			Kosten			CO ₂	
	Verbrauchs- menge 2019 in kWh	Verände- rung zum Vorjahr 2018 in %	Verän- derung zum Ba- sisjahr 2010 in %	Kosten 2019 in EURO	Verän- derung zum Vorjahr 2018 in %	Verän- derung zum Ba- sisjahr 2010 in %	CO ₂ in Ton- nen	Anteil an gesamten CO ₂ - Emissionen in %
2019								
Fernwärme / Heizwärme	17.507.417	6	-5	1.020.420	8	12	1.120	5,6
Fernwärme WWB	1.500	-73	-93	108	-71	-91	0	
Fernwärme Leistung (GP)				647.858	2	2		
Gas	25.052.761	5	-15	1.228.575	5	-29	13.688	68,2
Gas (Grundpreis)				114.843				
Nahwärme / WLW	1.671	-6		208.194	-2		1	
Solar	55.711	-11						
Öl	97.295	-60	-57	6.655	-65	-54	72	0,4
Heizstrom	58.370	-2	-1	13.182	-4	17	71	0,4
Strom	9.925.711	4	6	2.014.442	6	48	5.107	25,5
Endenergie Strom gesamt	9.925.711	4	6	2.014.442	6	48	5.107	25,5/25,9*
Endenergie Wärme gesamt	42.774.725	5	-11	3.239.835	4	-6	14.952	74,5
Endenergie Wärme gesamt be- reingt	41.885.225	1	14	3.239.835	4	-6	14.636	74,1
Endenergieeinsatz gesamt	52.700.436	5	-8	5.254.277	5	9	20.059	100
Endenergieeinsatz gesamt be- reingt	51.810.936	1	13	5.254.277	5	9	19.743	100
Primärenergieeinsatz ⁴ gesamt	39.186.320	2	-15	5.254.277	5	9	20.059	100
Primärenergieeinsatz gesamt bereingt	38.529.481	-1	4	5.254.277	5	9	19.743	100

Tab. 5: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2019 im Vergleich zum Vorjahr 2018 u. Basisjahr 2010

4 Der Primärenergiebedarf kann niedriger als der Endenergiebedarf sein, wenn Energieträger eingesetzt werden, deren Primärenergiefaktor kleiner 1,0 ist. (bspw. erneuerbaren Energien o. Fernwärme).



2.5 Energiestatistik 2018

Energiestatistik	Verbräuche			Kosten			CO ₂	
	Verbrauchs- menge 2018 in kWh	Verän- derung zum Vorjahr 2017 in %	Verände- rung zum Basisjahr 2010 in %	Kosten 2018 in EUR	Verän- derung zum Vorjahr 2017 in %	Verän- derung zum Basis- jahr 2010 in %	CO ₂ in Tonnen	Anteil an gesamten CO ₂ - Emissionen in %
2018								
Fernwärme / Heizwärme	16.465.907	-10	-11	944.726	-11		1.054	5,3
Fernwärme WWB	5.500	-27	-76	374	-17	-68	0	
Fernwärme Leistung (GP)				634.037	1	0		
Gas	23.898.444	-3	-19	1.174.675	-4	-32	13.190	66,6
Gas (Grundpreis)				114.843	0	-31		
Nahwärme / WLV	1.770		21		212.477		33	
Solarthermie	62.862	154						
Öl	242.070	7	7	19.153	84	33	180	0,9
Heizstrom	59.425	-25	1	13.707	-23	21	72	0,4
Strom	9.507.310	-1	1	1.908.526	-2	40	5.305	26,8
Endenergie Strom gesamt	9.507.310	-1	1	1.908.526	-2	40	5.305	26,8/26,4*
Endenergie Wärme gesamt	40.735.978	-6	-15	3.113.992		-3	14.497	73,2
Endenergie Wärme gesamt be- reingt	41.550.009	1	13	3.113.992		-3	14.788	73,6
Endenergieeinsatz gesamt	50.243.288	-5	-13	5.022.519		-3	19.802	100
Endenergieeinsatz gesamt be- reingt	51.057.319	1	11	5.022.519		-3	20.092	100
Primärenergieeinsatz ⁵ gesamt	38.453.692	-3	-16	5.022.519		-3	19.802	100
Primärenergieeinsatz gesamt bereinigt	39.056.055	2	5	5.022.519		-3	20.092	100

Tab. 6: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2018 im Vergleich zum Vorjahr 2017 u. Basisjahr 2010

⁵ Der Primärenergiebedarf kann niedriger als der Endenergiebedarf sein, wenn Energieträger eingesetzt werden, deren Primärenergiefaktor kleiner 1,0 ist. (bspw. erneuerbaren Energien o. Fernwärme).



2.6 Energiestatistik 2017

Energiestatistik	Verbräuche			Kosten			CO ₂	
	Verbrauchs- menge 2017 in kWh	Verän- derung zum Vorjahr 2016 in %	Verände- rung zum Basisjahr 2010 in %	Kosten 2017 in EUR	Verän- derung zum Vorjahr 2016 in %	Verände- rung zum Basisjahr 2010 in %	CO ₂ in Tonnen	Anteil an ge- samten CO ₂ - Emis- sionen in %
2017								
Fernwärme / Heizwärme	18.217.311	12	-1	1.062.362	6	17	1.166	5,7
Fernwärme WWB	7.500	3	-67	448	0	-62	0	
Fernwärme Leistung (GP)				629.430	-2	-1		
Gas	24.651.693	-7	-16	1.219.001	-13	-29	13.655	66,9
Gas (Grundpreis)				114.533	8	-31		
Nahwärme / WLV	1.465	90		160.280	144		1	
Solar	24.789	912						
Öl	225.624	-13	0	10.405	-9	-28	168	0,8
Heizstrom	79.140	-3	35	17.726	0	57	96	0,5
Strom	9.575.878	-3	2	1.956.735	-1	44	5.317	26,1
Endenergie Strom gesamt	9.575.878	-3	2	1.956.735	-1	44	5.317	26,1/27,0*
Endenergie Wärme gesamt	43.207.522	0	-10	3.214.185	-1	-7	15.086	73,9
Endenergie Wärme gesamt be- reingt	41.174.295	5	12	3.214.185	-1	-7	14.377	73,0
Endenergieeinsatz gesamt	52.783.400	0	-8	5.170.920	-1	7	20.403	100
Endenergieeinsatz gesamt berei- nigt	50.750.173	3	10	5.170.920	-1	7	19.694	100
Primärenergieeinsatz ⁶ gesamt	39.799.356	-5	-13	5.170.920	-1	7	20.403	100
Primärenergieeinsatz gesamt be- reingt	38.323.518	-1	3	5.170.920	-1	7	19.694	100

Tab. 7: Überblick Energieverbrauch u. -kosten aller Liegenschaften 2017 im Vergleich zum Vorjahr 2016 u. Basisjahr 2010

⁶ Der Primärenergiebedarf kann niedriger als der Endenergiebedarf sein, wenn Energieträger eingesetzt werden, deren Primärenergiefaktor kleiner 1,0 ist. (bspw. erneuerbaren Energien o. Fernwärme).



2.7 Energieeinsatz der Gebäude nach Verbrauchsarten

2.7.1 Gesamtverbräuche

Die Energie- und Wasserverbräuche für die 155 untersuchten Objekte schlüsseln sich wie folgt auf:

Strom	Energieverbrauch		Wasserverbrauch
	gemessen	Wärme witterungsbereinigt	Frischwasser
[kWh]	[kWh]		[m³]
2020			
9.038.968	44.537.677	48.852.946	103.823
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2019			
-9%	4%	17%	-9%
2019			
9.925.710	42.778.943	41.889.358	114.566
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2018			
4%	5%	1%	0%
2018			
9.507.310	40.735.978	41.550.009	114.295
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2017			
-1%	-6%	1%	4%
2017			
9.575.878	43.283.118	41.246.325	110.278
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2016			
-3%	0%	5%	-11%

Tab. 8: Energieverbräuche 2017-2020

2.7.2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2020

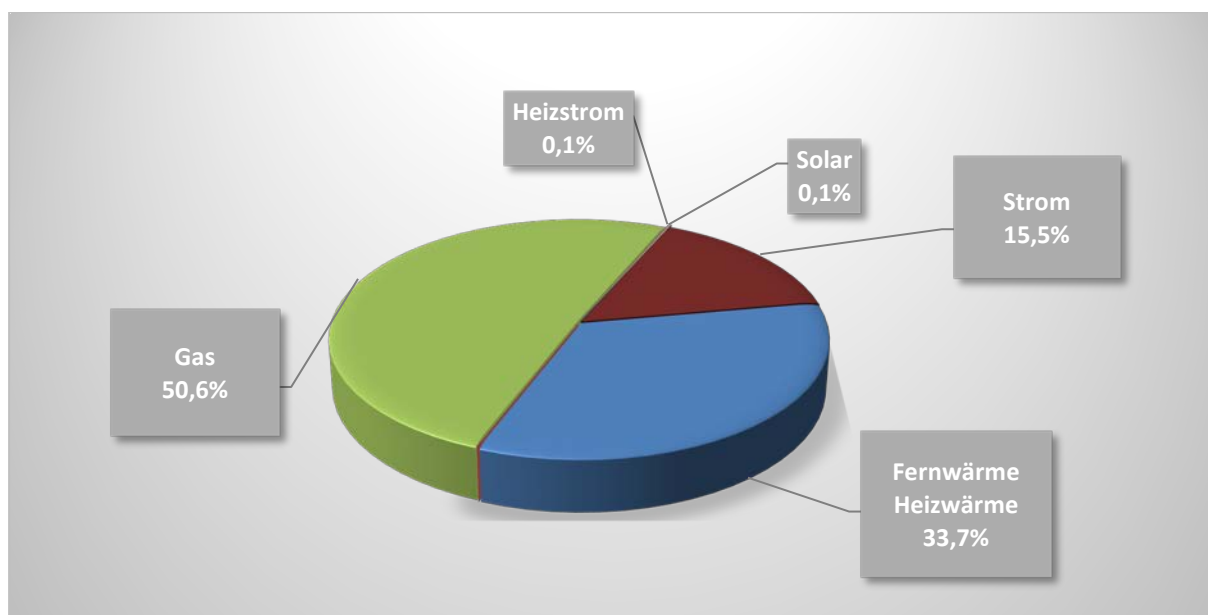


Abb. 4: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes Wärme witterungsbereinigt der Liegenschaften 2020

2.7.3 Entwicklung der Verbräuche zu Flächen⁷

Um die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Gebäude richtig einordnen und abgleichen zu können, ist die Entwicklung der Flächen mit zu betrachten.

Hierzu wird der jeweilige (bei Heizenergie witterungsbereinigte) Jahresverbrauch auf, die diesen Verbrauch erzeugende, jeweilige Gebäudefläche bezogen (sowohl für jede Gebäudeart einzeln als auch für die Jahressumme).

Die Veränderung dieser normierten spezifischen Verbrauchswerte zum Vorjahreswert (Verbrauch in kWh pro Quadratmeter tatsächlicher Fläche) beschreibt die Jahres-Einsparung, berechnet als prozentuale Einsparung. Werte über 100 bedeuten Verbrauchssteigerungen.

Die absolute Jahres-Einsparung in der Verbrauchseinheit erfolgt über Multiplikation mit der Jahres-Gesamtfläche.

⁷ Umstellung der Bezugsfläche BruttoGrundrissfläche (BGF im Energiebericht 2014) auf reale Energiebezugsfläche (EBF entspricht beheizbarer Fläche)

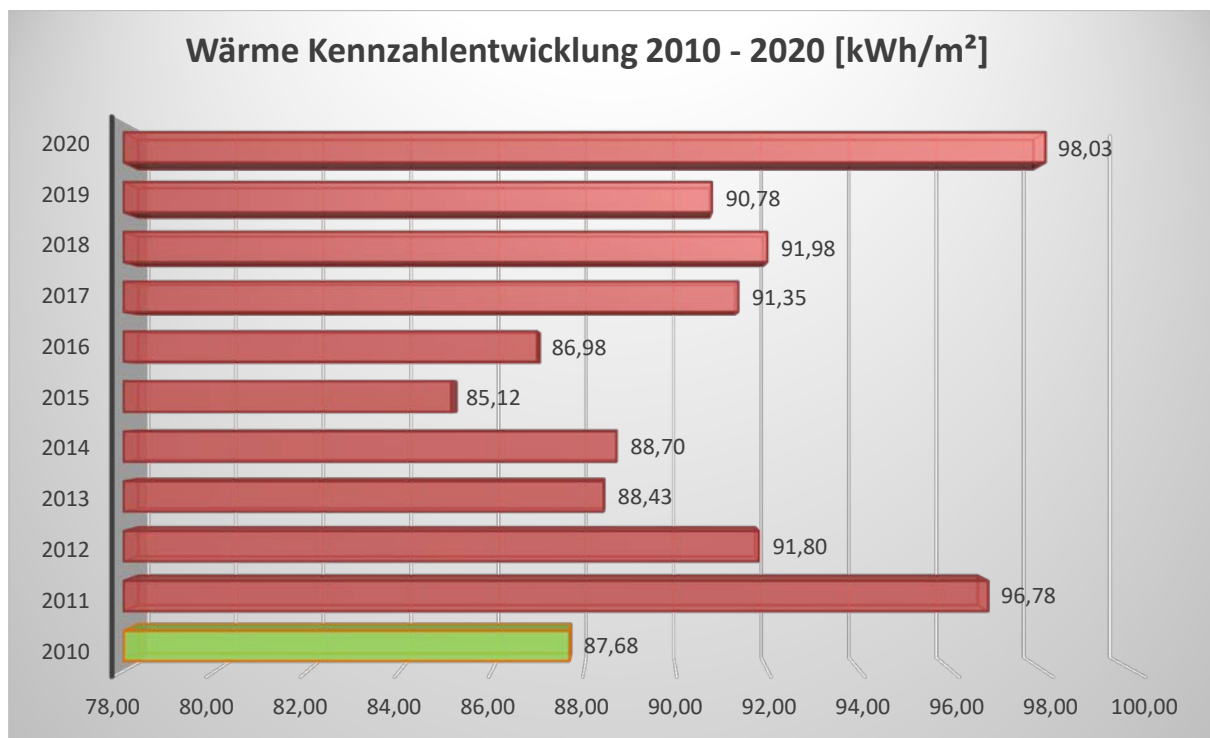


Abb. 5: Entwicklung der Wärme Kennzahlen 2010 – 2020 witterungsbereinigt

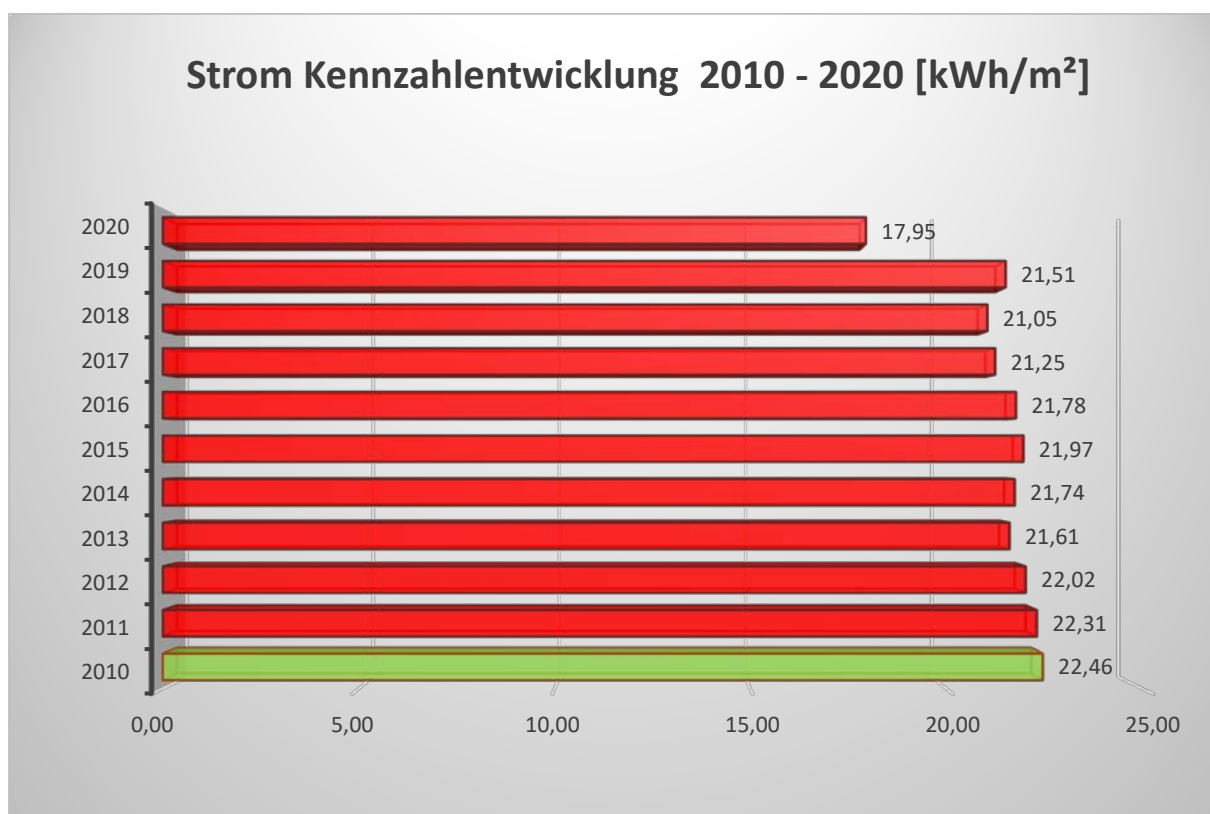


Abb. 6: Entwicklung der Strom Kennzahlen 2010 - 2020

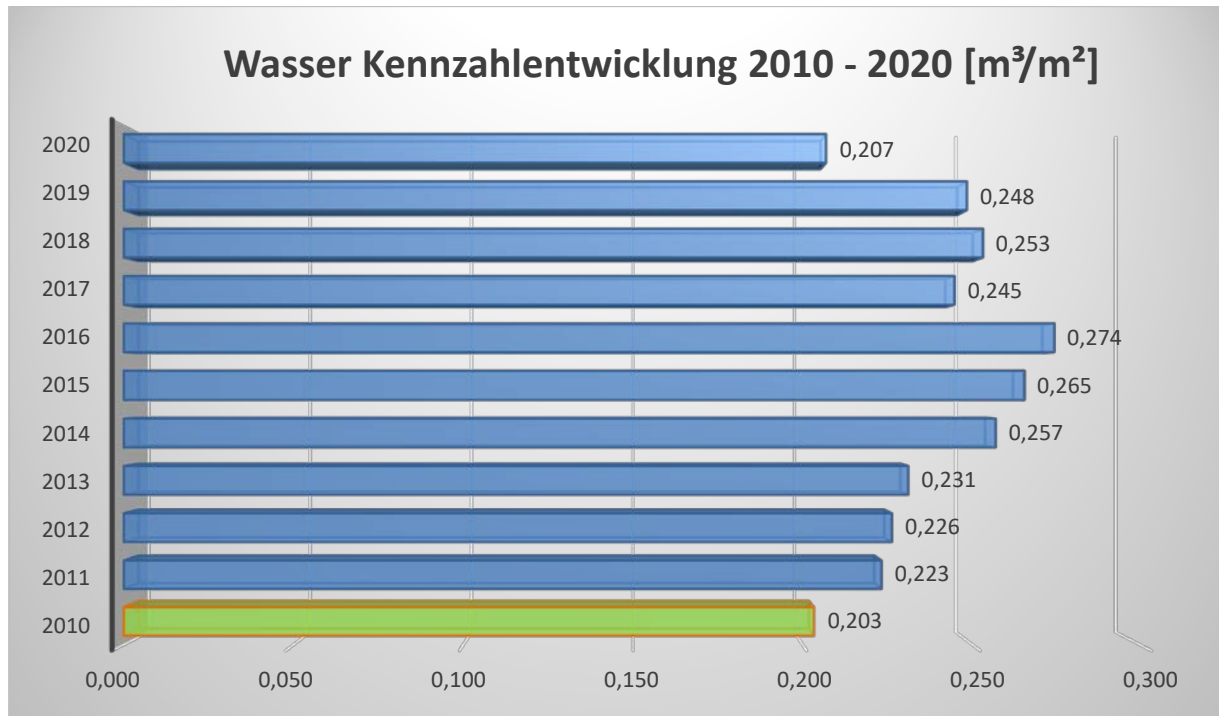


Abb. 7: Entwicklung der Wasserkennzahlen 2010 - 2020

2.7.4 Entwicklung der Verbräuche

Die Entwicklung des Strom- (MWh) und des witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs (MWh), sowie des Wasserverbrauchs (m³) in den vergangenen Jahren stellt sich wie folgt dar:

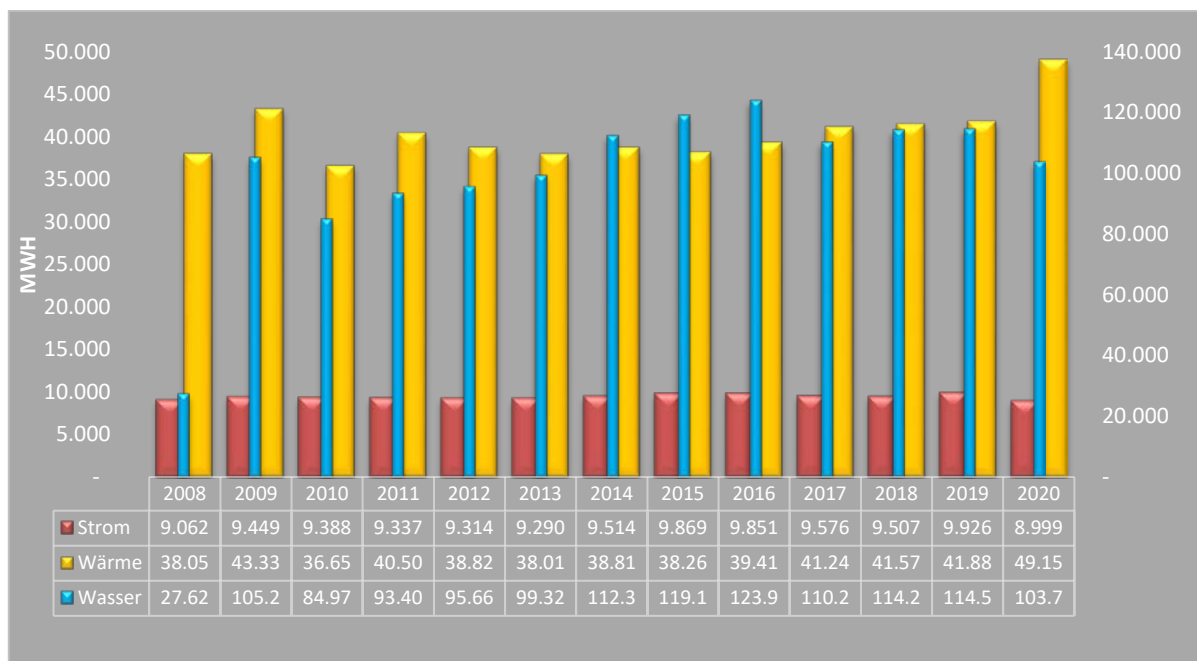


Abb. 8: Entwicklung des Medienverbrauchs städtischer Liegenschaften 2010-2020

2.7.5 Endenergieverbrauch nach Energieverwendung

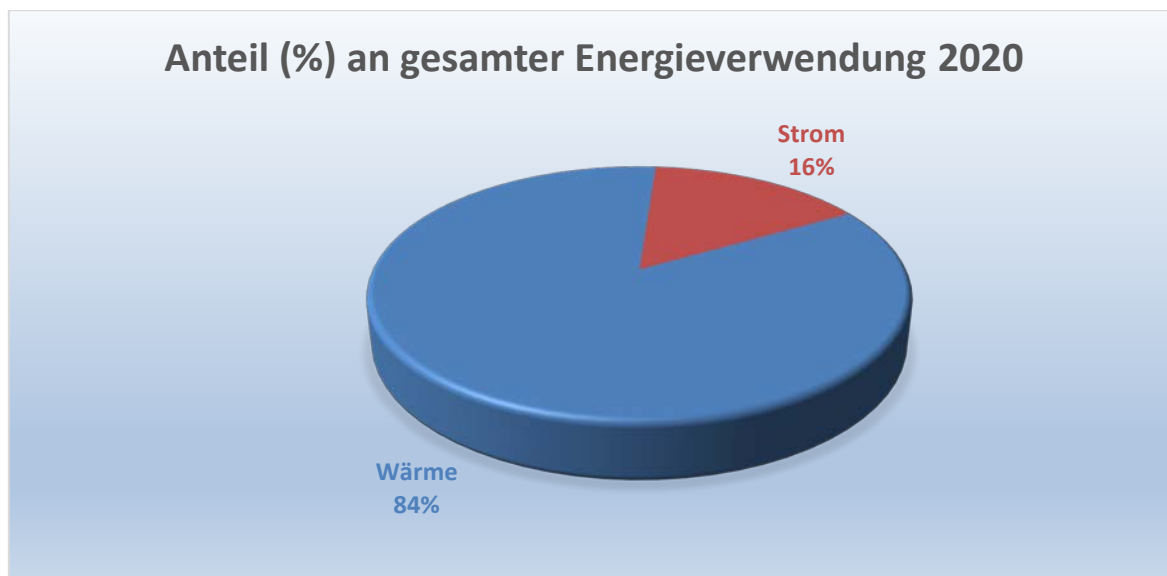


Abb. 9: Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung Wärme witterungsbereinigt der Liegenschaften in 2020

In der nachfolgenden Grafik ist zu erkennen, dass die Gebäudegruppe mit dem größten Anteil am städtischen Energiebedarf Schulen mit insgesamt 62 % sind, gefolgt von Verwaltungsgebäuden mit 11 %, Kindertageseinrichtungen zu 9,7 %, Feuerwehr zu 9,5 % und Gemeinschaftsunterkünften zu 3,6 %.

Die Verteilung von elektrischer und thermischer Energie auf die Gebäudegruppen unterscheidet sich jedoch. So ist der Wärmebedarf in erster Linie von der Gebäudefläche sowie dem energetischen Zustand der Gebäudehülle abhängig; beim Strombedarf hingegen spielen die Nutzung und technische Ausstattung eine wesentliche Rolle.



Energieeinsatz in 2020

57.469.409 MWh

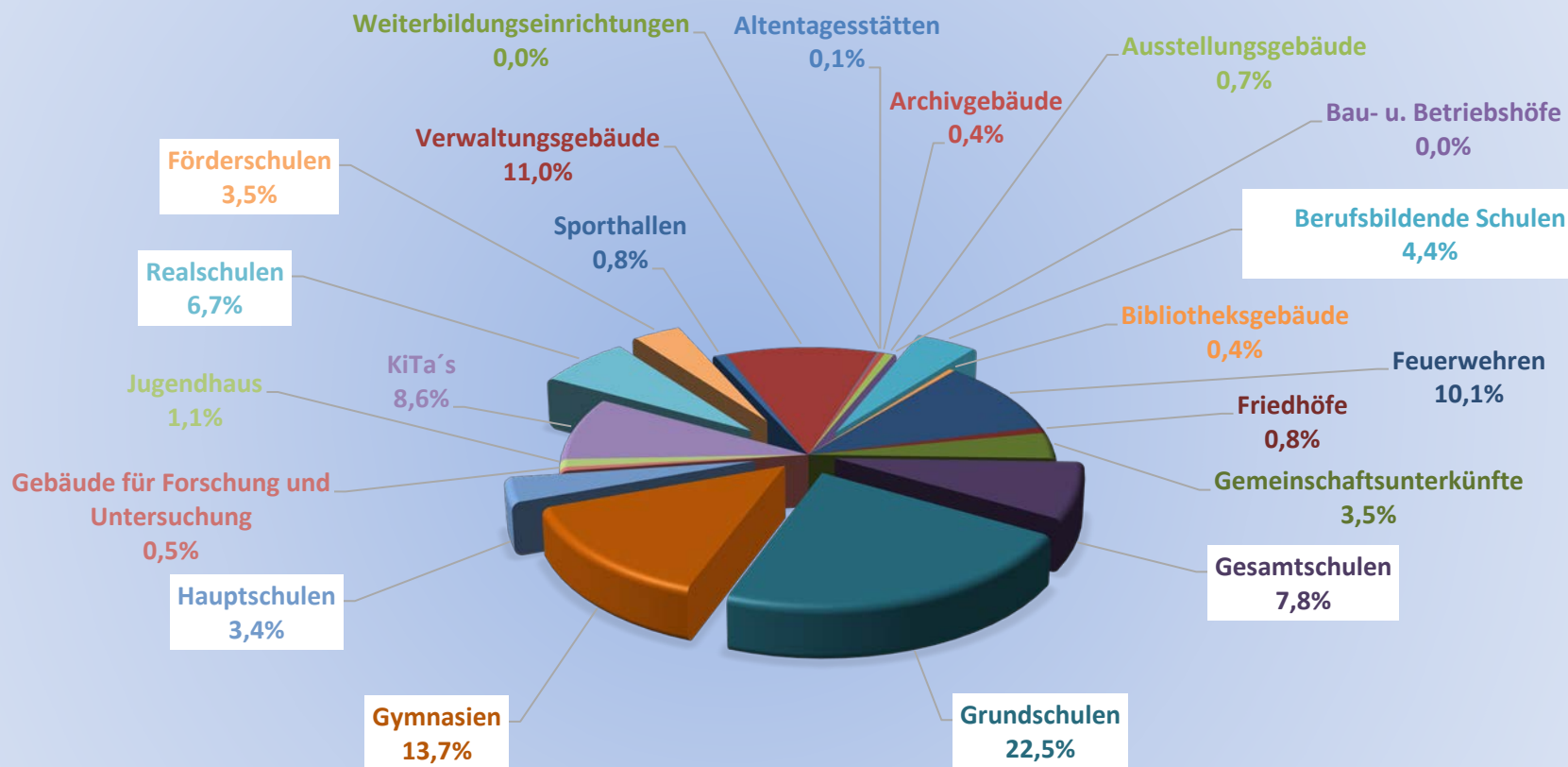


Abb. 10: Prozentuale Aufteilung des gesamten Energieeinsatzes der Liegenschaften 2020



2.7.6 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2020

Gebäude nach Gebäudearten	Fläche ⁸		Endenergieeinsatz						CO ₂ -Emissionen		Wasserverbrauch		
			Brennstoffe/Wärme bereinigt			Strom			Tonnen	Änd. (%) zu 2019	m ³	Änd. (%) zu 2019	EURO
2020	m ²	Änd. (%) zu 2019	MWh	Änd. (%) zu 2019	Kosten in EURO	MWh	Änd. (%) zu 2019	EURO					
Σ Alltagsstätten	536		57.933	21,2%	5.281	4.977	-27,2%	1.181	6,5	-12,4%	104	-35,4%	186
Σ Archivgebäude	3.319		226.091	17,6%	14.447	12.996	19,3%	3.304	122,2	5,7%	83	-20,3%	214
Σ Ausstellungsgebäude	4.014		267.412	-2,5%	16.379	113.904	-16,3%	25.468	192,0	-20,4%	0	-100,0%	0
Σ Bau- u. Betriebshöfe	80		22.949	13,6%	1.349	0	-100,0%	171	11,6	1,3%	1	0,0%	71
Σ Berufsbildende Schulen	26.641		2.213.060	10,7%	215.009	331.003	-13,1%	72.783	394,8	-7,6%	1.985	-6,6%	4.110
Σ Bibliotheksgebäude	4.562		128.571	15,1%	11.029	100.756	-9,3%	18.862	71,3	-8,2%	176	-38,9%	466
Σ Feuerwehren	26.377	-2,2	4.524.031	89,0%	194.589	940.586	-25,2%	152.749	2.699,8	58,6%	4.806	2,1%	8.958
Σ Friedhöfe	2.636		342.616	2,7%	27.0780	112.218	-12,6%	28.359	280,5	-9,8%	9.843	15,9%	17.249
Σ Gemeinschaftsunterkünfte	28.039	31,7	1.467.819	52,7%	259.311	559.554	-2,5%	930.011	902,6	2,6%	24.636	-14,9%	44.267
Σ Gesamtschulen	49.530	0,9	3.353.846	11,8%	305.037	1.105.855	-1,0%	241.364	895,3	-0,9%	10.270	2,1%	17.827
Σ Grundschulen	109.379		11.296.373	10,1%	558.869	1.635.574	-10,7%	353.850	5.070,4	-3,8%	18.032	-17,3%	33.912
Σ Gymnasien	71.963		6.652.790	6,8%	420.598	1.232.685	-18,3%	265.262	2.740,7	-9,7%	6.924	-15,5%	13.208
Σ Hauptschulen	8.451		1.719.989	27,6%	73.624	208.858	-9,4%	46.263	690,5	32,9%	1.171	-15,5%	2.148
Σ Leerstand Institut Forschung	1.601		290.120	19,9%	17.327	3.337	15,5%	1.806	148,4	7,0%	3	-25,0%	94
Σ Jugendhaus	5.772		448.038	2,2%	22.593	113.726	41,3%	19.033	251,6	-7,7%	574	-20,6%	1.255
Σ Kindertagesstätten	39.262		4.387.201	16,4%	301.179	604.158	-10,6%	143.551	1.576,0	-6,6%	13.531	-2,2%	25.157
Σ Realschulen	38.521		3.417.823	15,8%	252.512	442.518	-9,2%	94.139	990,9	10,1%	4.359	25,6%	8.157
Σ Förderschulen	14.118		1.825.969	-0,5%	68.445	172.998	-15,0%	36.662	1.030,1	-11,7%	1.678	-36,1	3.211
Σ Sporthallen	2.546		398.833	15,3%	17.148	72.625	-20,9%	14.131	251,3	-3,1%	619	6,9%	1.236
Σ Verwaltungsgebäude	60.647		5.134.628	12,5%	309.710	1.168.847	17,7%	223.994	2.314,6	14,8%	5.083	-6,7%	10.018
Σ Weiterbildungseinrichtungen	181		12.113	-23,5%	992	884	-27,8%	363	6,7	-31,5%	4	-63,6%	89
Gesamtsumme:	498.175	1,3%	48.188.207	15,1	3.092.506	8.938.059	-9,1%	2.673.307	20.647,6	3,5%	103.638	-9,0%	191.834

Tab. 9: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2020 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Jahr 2016

⁸ Umstellung der Bezugsfläche Bruttogrundrissfläche (BGR im Energiebericht 2014 als Bezugsgröße) auf reale Energiebezugsfläche (entspricht beheizbarer Fläche)



2.7.7 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2019

Gebäude nach Gebäudearten	Fläche ⁹		Endenergieeinsatz						CO ₂ -Emissionen		Wasserverbrauch		
	m ²	Änd. (%) zu 2018	Brennstoffe/Wärme bereinigt			Strom			Tonnen	Änd. (%) zu 2018	m ³	Änd. (%) zu 2018	EUR
2019			MWh	Änd. (%) zu 2018	Kosten in EURO	MWh	Änd. (%) zu 2018	EUR					
Σ Altentagesstätten	536		47.808	-18,0%	4.883	6.836	4,4%	1.617	7,4	-4,6%	161	83,0%	292
Σ Archivgebäude	3.319		192.257	-10,9%	10.965	10.892	-1,1%	2.955	115,6	-6,9%	104	21,6%	257
Σ Ausstellungsgebäude	4.014		274.342	21,8%	15.985	136.021	0,8%	29.827	241,2	16,1%	1.096	192,3%	1.900
Σ Bau- u. Betriebshöfe	80		20.195	-26,3%	1.132	1	-99,6%	187	11,4	-24,1%	1	-83,3%	77
Σ Berufsbildende Schulen	26.641		1.999.014	-5,3%	211.066	380.830	-0,4%	72.144	427,1	0,9%	2.124	-9,6%	4.372
Σ Bibliotheksgebäude	4.562		111.699	-0,4%	10.679	111.135	4,6%	20.679	77,6	4,5%	288	-2,4%	607
Σ Feuerwehren	26.982	129,3	2.393.636	8,6%	112.705	1.256.755	129,5%	236.848	1.701,9	8,9%	4.705	-1,4%	8.542
Σ Friedhöfe	2.636		333.503	-6,2%	29.283	128.325	-18,8%	32.319	311,1	-1,0%	8.494	-12,2%	15.001
Σ Gemeinschaftsunterkünfte	21.286		961.543	-47,8%	256.134	573.779	-0,8%	129.233	879,7	-38,2%	28.959	-6,8%	51.232
Σ Gesamtschulen	49.530	-0,9	2.999.216	4,7%	301.066	1.117.089	6,2%	221.542	903,0	1,2%	9.823	17,0%	17.640
Σ Grundschulen	109.379	0,6	10.258.033	3,4%	635.818	1.832.168	2,8%	393.190	5.273,0	8,3%	21.807	3,1%	40.699
Σ Gymnasien	71.963		6.231.183	-1,8%	500.556	1.509.011	1,2%	293.082	3.033,9	1,6%	8.192	10,4%	15.517
Σ Hauptschulen	8.451	8,6	1.347.659	64,7%	70.029	230.632	-0,7%	44.201	519,5	10,5%	1.386	49,0%	2.510
Σ Leerstand Institut Forschung	1.601		241.987	24,5%	13.810	2.890	-14,7%	1.566	138,7	29,1%	4	-42,9%	81
Σ Jugendhaus	5.122	-3,9	438.395	-15,3%	27.019	80.485	3,2%	14.797	272,5	-12,6%	723	-24,4%	1.541
Σ Kindertagesstätten	39.262	5,7	3.769.712	11,2%	271.273	676.016	5,0%	158.246	1.688,0	15,3%	13.838	3,8%	25.699
Σ Realschulen	38.521		2.950.395	-1,8%	251.168	487.139	-18,8%	92.529	900,3	0,0%	3.470	7,6%	6.650
Σ Förderschulen	14.118		1.835.811	14,3%	94.139	203.573	1,3%	39.677	1.166,9	16,7%	2.626	30,1%	4.953
Σ Sporthallen	2.546		346.049	0,2%	19.111	91.769	9,1%	17.467	259,2	5,3%	579	-25,4%	1.182
Σ Verwaltungsgebäude	60.647	64,5	4.564.987	-4,1%	321.490	992.969	-23,1%	188.647	2.016,6	-10,2%	5.447	-3,7%	10.345
Σ Weiterbildungseinrichtungen	181		15.843	-31,5%	1.225	1.225	-8,0%	474	9,7	-27,4%	11	-38,9%	108
Gesamtsumme:	491.584	9,3	41.333.268	1,0%	3.159.533	9.829.540	5,0%	1.991.226	19.954,4	1,5%	113.838	1,1%	209.205

Tab. 10: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2019 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2018

⁹ Umstellung der Bezugsfläche Bruttogrundrissfläche (BGR im Energiebericht 2014 als Bezugsgröße) auf reale Energiebezugsfläche (entspricht beheizbarer Fläche)



2.7.8 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2018

Gebäude nach Gebäudearten	Fläche ¹⁰		Endenergieeinsatz						CO ₂ -Emissionen		Wasserverbrauch		
			Brennstoffe/Wärme (Witt. bereinigt.)			Strom			Tonnen	Änd. (%) zu 2017	m ³	Änd. (%) zu 2017	EUR
	2018	m ²	Änd. (%) zu 2017	MWh	Änd. (%) zu 2017	Kosten in EURO	MWh	Änd. (%) zu 2017					
Σ Altentagesstätten	536		58.310	71,7%	5.302	6.550	11,6%	1.550	7,8	30,2%	88	-29,6%	159
Σ Archivgebäude	3.319		215.721	20,0%	11.571	11.015	-2,3%	2.785	124,2	11,2%	85	-38,6%	225
Σ Ausstellungsgebäude	4.014		225.271	-11,8%	12.588	134.877	-6,4%	29.837	207,7	-13,3%	375	-38,5%	660
Σ Bau- u. Betriebshöfe	80		27.403	26,0%	1.466	247	0,0%	229	15,0	19,0%	6	0%	47
Σ Berufsbildende Schulen	26.641		2.111.424	2,4%	207.743	382.177	-1,9%	72.389	423,3	-4,2%	2.350	-21,6%	4.827
Σ Bibliotheksgebäude	4.562		112.188	16,6%	10.207	106.282	-3,4%	19.829	74,3	-2,3%	295	10,1%	671
Σ Feuerwehren	11.765		2.203.550	2,6%	114.924	547.520	6,8%	111.221	1.562,2	-2,0%	4.773	6,1%	8.675
Σ Friedhöfe	2.636		355.422	9,6%	30.213	123.717	-2,6%	31.193	314,3	-1,1%	9.676	45,6%	16.992
Σ Gemeinschaftsunterkünfte	21.286		1.841.485	62,6%	299.289	706.440	8,4%	157.475	1.423,3	37,5%	31.083	28,6%	54.411
Σ Gesamtschulen	49.530	-0,1	2.863.845	-23,1%	279.757	1.126.178	-9,2%	223.548	892,6	-13,8%	8.396	-18,8%	15.230
Σ Grundschulen	108.745		9.923.317	3,4%	593.841	1.724.770	-2,5%	371.335	4.870,9	-4,9%	21.150	-3,6%	39.425
Σ Gymnasien	71.963		6.343.037	6,1%	486.121	1.467.890	-1,2%	284.803	2.985,5	-1,8%	7.423	-23,7%	14.171
Σ Hauptschulen	7.781		818.315	-9,5%	49.588	227.926	13,7%	43.874	470,1	-19,1%	930	-9,2%	1.793
Σ Leerstand Institut Forschung	1.601		194.327	28,2%	10.550	2.911	-52,2%	1.731	107,4	16,8%	7	250,0%	94
Σ Jugendhaus	6.009	22,7	517.540	10,5%	29.988	94.348	39,7%	15.624	311,7	8,6%	956	86,7%	1.860
Σ Kindertagesstätten	37.150		3.390.728	-13,0%	235.863	654.743	-5,4%	153.231	1.464,3	-13,4%	13.334	-2,5%	24.780
Σ Realschulen	38.521		3.004.648	5,6%	242.099	464.008	-2,4%	96.073	899,9	-4,7%	3.225	-0,3%	6.184
Σ Förderschulen	14.118		1.606.795	-0,3%	80.058	201.046	-5,2%	39.281	1.000,1	-6,6%	2.018	4,6%	3.907
Σ Sporthallen	2.546		345.508	3,3%	18.316	84.105	-5,9%	16.024	246,0	-4,1%	776	-4,8%	1.603
Σ Verwaltungsgebäude	36.872		4.759.413	-10,2%	314.453	1.290.706	-3,6%	201.530	2.246,0	-5,7%	5.658	-19,7%	10.677
Σ Weiterbildungseinrichtungen	181		23.118	0,7%	1.413	1.331	-23,5%	499	13,4	-7,3%	18	-82,2%	120
Gesamtsumme:	449.856	0,2	40.941.364	-0,4%	3.035.352	9.358.787	-1,8%	1.874.060	19.659,9	-3,4%	112.621	2,5%	206.513

Tab. 11: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2018 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2017

¹⁰ Umstellung der Bezugsfläche Bruttogrundrissfläche (BGR im Energiebericht 2014 als Bezugsgröße) auf reale Energiebezugsfläche (entspricht beheizbarer Fläche)



2.7.9 Energieeinsatz der Gebäude nach Gebäudearten 2017

Gebäude nach Gebäudearten	Fläche ¹¹		Endenergieeinsatz						CO ₂ -Emissionen		Wasserverbrauch		
			Brennstoffe/Wärme (Witt. bereinigt).			Strom			Tonnen	Änd. (%) zu 2016	m ³	Änd. (%) zu 2016	EUR
	m ²	Änd. (%) zu 2016	MWh	Änd. (%) zu 2016	Kosten in EURO	MWh	Änd. (%) zu 2016	EUR					
2017													
Σ Allentagesstätten	536		33.962	-48,2%	4.126	5.868	-2,1%	1.390	6,0	-28,6%	125	10,6%	222
Σ Archivgebäude	3.319		179.759	-0,5%	10.437	11.271	-16,4%	3.035	111,7	-5,6%	139	-42,8%	318
Σ Ausstellungsgebäude	4.014		255.310	9,6%	15.185	144.095	6,1%	31.645	239,7	5,3%	610	-13,6%	1.064
Σ Bau- u. Betriebshöfe	80		21.746	-14,1%	1.246	247	212,7%	187	12,6	-18,1%	0	-100,0%	69
Σ Berufsbildende Schulen	26.641		2.062.164	1,2%	214.152	389.568	0,1%	73.803	441,8	0,2%	2.998	1,0%	5.942
Σ Bibliotheksgebäude	4.562		96.236	-41,8%	9.764	109.994	-22,4%	20.479	76,1	-22,2%	268	-12,7%	640
Σ Feuerwehren	11.765		2.146.701	-0,2%	115.205	512.619	-2,8%	104.120	1.594,8	7,5%	4.499	3,1%	8.201
Σ Friedhöfe	2.636		324.296	-1,8%	30.041	127.035	10,5%	32.017	317,6	1,5%	6.645	10,6%	11.943
Σ Gemeinschaftsunterkünfte	21.286	47,0	1.132.591	2,0%	220.000	651.977	-31,9%	148.877	1.035,0	-39,6%	24.162	5,2%	42.888
Σ Gesamtschulen	49.530	-7,2	3.723.678	16,8%	345.320	1.239.913	1,8%	264.572	1.035,0	0,2%	10.336	-27,5%	18.753
Σ Grundschulen	108.859		9.598.435	-6,1%	611.717	1.768.210	-1,5%	382.702	5.121,1	-7,2%	21.935	-9,8%	40.943
Σ Gymnasien	71.963	1,0	5.978.885	4,6%	489.920	1.486.269	-9,3%	303.060	3.039,7	-4,3%	9.733	-6,7%	18.181
Σ Hauptschulen	7.781	-36,1	904.329	6,7%	50.176	200.435	-17,3%	37.280	581,1	-1,4%	1.025	4,5%	2.045
Σ Leerstand Institut Forschung	1.601		151.583	5,1%	8.953	6.090	-89,0%	2.288	92,0	-30,9%	2	10,2%	93
Σ Jugendhaus	4.898	-12,3	468.373	-41,8%	28.784	67.520	-3,6%	15.024	286,9	0,7%	512	-99,6%	1.082
Σ Kindertagesstätten	37.150	5,3	3.896.373	-0,2%	285.163	691.874	5,1%	162.307	1.690,8	-4,6%	13.671	9,2%	25.981
Σ Realschulen	38.521		2.845.817	-1,8%	245.056	475.509	-3,1%	98.361	944,7	-1,6%	3.233	2,1%	6.340
Σ Förderschulen	14.118		1.611.430	-1,0%	85.457	212.027	2,5%	41.158	1.071,1	-4,3%	1.930	5,2%	3.763
Σ Sporthallen	2.546		334.541	-8,0%	18.626	89.409	1,9%	17.074	256,4	-9,0%	815	-6,8%	1.670
Σ Verwaltungsgebäude	36.872	2,6	5.299.757	56,3%	367.861	1.338.792	26,3%	205.926	2.380,7	9,9%	7.043	18,3%	13.095
Σ Weiterbildungseinrichtungen	181		22.958	-12,8%	1.491	1.741	-0,5%	595	14,5	-15,5%	101	741,7%	263
Gesamtsumme:	448.859	0,3	41.088.923	4,6%	3.158.680	9.530.463	-2,9%	1.945.899	20.349,3	-5,2%	109.862	-11,0%	203.494

Tab. 12: Fläche, Energieeinsatz, Energiekosten u. Wasserverbrauch der Gebäude 2017 nach Gebäudearten mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2016

¹¹ Umstellung der Bezugsfläche Bruttogrundrissfläche (BGR im Energiebericht 2014 als Bezugsgröße) auf reale Energiebezugsfläche (entspricht beheizbarer Fläche)



2.8 Verbrauchskennwerte der Gebäude Strom-Wärme

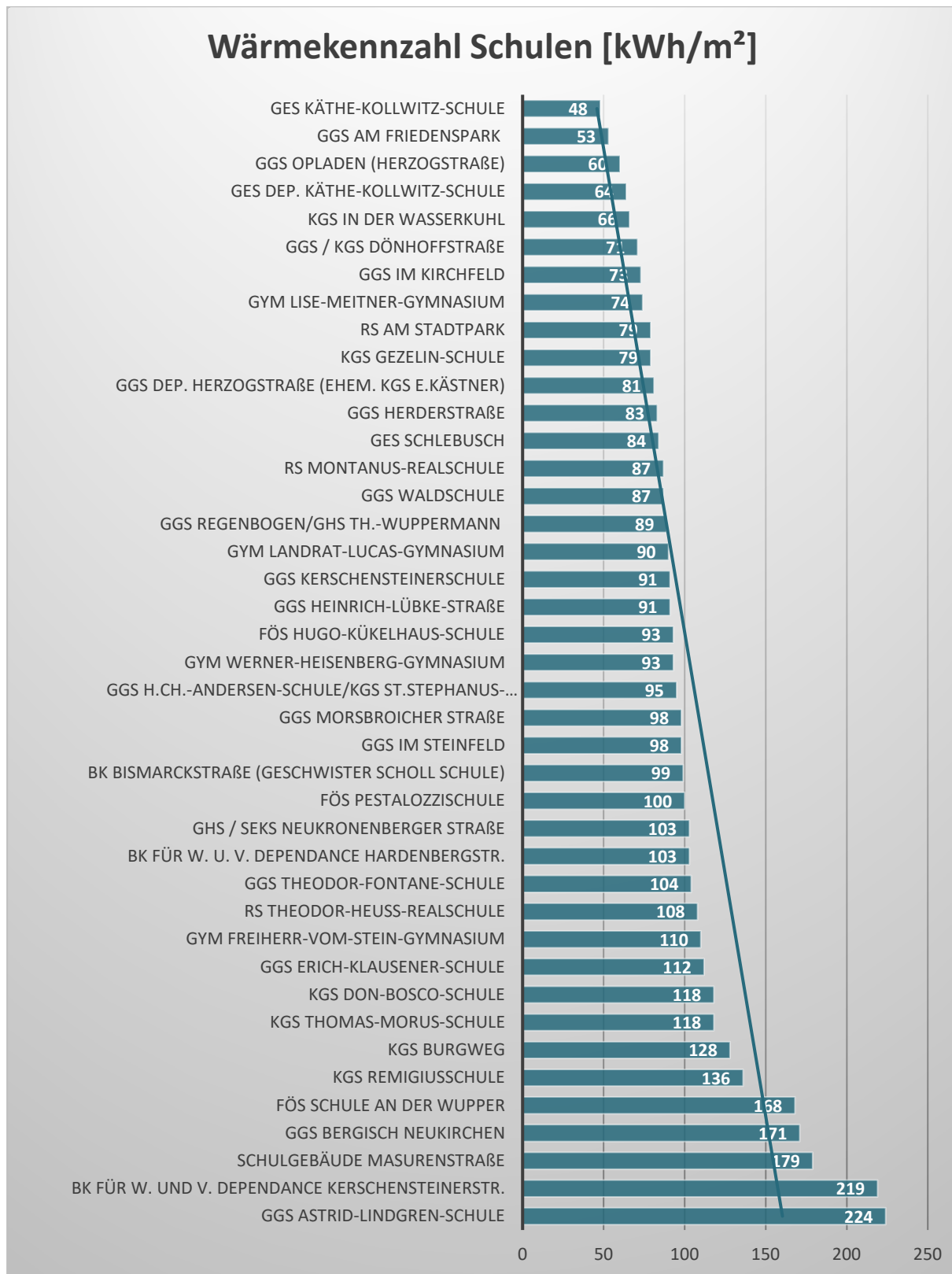


Abb. 11: Wärmekennzahl Schulen 2020

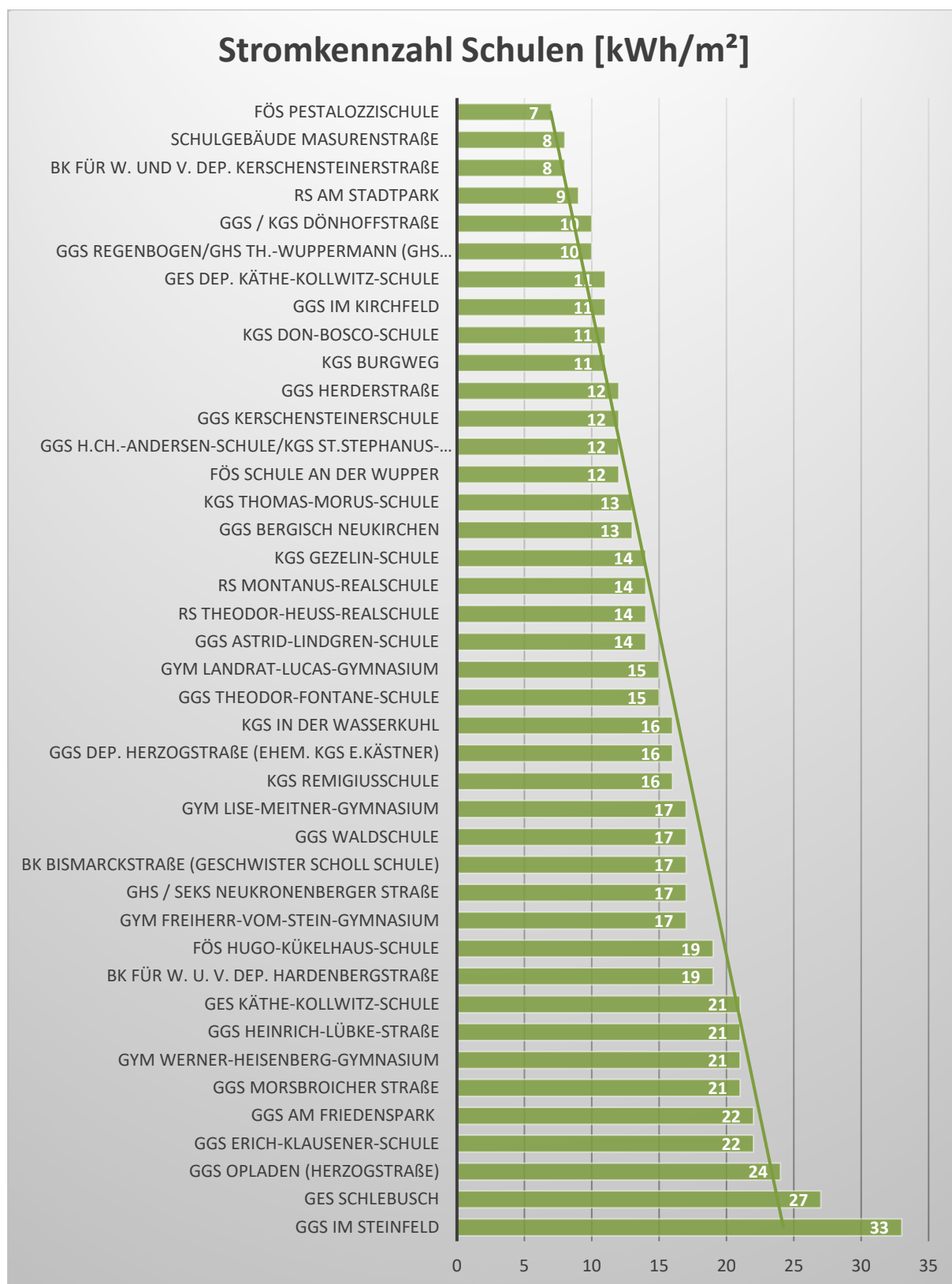


Abb. 12: Stromkennzahlen Schulen 2020

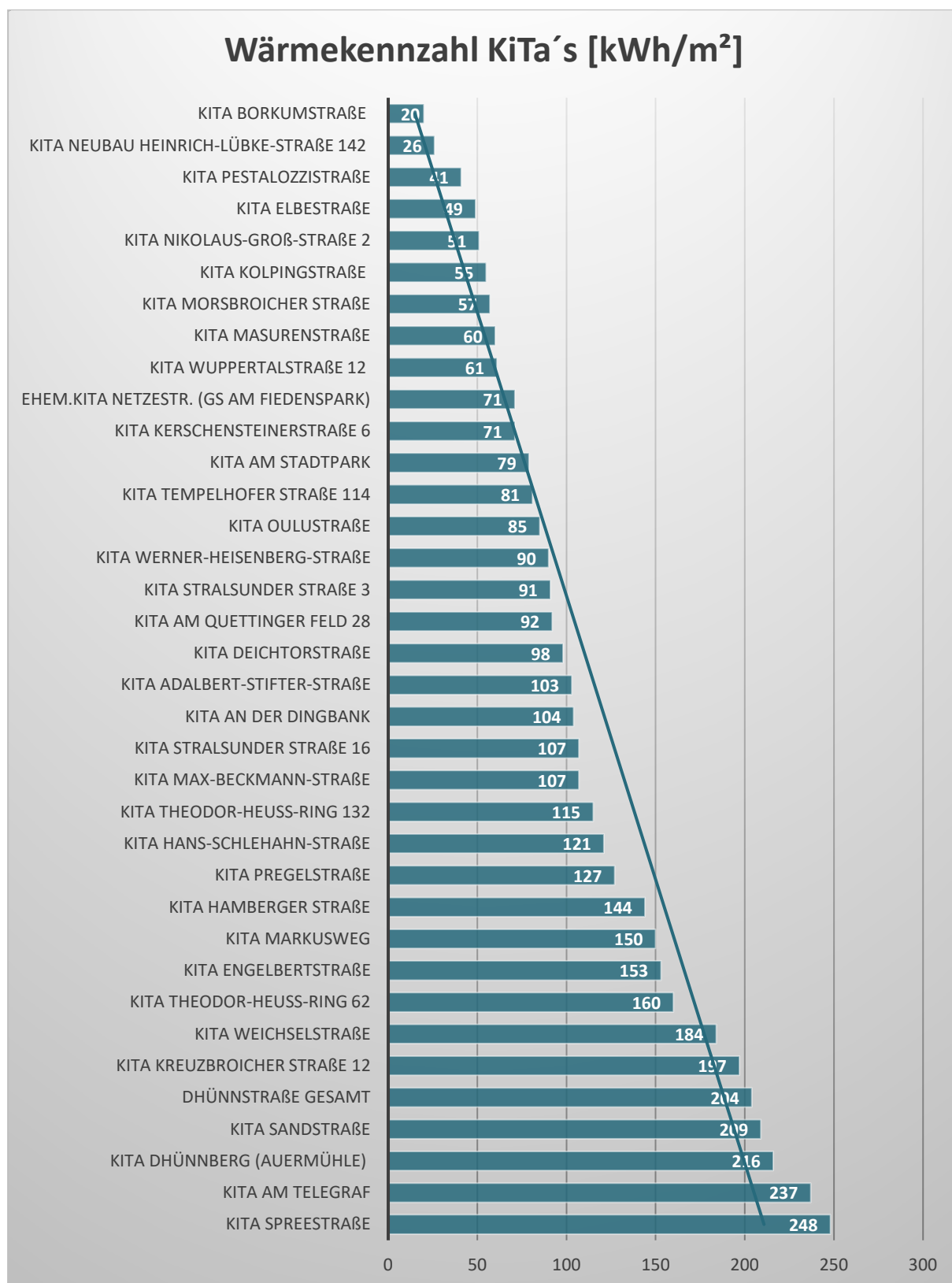


Abb. 13: Wärmekennzahl Kindertagesstätten 2020

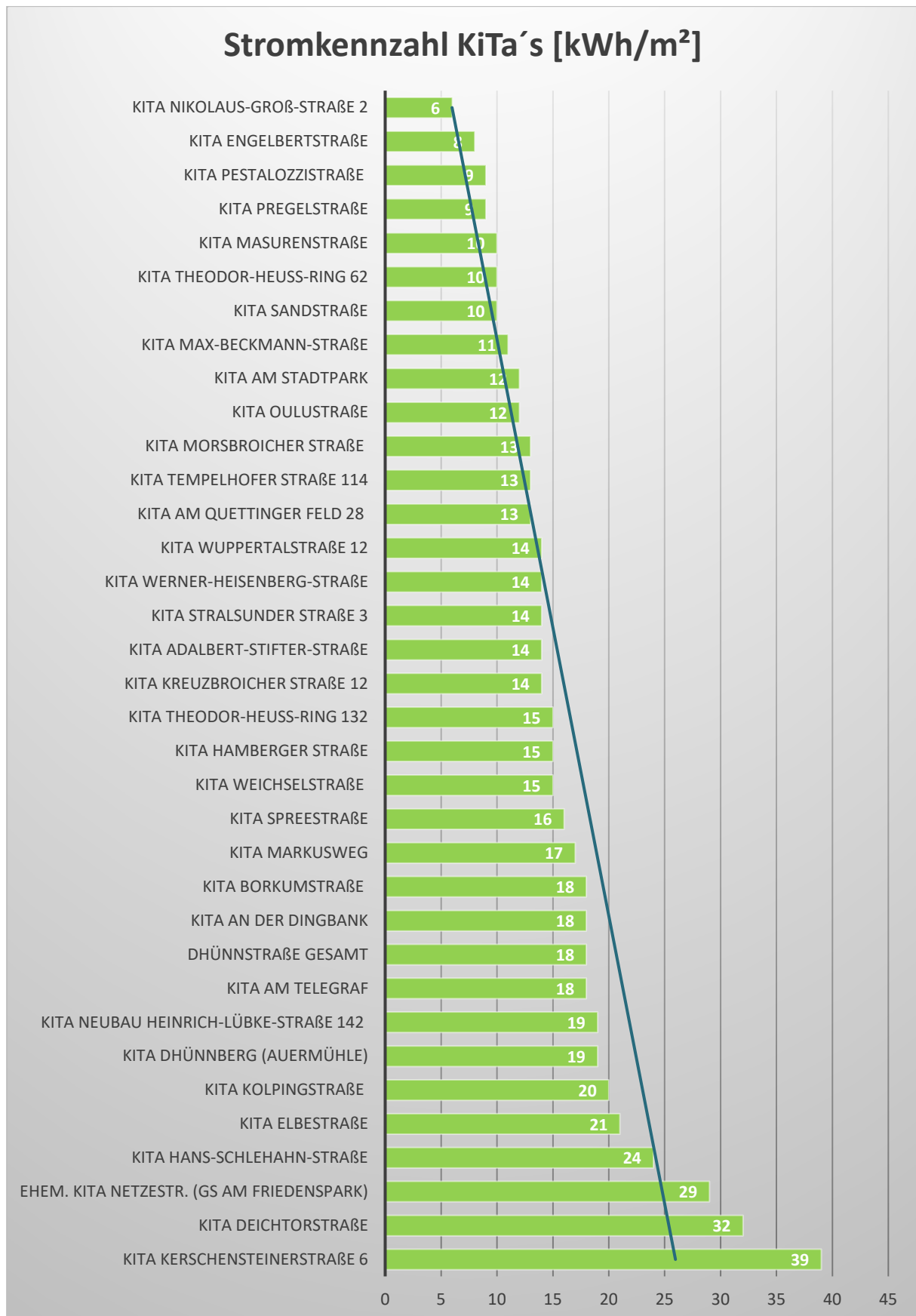


Abb. 14: Stromkennzahlen Kindertagesstätten 2020

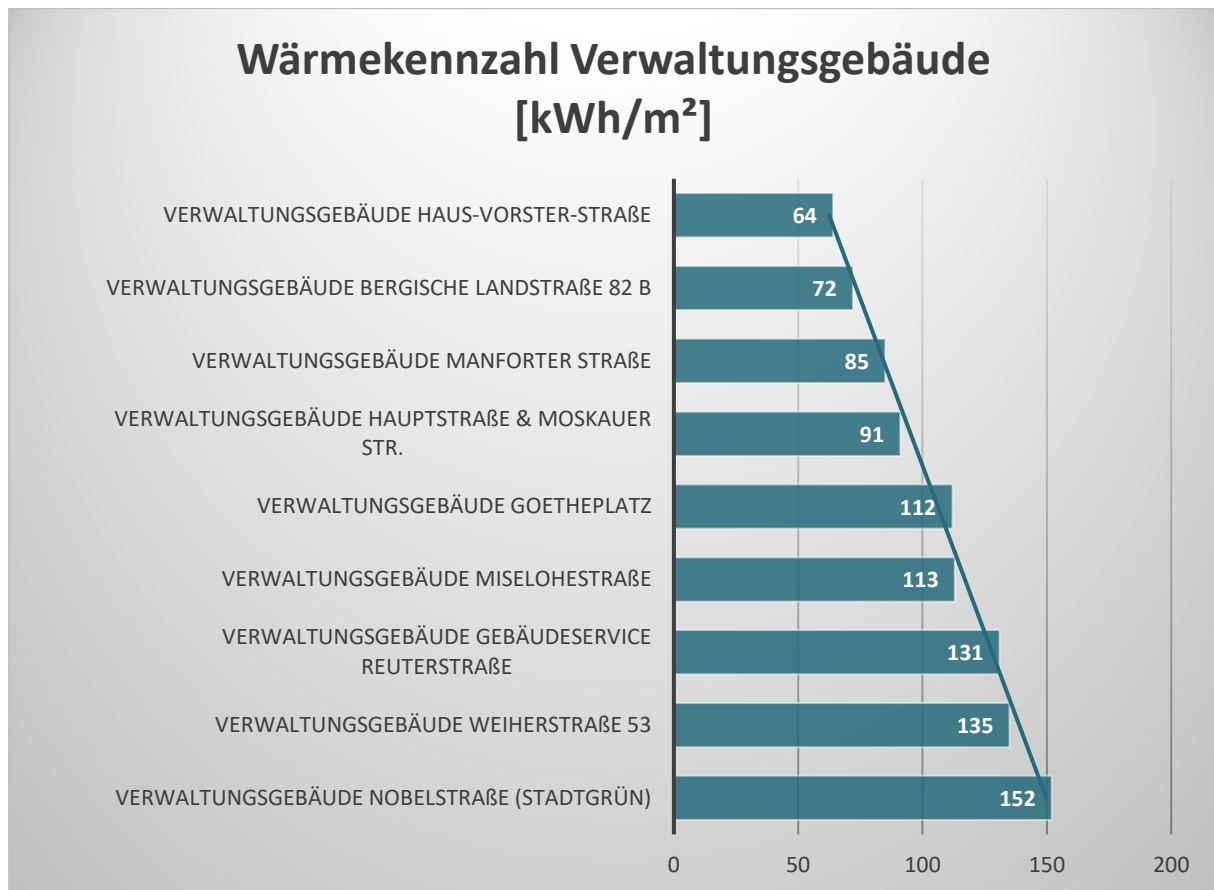


Abb. 15: Wärmekennzahl Verwaltungen 2020

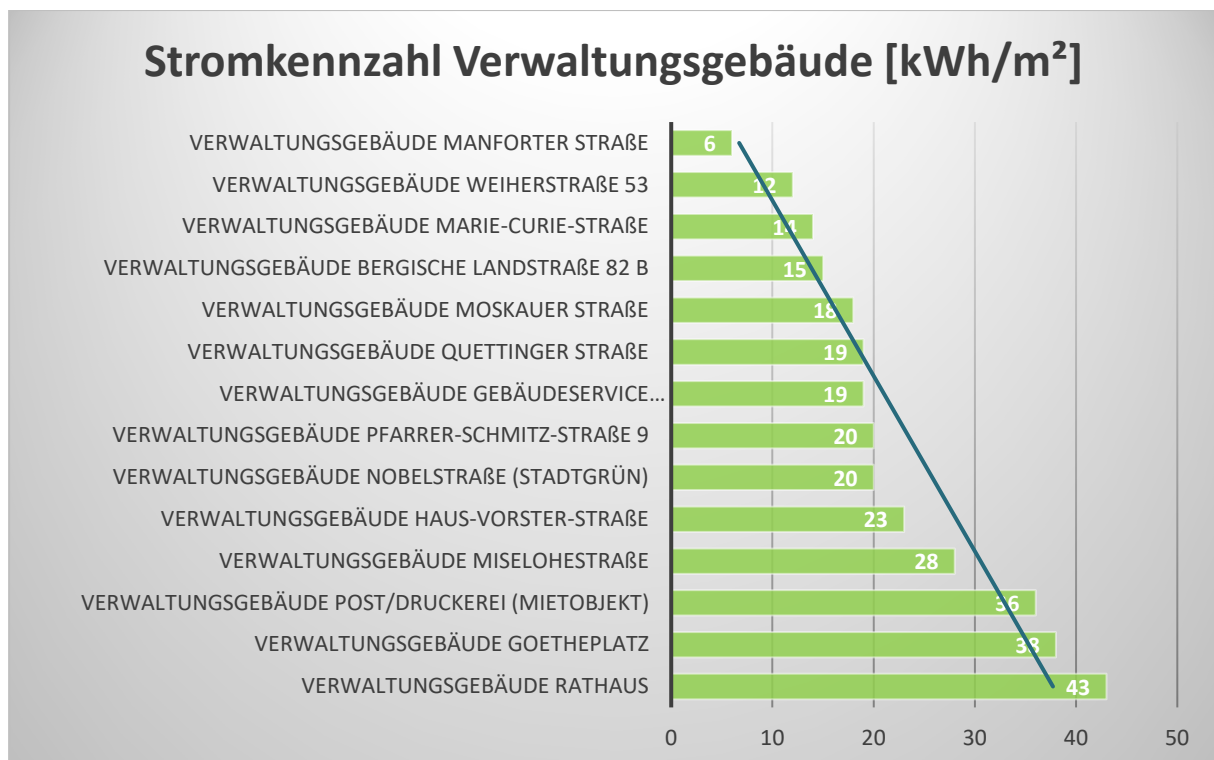


Abb. 16: Wärmekennzahl Verwaltungen 2020

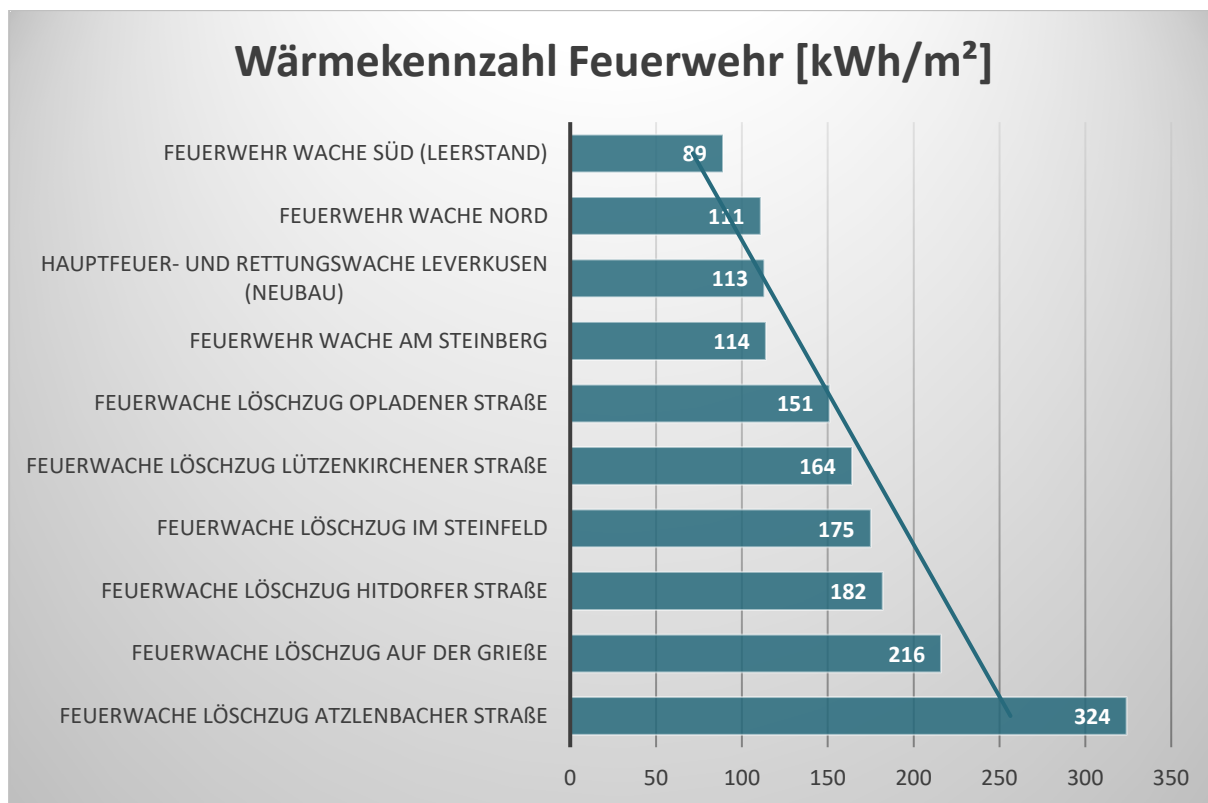


Abb. 17: Wärmekennzahl Feuerwehr 2020

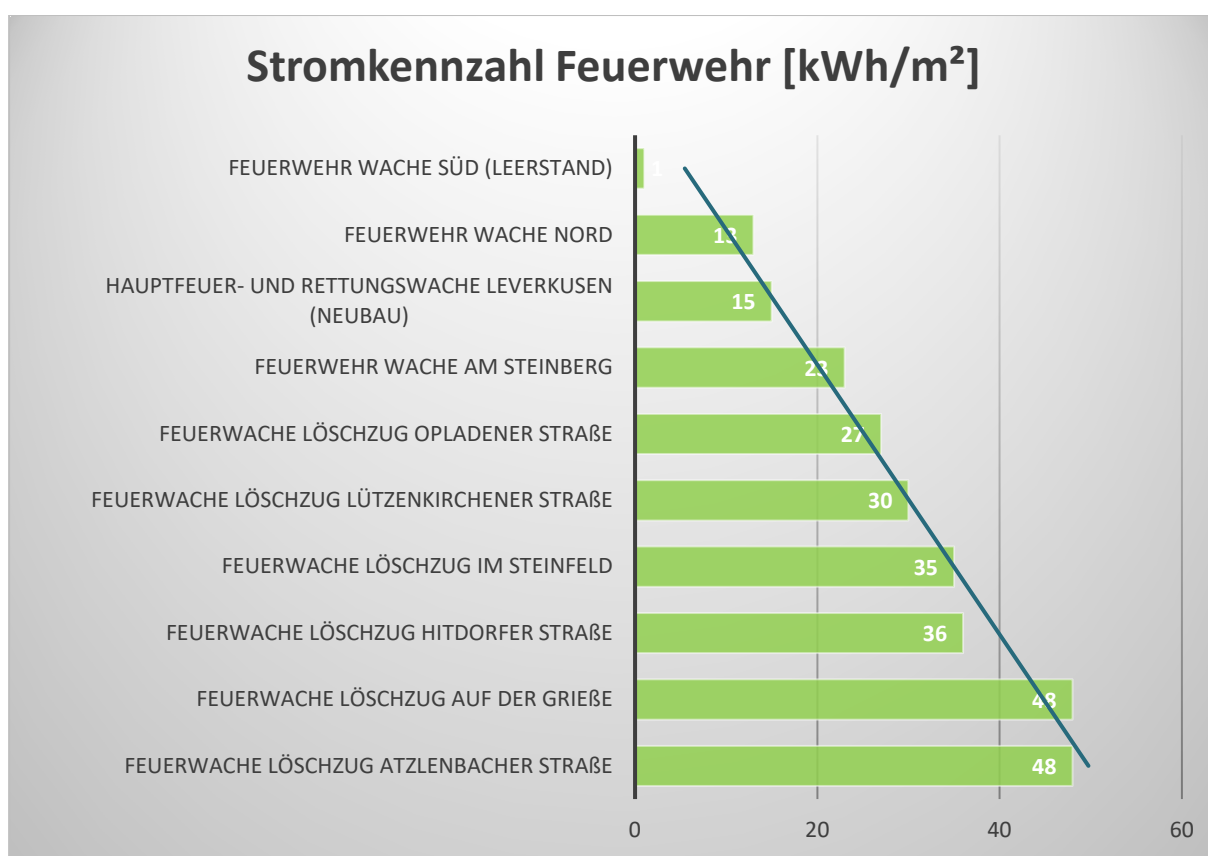


Abb. 18: Stromkennzahl Feuerwehr 2020

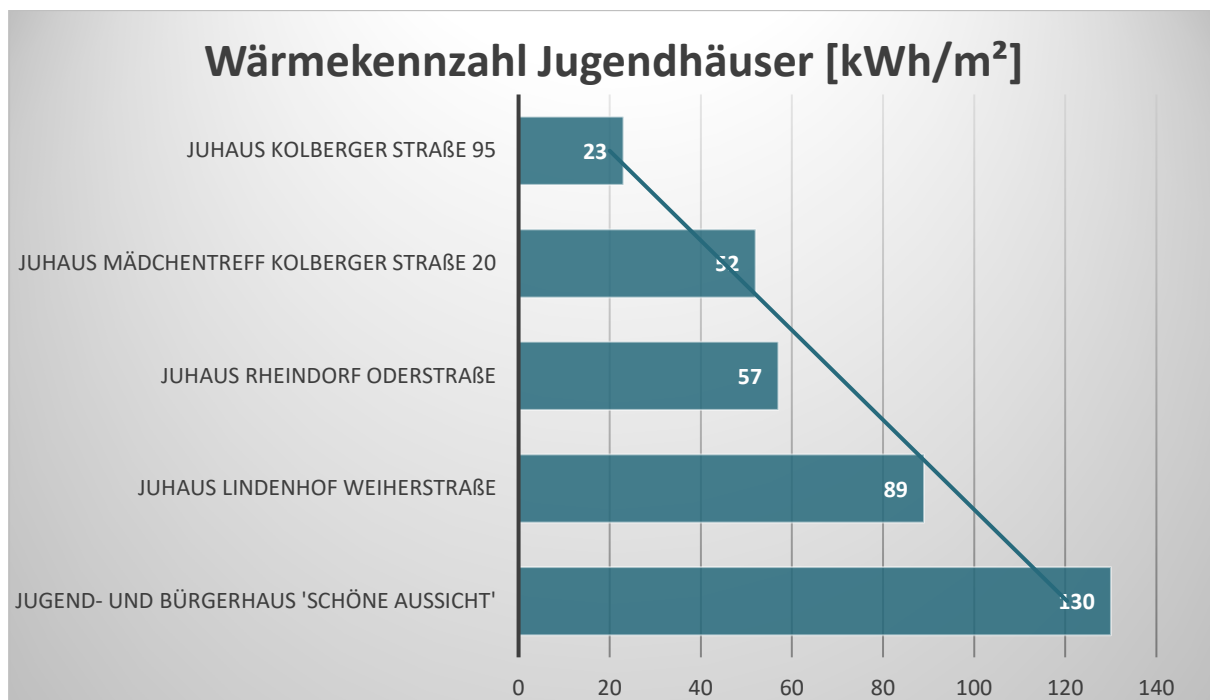


Abb. 19: Wärmekennzahl Jugendhäuser 2020

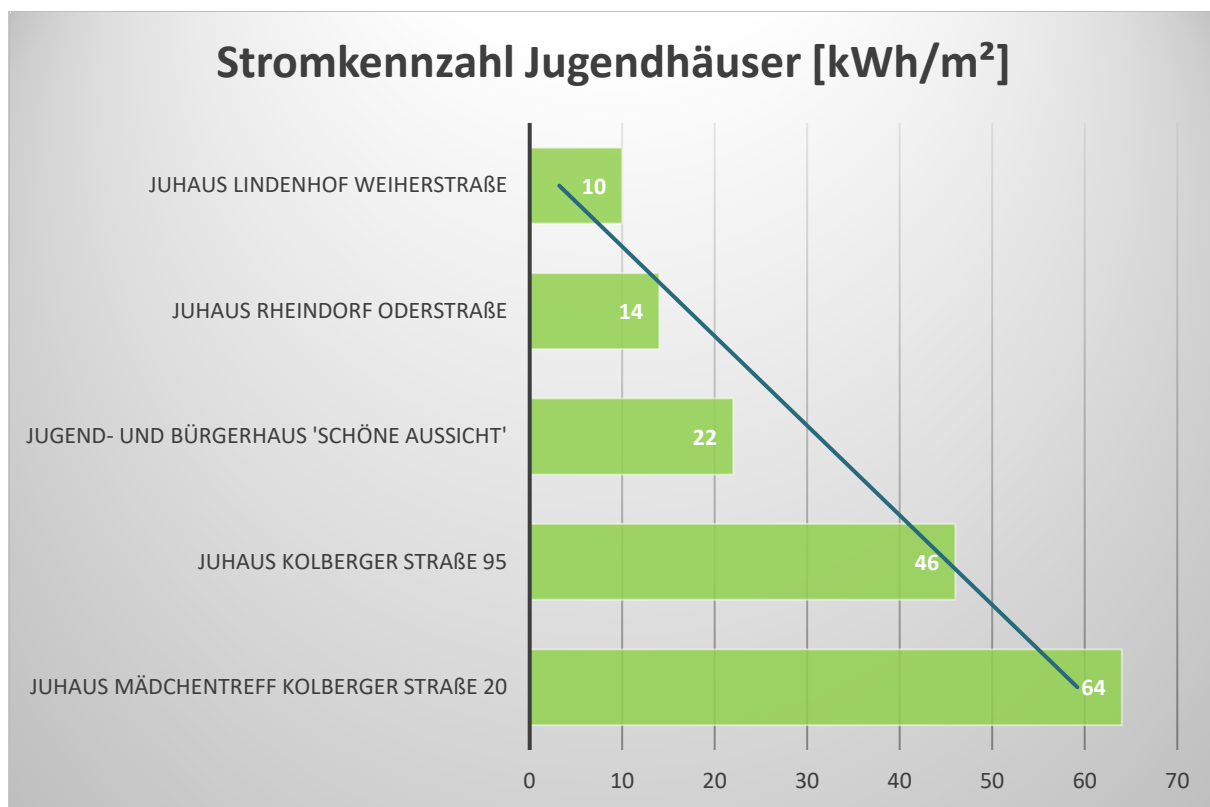


Abb. 20: Stromkennzahl Jugendhäuser 2020

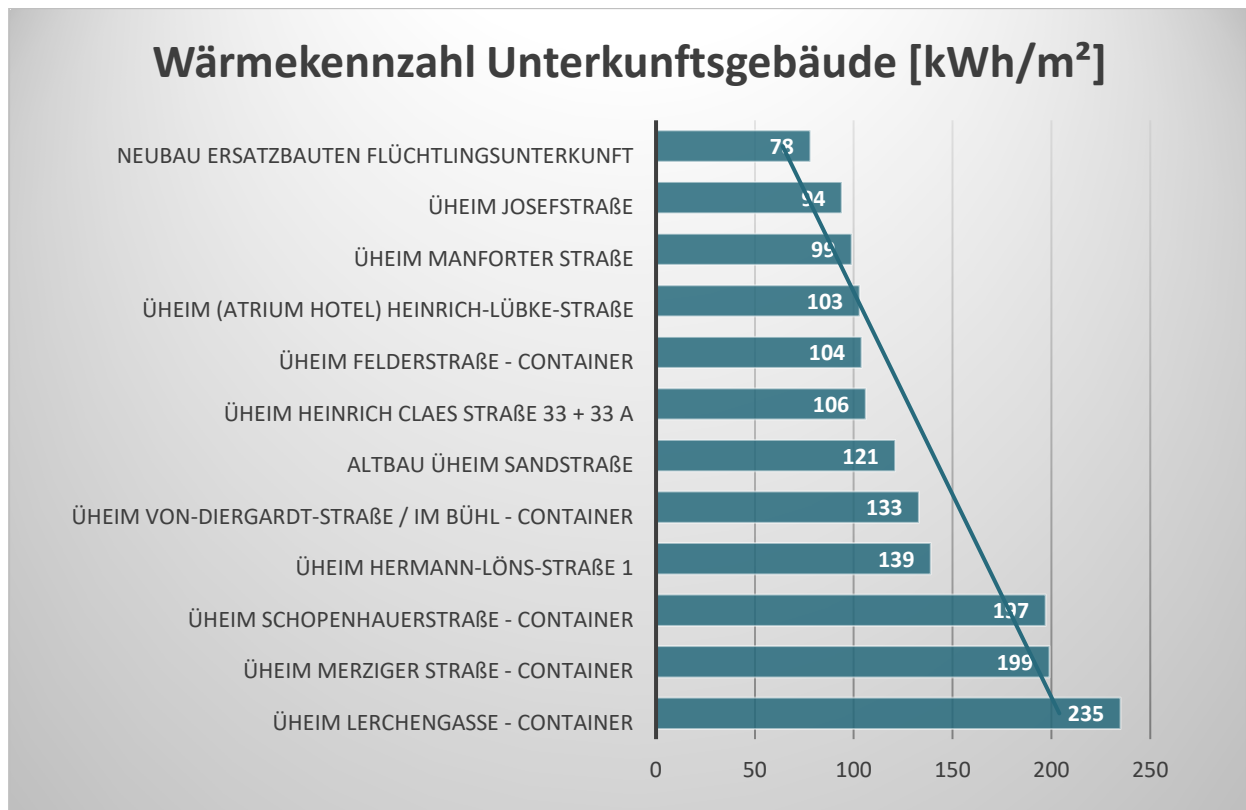


Abb. 21: Wärmekennzahl Unterkünfte 2020

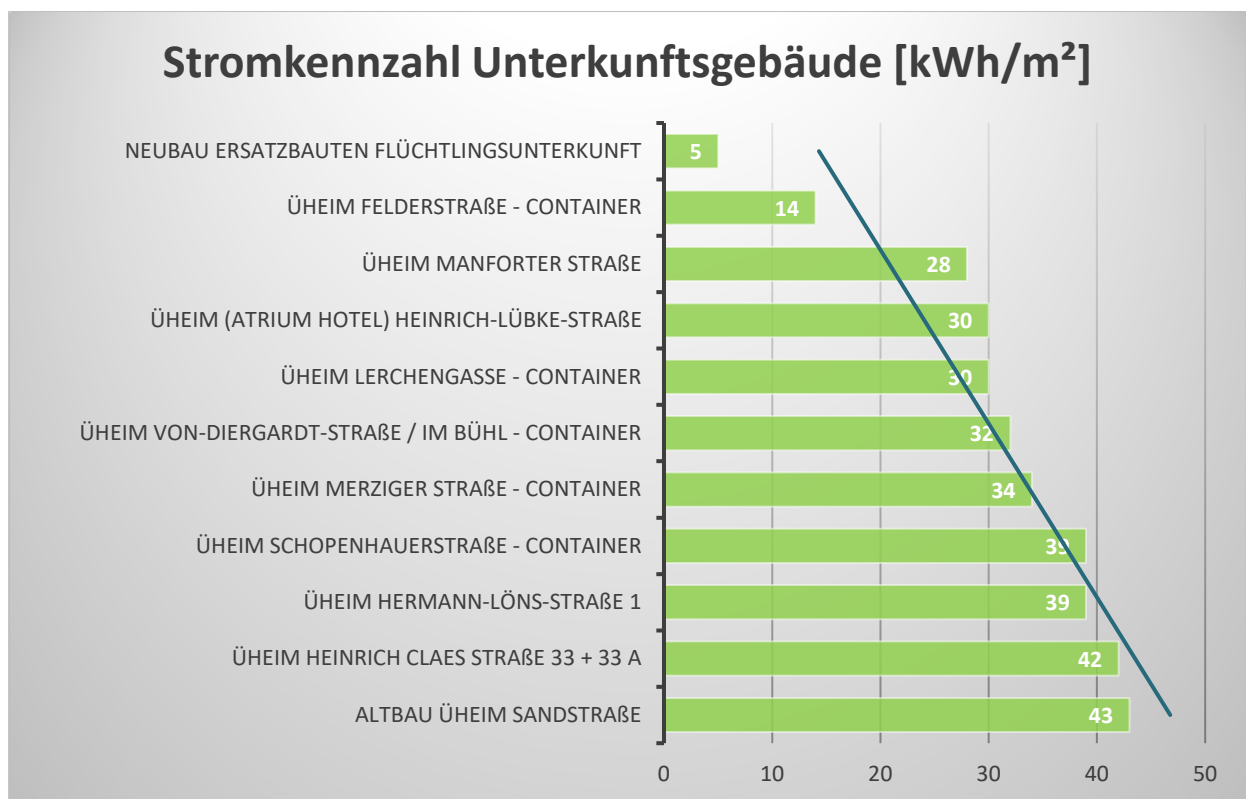


Abb. 21: Stromkennzahl Unterkünfte 2020

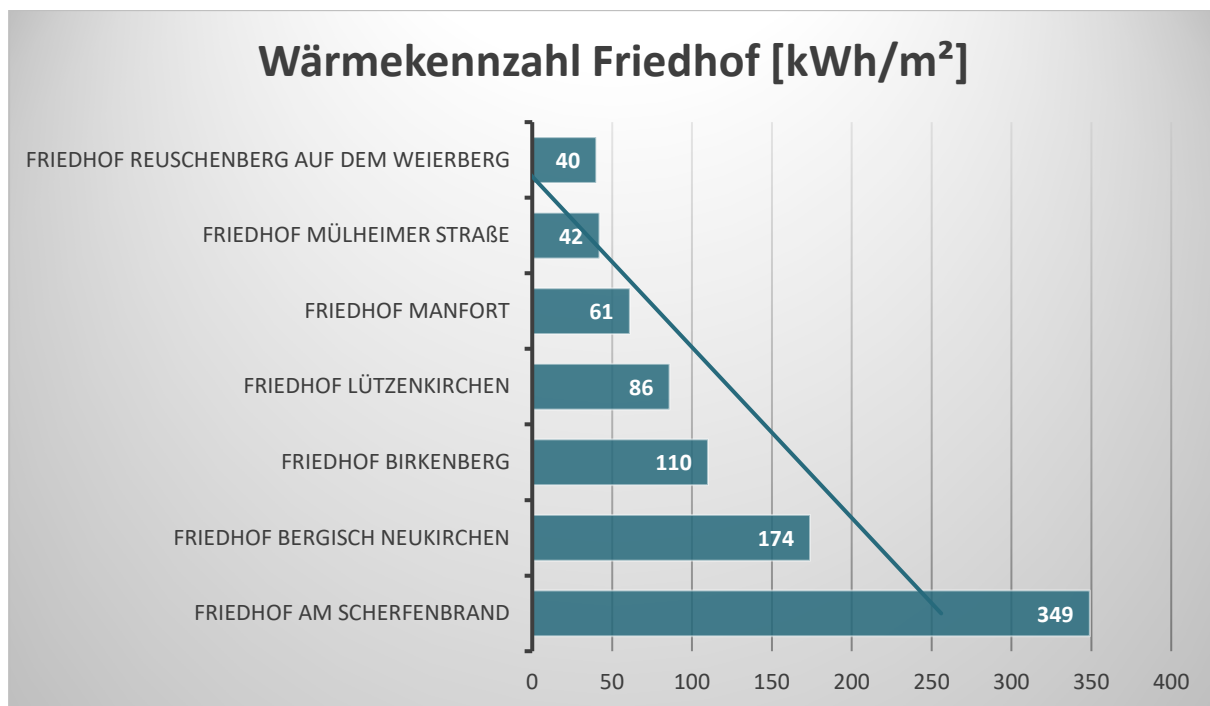


Abb. 22: Wärmekennzahl Friedhöfe 2020

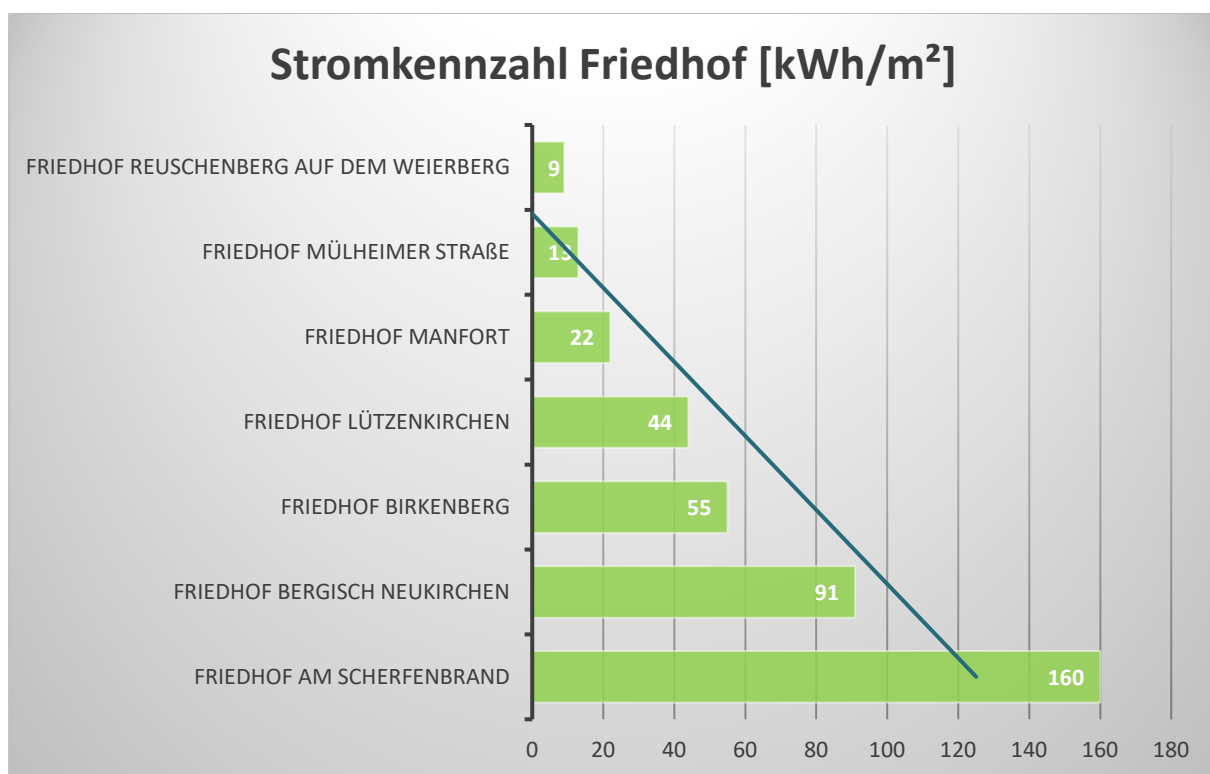


Abb. 23: Stromkennzahl Friedhöfe 2020

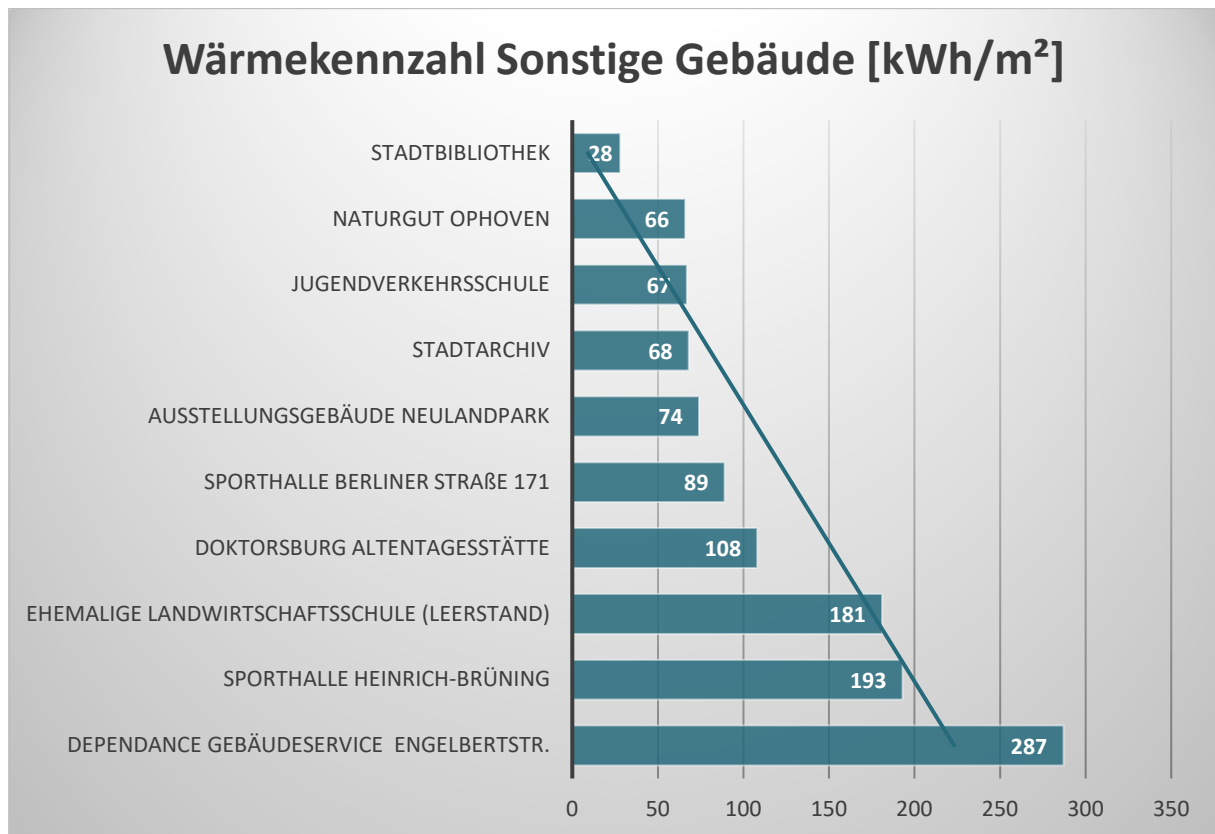


Abb. 24: Wärmekennzahl Sonstige Gebäude 2020

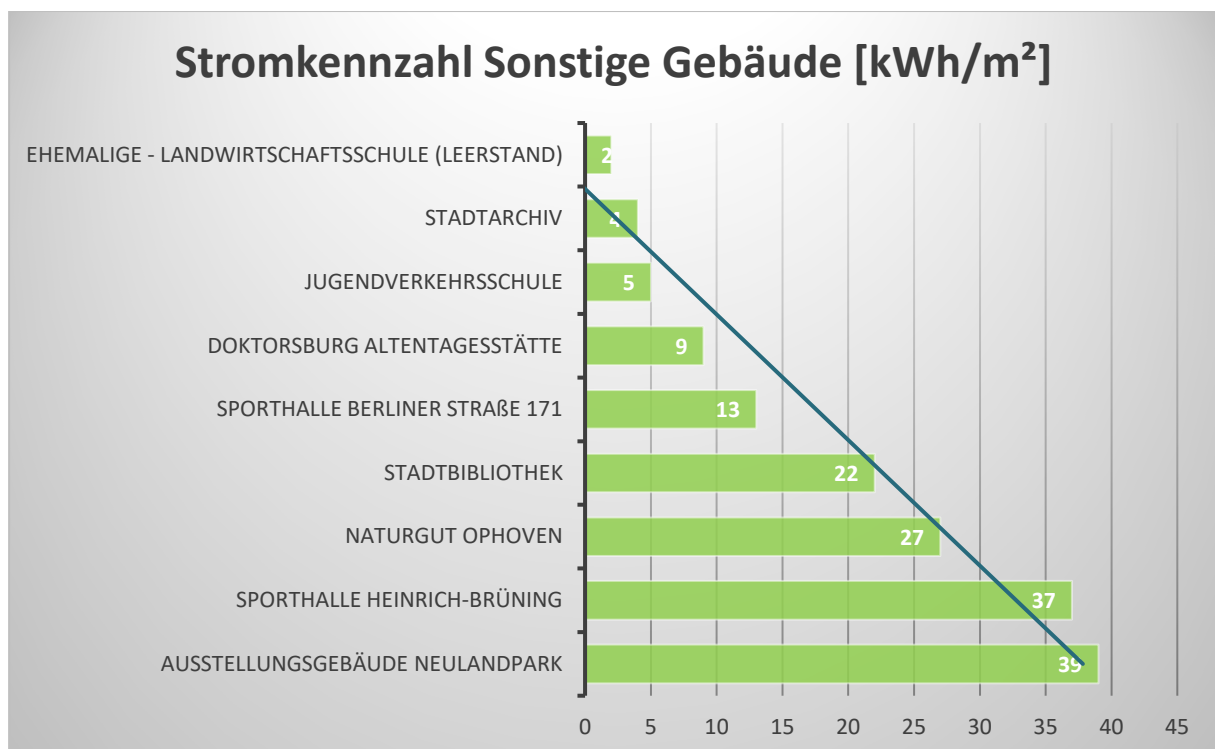


Abb. 25: Stromkennzahl Sonstige Gebäude 2020

2.9 Emissionen

Als Hauptursache für die globale Klimaerwärmung gilt der zivilisationsbedingte Ausstoß von Treibhausgasen und deren Konzentration in der Erdatmosphäre. Einen entscheidenden Beitrag leistet das bei Verbrennungen entstehende Kohlenstoffdioxid (CO₂). Die weltweiten CO₂-Emissionen steigen seit Beginn der Industrialisierung kontinuierlich an. Neben anderen menschlich verursachten Treibhausgasquellen werden sie besonders durch die Verbrennung fossiler Energieträger verursacht.

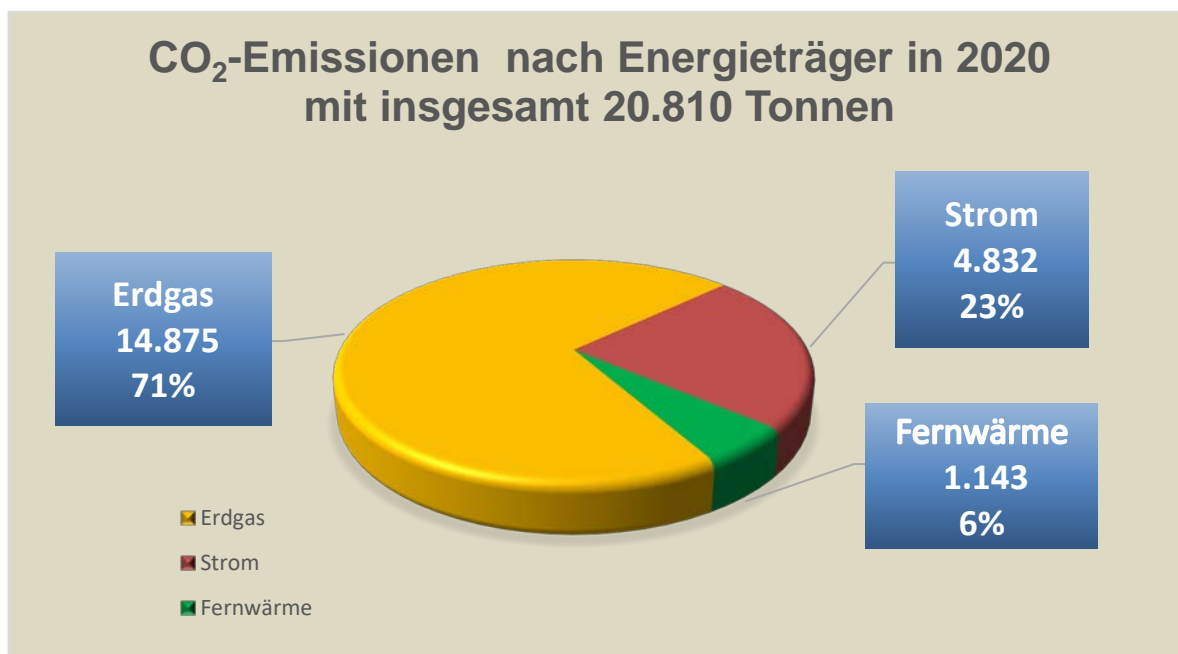


Abb. 26: Aufteilung der Emissionen für 2020

Der jährliche CO₂-Ausstoß städtischer Gebäude beläuft sich auf insgesamt rund 20.800 Tonnen. Erdgas verursacht mit 71 % dabei den größten Treibhausgasanteil, etwa 23 Prozent entfallen auf Strom und ca. 6 % auf die Fernwärme.

- **Gebäude verursachen 35 % der CO₂-Emissionen**

Die Energieversorgung von Gebäuden verursacht in Deutschland ungefähr ein Drittel der jährlichen CO₂-Emissionen. Diese werden primär durch den Bedarf an Heizenergie und elektrischem Strom verursacht. Für die kommunalen Gebäude in Leverkusen gelten folgende Besonderheiten:



- **Erdgas größte CO₂-Quelle**

Das in Deutschland verfügbare Gas stammt zum größten Teil aus fossilen Methanbeständen aus der Nordsee und Russland. Zum einen wird bei der Verbrennung von Gas CO₂ freigesetzt. Zum anderen entweichen bei Förderung und Transport nicht unwesentliche Anteile des Methans in die Atmosphäre. Das Treibhausgas Methan ist rund 25-fach schädlicher als CO₂. Diese Verluste haben folglich einen enormen Einfluss auf die Klimawirkung von Erdgas, werden jedoch oft unzureichend betrachtet, da sie nicht umfassend zu ermitteln sind. Als Emissionsfaktor werden 247 Gramm je kWh verwendet.

- **Fernwärme ist klimafreundlicher**

Die eingesetzte Wärme aus dem Fernwärmenetz der Stadt Leverkusen stammt größtenteils aus der effizient betriebenen Müllverbrennungsanlage und deren Kraft-Wärme-Kopplung. Diese Art der Wärmebereitstellung ist deutlich klimaschonender als die herkömmliche Wärmeerzeugung in Erdgasheizungen. Daher kann hier im Ergebnis von einem physikalisch verminderten CO₂-Ausstoß ausgegangen werden.

Die Fernwärme in Leverkusen ist mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 120 g/kWh und derzeit mit einem Primärenergiefaktor von 0,209 zertifiziert. Der durchschnittliche Primärfaktor für Fernwärme in Deutschland liegt bei 0,7.

- **100 % Grünstrom**

Seit 2011 wurde für alle städtischen Liegenschaften ein 25 %-Anteil des Stromes mit zertifiziertem Grünstrom bezogen. Mit der neuen Beschaffungsstrategie werden ab 2020 Strom und Erdgas zu 100 % klimaneutral bezogen. Der Strom stammt aus Wasserkraft und Erdgas aus Investitionen in Klimaprojekte, bilanziell klimaneutral. Von dieser Umstellung geht in erster Linie ein symbolischer Wert aus, der zeigt, dass die Stadt Leverkusen um eine nachhaltige Beschaffung bemüht ist. Physikalisch gesehen stammt der Strom aus den umliegenden Kraftwerken und beinhaltet daher Steinkohle-, Sonnen-, Kernkraft-, Biomasse- und Windanteile. Daher schwanken die CO₂-Emissionen auch je nach Saison und Wetterlage. Als nachvollziehbare Bezugsgröße wurde bei der nachfolgenden Berechnung ein vom statistischen Bundesamt für das jeweilige Jahr ermittelte CO₂-Emissionsfaktor von 401 g/kWh – sogenannter Strom Mix Deutschland – gewählt.

Auf Basis der Energieverbräuche und der spezifischen Umrechnungsgrößen lassen sich die umweltrelevanten Emissionen 2020 ermitteln. Die Emissionen für die 155 untersuchten Objekte schlüsseln sich, aufgeteilt nach der Energieart, wie folgt auf:



2020	Kohlendioxid	Schwefeldioxid	Stickoxid	Staub
	CO ₂ [kg]	SO ₂ [kg]	NO _x [kg]	[kg]
Strom	4.831.603	3.351	382	76
Wärme	16.018.058	7.532	10.328	433
2019	Kohlendioxid	Schwefeldioxid	Stickoxid	Staub
Strom	5.107.005	3.542	403	81
Wärme	14.950.051	7.056	9.604	407
2018	Kohlendioxid	Schwefeldioxid	Stickoxid	Staub
Strom	5.304.769	3.679	419	84
Wärme	14.497.254	6.929	9.333	400
2017	Kohlendioxid	Schwefeldioxid	Stickoxid	Staub
Strom	5.317.048	3.687	420	84
Wärme	15.086.355	7.175	9.670	415

Tab. 13: Emissionen 2020-2017

Die zeitliche Entwicklung der Emissionen stellt sich über die vergangenen Jahre für die einzelnen Emittenten wie folgt dar:

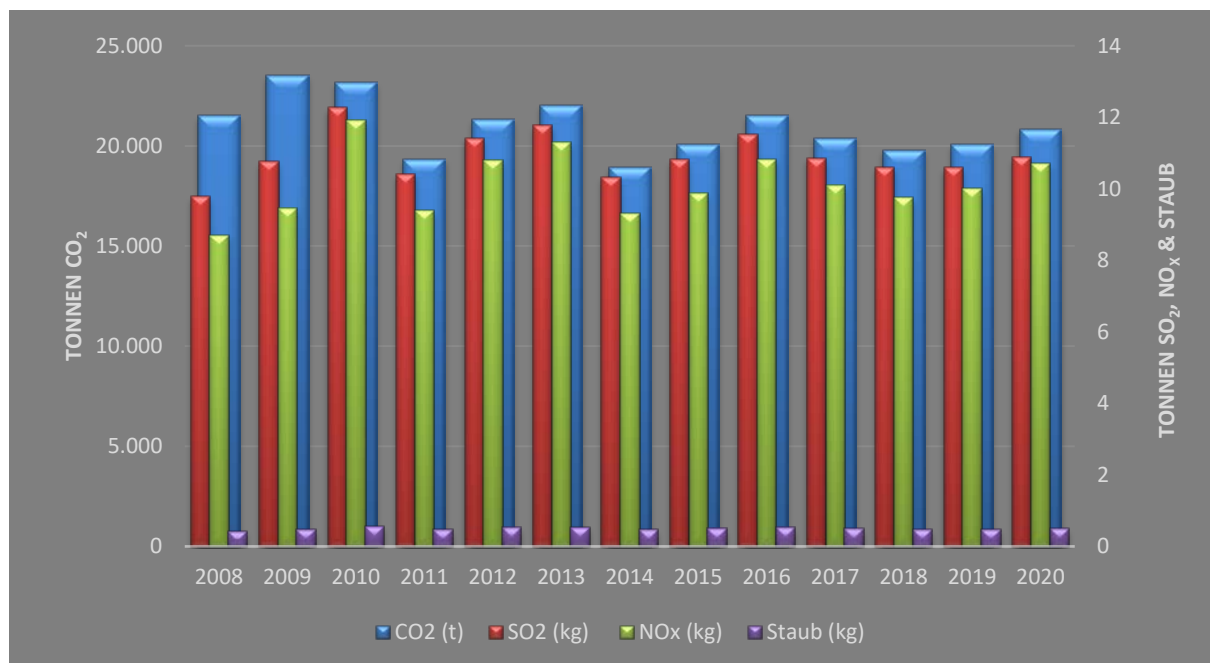


Abb. 27: Entwicklung der Emissionen von 2008 - 2020

Die Ergebnisse der Jahre 2008 und 2009 sind nicht repräsentativ, weil beim Aufbau der Energiedatenbank Datenlücken in den Verbräuchen vorherrschten und eine Reduktion der



Emissionen vortäuscht. Gesicherte Daten liegen mit dem Jahr 2010 vor und stellen für Vergleichszwecke das Basisjahr für die Folgejahre dar. Die Schwankungen in den Emissionen folgen im Wesentlichen dem witterungsbedingten Energieverbrauch und natürlich dem Zuwachs von Neu- und Erweiterungsbauten sofern diese mit fossilen Energieträgern versorgt werden.

Im Diagramm sind die CO₂ -Emissionen der im Kapitel 2.3 Energiestatistik 2020 erfassten Liegenschaften, welche durch den Verbrauch der Energieträger Strom, Erdgas, Fernwärme, etc. verursacht werden, dargestellt.

Eine Kompensation des Energiebedarfes durch bebauten Flächenzuwachs konnte teilweise erreicht werden durch:

- Substitution von fossilen Energieträgern, hin zu Geothermie und Fernwärme
- Ausbau der Eigenstromnutzung mittels PV-Anlagen
- jährlich höherer Anteil an erneuerbaren Energien am allgemeinen Strom Mix
- höhere Anforderungen der Baustandards bei Neubauten
- Energieeffizienz und Energieeinsparprojekte.



2.10 Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten für Energie und Wasser für die 155 untersuchten Objekte in 2017 bis 2020 schlüsseln sich wie folgt auf:

Energiekosten		Wasserkosten Frischwasser
Strom	Wärme	
[€]	[€]	[€]
2020		
2.697.259,-	3.167.659,-	192.406,-
Veränderung gegenüber 2019		
34%	-2%	-9%
2019		
2.014.442	3.239.835	210.822
Veränderung gegenüber 2018		
6%	4%	1%
2018		
1.908.526	3.113.992	209.578
Veränderung gegenüber 2017		
-2%	-3%	3%
2017		
1.967.326	3.214.199	205.278
Veränderung gegenüber 2016		
-1%	-1%	-10%

Tab. 14: Emissionen 2020-2017

Die Energiekosten für Strom stiegen im Jahr 2020 gegenüber 2019 um 34 % auf 2.697.259 € und wurden im Wesentlichen durch gesetzlichen Steuern und Abgaben verursacht, obwohl der Verbrauch um 9 % niedriger geblieben war.

Die Kosten für Wärme sanken im gleichen Zeitraum um -2 % auf 3.167.659 €

Die Frischwasserkosten (ohne Abwassergebühren) und der Wasserverbrauch sanken in den letzten Jahren mit 192.406 € auf das niedrigste Niveau.

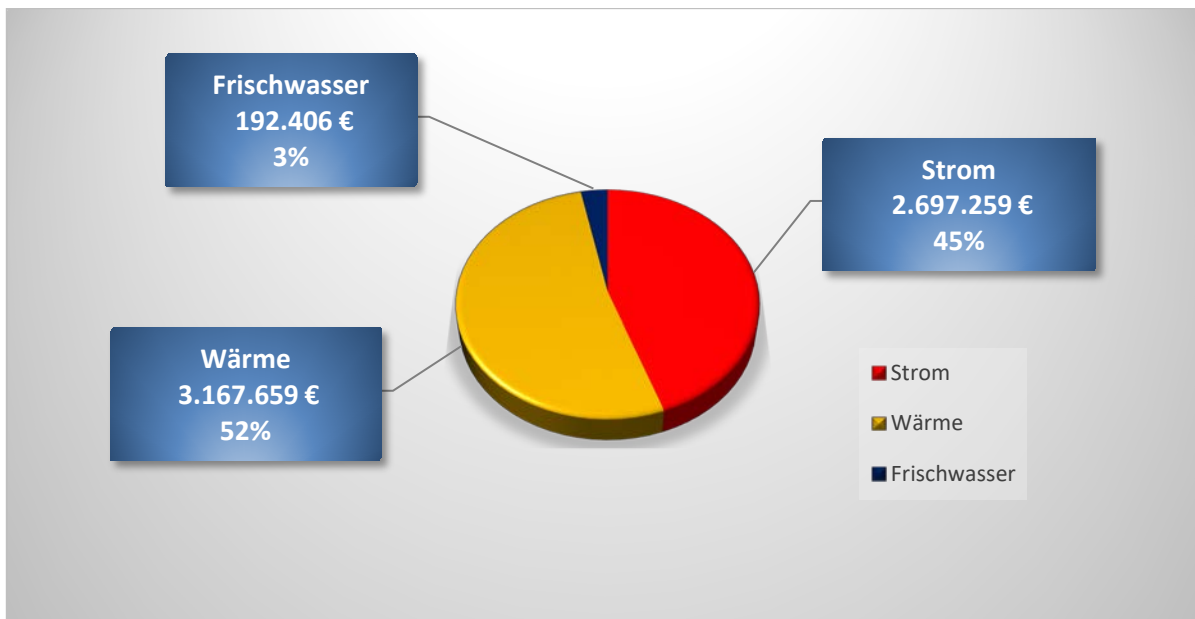


Abb. 28: Kostenstruktur 2020

Die verbrauchsgebundenen Gesamtkosten für Energie und Wasser (ohne Abwasser) belaufen sich im Berichtsjahr 2020 auf 6.057.324 €.

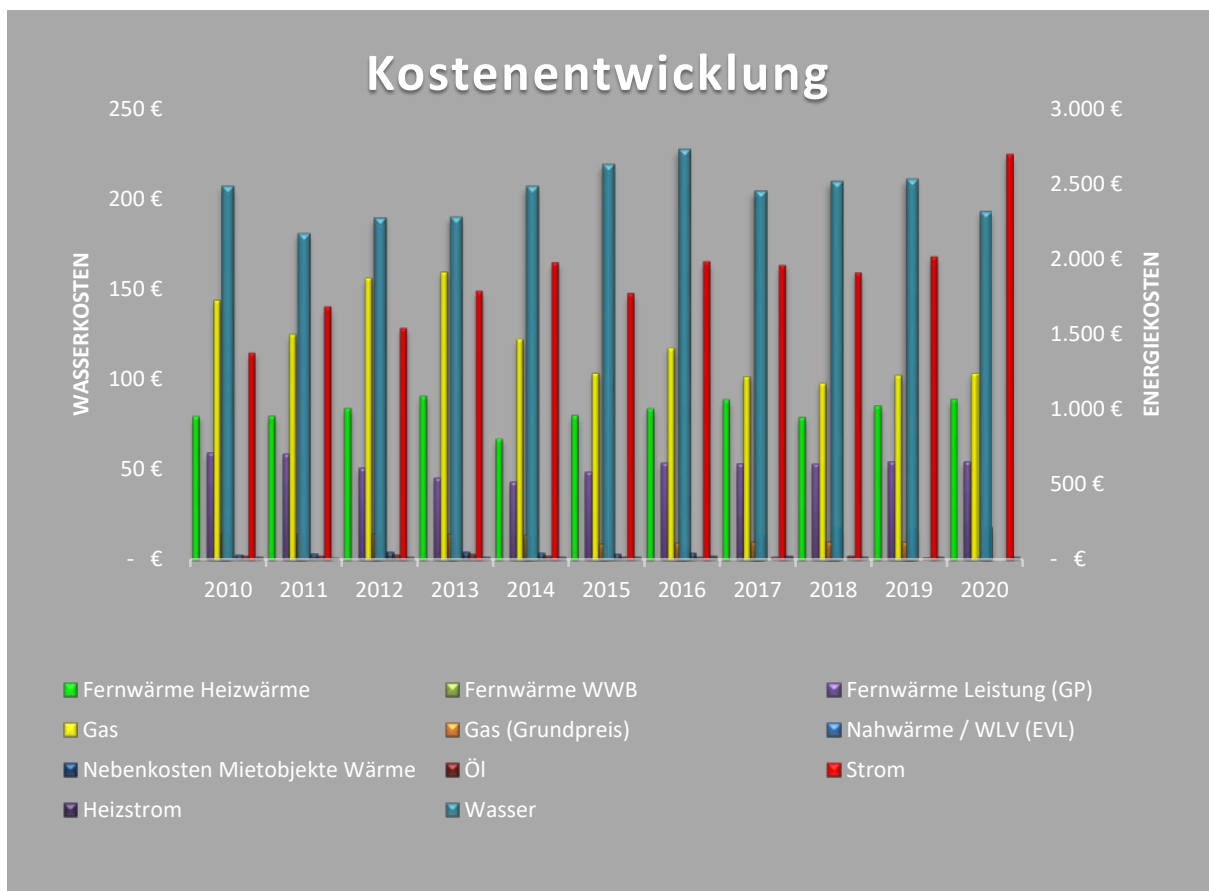


Abb. 29: Gesamtkosten (in 1.000 €) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2010



Gesamtkosten in 1.000 Euro	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fernwärme Heizwärme	949,98	951,85	1.004,51	1.085,71	802,47	956,95	1.002,66	1.062,36	944,73	1.020,42	1.051,98
Fernwärme Leistung (GP)	706,26	703,16	607,86	540,94	512,98	583,75	641,96	629,43	634,04	647,86	636,66
Fernwärme WWB	1,18	1,33	1,51	1,46	1,29	1,17	0,45	0,45	0,37	0,11	0,06
Gas	1.724,82	1.499,57	1.871,80	1.913,36	1.466,83	1.239,76	1.406,40	1.219,00	1.174,68	1.228,58	1.242,95
Gas (Grundpreis)	165,36	165,40	167,22	163,98	161,79	99,07	105,75	114,53	114,84	114,84	7,74 ¹²
Heizstrom	11,29	8,49	10,51	12,04	12,06	11,49	17,71	17,73	13,71	13,18	12,74
Nahwärme / WLW (EVL) ab 2015						5,30	65,72	160,28	212,48	208,19	213,57
Nebenkosten Wärme Mietobjekte	27,49	31,68	44,99	47,87	40,11	34,76	42,58	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Öl	18,77	18,11	26,94	29,67	20,60	11,04	11,47	10,41	19,15	6,66	1,97
Strom	1.375,47	1.682,83	1.539,40	1.786,44	1.975,68	1.771,73	1.983,01	1.956,74	1.908,53	2.014,44	2.697,26
Wasser	206,91	180,62	189,35	189,97	207,08	219,05	227,49	204,38	209,58	210,82	192,91
Summe	5.187,53	5.243,04	5.464,09	5.771,44	5.267,19	4.946,96	5.399,64	5.399,64	5.399,64	5.399,64	6.057,84

Tab. 15: Gesamtkosten (in 1.000 EUR) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2010

¹² Aufgrund neuer Beschaffungsverträge ab 2020 entfällt bei den allgemeinen Abnahmestellen der Grundpreis. Der Preis spiegelt die Leistungspreise für Großabnahmestellen (RLM) wieder.

3. Beispielhafte Projekte der Jahre 2017 – 2020

3.1 Neubauten

Neubau 8-gruppige Kindertagesstätte

Heinrich-Lübke-Straße 142

- Baukosten: 4.900.000 €
- Bauzeit: März 2018 bis Juli 2019

Energetische Maßnahmen:

- WasserWasserWärmePumpe (WWWP) mit Geothermienutzung
- LED-Beleuchtung
- KfW-55 Standard
- Kompaktstationen WarmWasserBereitung (WWB)
- Niedertemperaturheizsystem
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: 16 (kg/m²a)
 Primärenergiebedarf Soll: 95 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 49 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme 2 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom 26 (kWh/m²a)

Neubau Hauptfeuer- u. Rettungswache

Edith-Weyde-Straße 12

- Baukosten: 48.850.000 €
- Bauzeit: Januar 2017 bis Mai 2020

Energetische Maßnahmen:

- BlockHeizKraftWerk (BHKW),
- BrennWertKessel (BWK)
- Absorptionskälte- (AKM) u. Kompressionskältemaschinen (KKM)
- klimatisierte Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG),
- Trocken- u. Nasskühler
- LED-Beleuchtung
- Schichtenspeichersystem für Wärme u. Kälte
- Regenwassernutzung
- Gebäudeleittechnik



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: 21 (kg/m²a)
 Primärenergiebedarf Soll: 85 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 79 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme 79 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom 15 (kWh/m²a)



Neubau Flüchtlingsunterkunft

Sandstraße 69

- Baukosten: 15.385.000 €
- Bauzeit: März 2019 bis Okt. 2020

Energetische Maßnahmen:

- BlockHeizKraftWerk (BHKW)
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung
- Kompaktstationen Warmwasserbereitung (WWB)
- Fußbodenheizung
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: 44,6 Kg/m²a
 Primärenergiebedarf Soll: 145 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 120 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme: 139 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom: 14 (kWh/m²a)

Erweiterung Sekundarschule

Neukronenberger Straße 81

Mensa

- Baukosten: 2.830.000 €
- Bauzeit: Jul 2016 bis Aug 2017

Aufstockung:

- Baukosten: 1.670.000 €
- Bauzeit: Mai 2019 bis Aug. 2020

Energetische Maßnahmen:

- Photovoltaik-Anlage (PV)
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: n.b.
 Primärenergiebedarf Soll: 143 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 47 (kWh/m²a)

Erweiterung Gesamtschule Schlebusch

Ophovener Straße 4

- Baukosten: 4.850.000 €
- Bauzeit: Januar 2017 bis Mai 2020

Energetische Maßnahmen:

- LuftWasserWärmePumpe (LWWP)
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung
- KfW55 Standard
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: n.b.
 Primärenergiebedarf Soll: 72 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 55 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme: 15 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom: 16 (kWh/m²a)

Neubau Mädchentreff

Kolberger Straße 20

- Baukosten: 1.730.000 €
- Bauzeit: Aug. 2018 bis Dez. 2019

Energetische Maßnahmen:

- WasserWasserWärmePumpe (WWWP) mit Geothermienutzung
- KfW55 Standard
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung
- geothermische Kühlung im Sommer
- Niedertemperaturheizsystem



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: 43,4 Kg/m²a
 Primärenergiebedarf Soll: 143 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 123 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme: < 1 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom: 68,5 (kWh/m²a)



Erweiterung GGS Am Friedenspark

Netzestraße 12

- Baukosten: 1.370.000 €
- Bauzeit: Jan. 2016 bis Dez. 2018

Energetische Maßnahmen:

- KfW55 Standard
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: 28,7 Kg/m²a
 Primärenergiebedarf Soll: 145 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 39 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme: 12 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom: 5 (kWh/m²a)

Neubau Sporthalle

GGS Am Friedenspark

Netzestraße 12

- Baukosten: 2.100.000 €
- Bauzeit: Sept. 2016 bis Apr. 2018

Energetische Maßnahmen:

- KfW55 Standard
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: 66,5 Kg/m²a
 Primärenergiebedarf Soll: 358 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 137 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme: 187 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom: 41 (kWh/m²a)

3.2 Energetische Sanierungen 2017 - 2020

Bezeichnung	Anschrift	Maßnahme / energetischer Standard	Bauzeit
Schule	Deichtorstr. 2	Sanierung 3-fach Sporthalle mit Nebenräume	2018-2021
Schule	Elbestraße 25	Energetische Sanierung	2017-2020
Schule	Herderstraße 10	Komplettsanierung Turnhalle	2017-2020
Schule	Morsbroicherstr. 77	Sanierung Haustechnik und Gebäudehülle Hauptgebäude	2018-2019
Schule	Am Stadtpark 50	Sanierung Sporthalle	2016-2018
Jugend	Kolberger Straße 95	Sanierung Haus der Jugend	2016-2018
Schule	Peter-Neuenheuser-Str. 7-11	Fassadensanierung & WC-Anlage	2015-2018
Schule	Am Stadtpark 23	Sanierung Gymnastikhalle	2015-2017
Schule	Morsbroicher Str. 77	Sanierung Turn- und Gymnastikhalle	2017

Tab. 16: Energetische Sanierungen – 2017 u. 2020 Projektübersicht:

Sanierung Turnhalle

Herderstraße 10

- Baukosten: 2.100.000 €
- Bauzeit: Juli 2017 bis Nov. 2019

Energetische Maßnahmen:

- KFW55 Standard
- LED-Beleuchtung
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- Gebäudeleittechnik (GLT)



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: n.b.
 Primärenergiebedarf Soll: 211 (kWh/m²a)
 Primärenergiebedarf Ist: 135 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Wärme: 109 (kWh/m²a)
 Endenergiebedarf-Strom: 15 (kWh/m²a)



Sanierung Haus der Jugend

Kolberger Straße 95

- Baukosten: 1.500.000 €
- Bauzeit: März 2016 bis Feb. 2018

Energetische Maßnahmen:

- Photovoltaik-Anlage (PV)
- Raumluftechnik (RLT) mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- LED-Beleuchtung



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: n.b.
Primärenergiebedarf Soll: 223 (kWh/m²a)
Primärenergiebedarf Ist: 193 (kWh/m²a)
Endenergiebedarf-Wärme: 128 (kWh/m²a)
Endenergiebedarf-Strom: 28 (kWh/m²a)

Sanierung Fassade und WC-Anlage

Peter Neuenheuser-Straße 7-11

- Baukosten: 2.850.000 €
- Bauzeit: Aug. 2015 bis Mrz. 2018

Energetische Maßnahmen:

- Fenster
- Fassade
- LED-Beleuchtung





Energetische Sanierung Klassen
Elbestraße 25

- Baukosten: 7.800.000 €
- Bauzeit: 2017-2020

Energetische Maßnahmen:

- Fenster
- Fassade
- Dach
- Schadstoffsanierung



Energiestandard:

CO₂-Emissionen: n.b.
Primärenergiebedarf Soll: 242 (kWh/m²a)
Primärenergiebedarf Ist: 91 (kWh/m²a)
Endenergiebedarf-Wärme: 217 (kWh/m²a)
Endenergiebedarf-Strom: 10 (kWh/m²a)



3.3 Ausblick beispielhafte energetische Neubauten Folgejahre

• Qualitätsstandards (Leitlinien wirtschaftliches Bauen)

Zur Erreichung der Klimaziele ist es bei Neubauten und Sanierungen geboten, einen deutlich besseren Standard bspw. GEG40 (ehemals KfW40) anzustreben als die gegenwärtige gesetzliche Mindestanforderung des Gebäude-Energie-Gesetzes 2020 (GEG). Hierzu empfiehlt es sich, sogenannte Passivhaus-Komponenten einzusetzen.

Im Fokus stehen hier:

- Wärmedämmung
- Wärmebrücken
- Luftdichtigkeit
- flächendeckende Lüftung mit Wärmerückgewinnung.
- LED-Beleuchtungstechnik

Bei allen Neubauten und Dachsanierungen ist die durch Photovoltaik größtmöglich erreichbare Stromerzeugungsleistung mit zu berücksichtigen. Dabei ist neben der Wirtschaftlichkeit zu prüfen, ob die Gebäudewirtschaft diese selbst betreibt oder ob die städtischen und stadtnahen Gesellschaften die Dachflächen zur Nutzung zur Verfügung gestellt bekommen.

• CO₂-neutral bauen

Recycling von Baumaterialien, Energieeinsparstrategien und Energieeffizienz reichen nicht aus, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Zu einer Energiewende braucht es auch eine Ressourcenwende. Zukünftig wird die Gebäudewirtschaft Leverkusen vermehrt die Lebenszyklusbetrachtungen, Ressourceneffizienz und Wiederverwertbarkeit von Baumaterialien in den Vordergrund rücken.

• Solar und Grün – ein perfektes Duo

Für die fachgerechte Planung einer Solaranlage, die auf einem Flachdach idealerweise mit einer extensiven Dachbegrünung kombiniert wird, sind eine ganze Reihe unterschiedlicher Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Selbstredend treten bei einem exponierten Standort weit höhere Sog- und Druckkräfte durch Wind oder Sturm auf und darüber hinaus spielen die Gebäudegeometrie, Gebäudegröße und -höhe eine Rolle. Ausgelegt auf die objektspezifischen Gegebenheiten, muss also die Solaranlage sturmsicher verankert werden. Dies erfolgt in der Regel nach dem Auflastprinzip. Diese Bauweise vermeidet hohe Punktlasten und heikle, schlecht kontrollierbare Dachdurchdringungen. Ein Windverband stabilisiert die Elemente untereinander. Die nötige Auflast zur Lagesicherung erbringt die Substratschicht im Begrünungsaufbau oder alternativ eine Kiesschüttung.



Bezeichnung	Anschrift	Maßnahme / energetischer Standard
Schule	Quettinger Str. 90	Erweiterung Verwaltung und OGS/Mensa
Schule	Kerschensteinerstr. 2	Erweiterung Küche und Mensa
Schule	Am Stadtpark 50	Erweiterung G9 und Ersatzbau
Schule	Burgweg 38	Erweiterung für OGS und Ausbau
Schule	Morsbroicher Str. 77	Erweiterung G9 und Ersatzbau
Schule	In der Wasserkühl 3	Erweiterung OGS und Ausbau 3-zügig
Schule	Hans-Schlehahn-Str. 6	Erweiterung OGS und Ausbau
Schule	Dönhoffstr. 94	Erweiterung OGS, Neubau Sporthalle (MZH)
Schule	Morsbroicher Str 14	Erweiterung OGS, Verwaltung, Ausbau 3-zügig
Schule	Scharnhorststr. 5	Ersatzbau für Schule und Turnhalle
Schule	Bergische Landstraße 101	Erweiterung Gezelinschule
Schule	Am Stadtpark 23	Erweiterung Naturwissenschaften U. SPH
Schule	Carl-Maria-von-Weber-Platz 3	Ersatzbau Waldschule
Jugend	Rathenaustraße 87	Jugendwerkstatt (Ort der Generationen)

Tab. 17: Ausblick Energetisch anspruchsvolle Neubauten 2021 und Folgejahre

3.4 Ausblick energetische Sanierungen Folgejahre

Bei anstehenden Heizungssanierungen werden verschiedene Varianten wie Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW), Fernwärme, Geothermienutzung, Biomasse, ggf. auch Warmwasserkollektoren etc. mit untersucht. Voraussetzung ist, dass sie sinnvoll umsetzbar sind. Wichtige Kriterien sind beispielsweise der Platzbedarf für den Brennstoff, Heiztemperaturniveau oder die Verfügbarkeit der Umweltressource. Welche Variante zum Zug kommt, wird über eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung entschieden.

Im Rahmen einer Heizanlagenanierung erfolgen in der Regel weitere Optimierungen, beispielsweise durch eine verbesserte Mess- Steuer- und Regelungstechnik (MSR) mit Aufschaltung auf ein Überwachungs-Monitoring, durch Einsatz von Hocheffizienzpumpen, Ergänzung und Optimierung der Dämmung der Heizleitungen, Optimierung der Warmwasserbereitung (Frischwasserstation) etc..

Ein wichtiger Schritt nach einer Sanierung ist die Kontrolle und ggf. Feinoptimierung der im Betrieb befindlichen Anlage zu einem effizienten Energieeinsatz.



Bezeichnung	Anschrift	Maßnahme / energetischer Standard
Schule	Morsbroicher Str. 77	Sanierung Aula
Schule	Peter-Neuenheuser-Str. 7-11	Sanierung 3-fach-Sporthalle
Bürgertreff	Hitdorfer Straße 196	Sanierung Villa Zündfunke
Schule	Quettinger Str. 90	Sanierung Sporthalle
Schule	Werner-Heisenberg-Str. 1	Sanierung PZ Aula
Schule	Ophovener Str. 4	Sanierung 5-fach SPH GES
Schule	Peter-Neuenheuser-Str. 7-11	Sanierung Fassade Sek II
Schule	Peter-Neuenheuser-Str. 7-11	Sanierung Festhalle

Tab. 18: Ausblick Energetische Sanierungen 2021 und Folgejahre



3.5 Förderprojekte

Fördermittel bieten eine wichtige Möglichkeit, Klimaschutzrelevante Projekte zur Senkung der CO₂-Emissionen und zur Minimierung des Energieverbrauchs auf den Weg zu bringen. Die Gebäudewirtschaft Leverkusen nutzt energetische Förderprogramme, um den Haushalt zu entlasten und einen nachhaltigen Technikeinbau zu gewährleisten.

3.5.1 LED-Beleuchtungstechnik

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) fördert im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages unter anderem die Sanierung von LED-Beleuchtungen.

Die Gebäudewirtschaft Leverkusen nutzt dieses Förderprogramm zur Umstellung der Beleuchtungstechnik auf hocheffiziente LED-Technologie inklusive Steuer- und Regelungstechnik.

Projekt	Status Fertigstellung	Gesamt Investition	Fördermittel BMU	Energieeinsparung p.a. / Einsparquote		CO ₂ -Einsparung über Lebensdauer
KGS Thomas Morus Schule	Jan. 2014	53.793 €	11.437 €	23.382 kWh	80 %	276 t
Lise-Meitner Gymnasium	Apr. 2015	32.585 €	12.773 €	9.053 kWh	72 %	107 t
Realschule Am Stadtpark	Apr. 2015	16.392 €	6.557 €	9.391 kWh	56 %	111 t
Sporthalle Neuboddenberg	Apr. 2016	17.300 €	5.190 €	15.446 kWh	60 %	182 t
Theodor Heuss Realschule	Nov. 2016	37.185 €	11.156 €	49.813 kWh	72 %	588 t
Grundschule Im Steinfeld	Ausführung	109.570 €	32.871 €	47.429 kWh	77 %	560 t
Landrat Lucas Gymnasium	Aug. 2016	53.229 €	15.378 €	51.596 kWh	68 %	609 t
Stadtbibliothek	Nov. 2016	128.075 €	38.422 €	61.229 kWh	56 %	723 t
Grundschule Herderstraße	Jul 2019	24.160 €	12.563 €	13.580 kWh	64 %	160 t
Landrat Lucas Gymnasium	Nov. 2017	40.541 €	21.081 €	118.541 kWh	78 %	1.399 t
Grundschule Don Bosco	Ausführung	51.784 €	23.303 €	65.548 kWh	81 %	773 t
Freiherr von Stein Gymnasium	Ausführung	123.562 €	43.247 €	38.041 kWh	85 %	449 t
Gesamtschule Schlebusch	Ausführung	234.068 €	105.331 €	181.691 kWh	82 %	2.144 t
Landrat Lucas Gymnasium	Ausführung	121.640 €	40.541 €	44.496 kWh	77 %	525 t
Summen:		1.043.884 €	379.850 €	729.236 kWh		8.606 t

Tab. 19: Geförderte LED-Beleuchtungsprojekte in Leverkusen seit 2014:

Insgesamt wurden für die Umstellung auf LED-Technik 1,04 Millionen Euro investiert und mit 379.850 Euro gefördert. Dies entspricht einer Förderquote von 36,4%.

Insgesamt wurden 2.450 Lichtpunkte saniert, was zu einer jährlichen Stromeinsparung von



729.236 kWh/a und zu einer Reduktion der CO₂-Emission von 8.606 Tonnen über die Lebensdauer der Beleuchtung führt.

Die energetische Beleuchtungssanierung verbessert neben dem Komfortgewinn durch eine bessere Lichtverteilung auch die Energiekostenausgaben und den Klimaschutz.

3.5.2 Raumluftechnik (RLT-Anlagen)

Die Bundesregierung sieht im Zusammenhang mit der angestrebten Klimaneutralität bis 2050 vor allem in den Bereichen Beleuchtung und Belüftung die größten Einsparpotenziale und so ist die Modernisierung raumluftechnischer Anlagen ein wichtiger Bestandteil der Förderprogrammen des Umweltministeriums.

Für die Umrüstung veralteter Raumluftechnischer Anlagen (RLT-Anlagen) auf energiesparendere Systeme ist für die nachfolgenden Liegenschaften ein Förderprogramm des Bundes in Anspruch genommen worden.

Projekt	Status Fertigstellung	Gesamt Investition	Fördermittel BMU	Energieeinsparung p.a. / Einsparquote		CO ₂ -Einsparung über Lebensdauer
KGS Thomas Morus Schule	< 2016	19.825 €	4.956,25 €	4.649 kWh/a	61 %	58 t
Grundschule Im Kirchfeld	< 2016	26.360 €	3.712,50 €	7.784 kWh	71 %	92 t
Landrat Lucas Gymnasium	< 2016	26.360 €	4.455,00 €	13.556 kWh	52 %	100 t
Sporthalle Berliner Str.171	2016	34.390 €	3.712,50 €	18.800 kWh	85 %	222 t
Landrat Lucas Gymnasium	Mrz 2018	83.380	37.521 €	42.660 kWh	70 %	503 t
Verwaltungsgebäude Reuterstr	Aug 2017	50.172 €	15.679€	12.703kWh	84 %	150 t
Landrat Lucas Gymnasium	Ausführung	106.050 €	37.117 €	22.994 kWh	86 %	247 t
Grundschule Herderstraße	Jun 2019	29.700 €	13.365 €	10.250 kWh	53 %	121 t
Grundschule Theodore. Fontane	Okt 2019	61.815 €	27.817 €	510 kWh	neu	neu
Grundschule Don Bosco	Ausführung	63.497 €	28.574 €	13.550 kWh	86 %	160 t
Freiherr von Stein Gymnasium	Ausführung	352.328 €	123.315 €	75.990 kWh	78 %	816 t
Werner Heisenberg Gymnasium	Ausführung	622.109 €	279.949 €	133.800 kWh	81 %	1.579t
Gesamtschule Schlebusch	Ausführung	582.257 €	262.016 €	125.793 kWh	65 %	1.484 t
Summen:		2.058.243 €	842.190 €	483.039 kWh		5.532 t

Tab. 20: Geförderte Kompaktlüftungsanlagen mit WRG in Leverkusen seit 2014:

Insgesamt wurden 13 in die Jahre gekommene Lüftungsanlagen durch hocheffiziente RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) inklusive Steuer- und Regeltechnik saniert, was zu einer jährlichen Stromeinsparung von 483.039 kWh/a an elektrischer Energie führt. Dies ergibt eine CO₂-Emissionsreduktion von 5.532 Tonnen.



Nicht eingerechnet sind die Einsparungen durch die über 80 % zurück gewonnene Heizenergie.

In die Modernisierung der Lüftungsanlagen investierte die Gebäudewirtschaft rund 2,1 Millionen Euro und generierte Fördermittel in Höhe von 842.190 Euro, Dies entspricht einer Förderquote von rund 41 %.

Die energetische Modernisierung der hocheffizienten Raumluftechnik verbessert nicht nur die bedarfsgerechte Luftqualität und –verteilung in den immer dichter sanierten Gebäuden, sondern führt zu Energiekosteneinsparungen und entlastet die Umwelt.

Weitergehende Informationen zu Förderprojekten der Stadt Leverkusen sind im Internet zu finden unter:

<http://www.leverkusen.de/leben-in-lev/natur-umwelt/klimaschutz/fuer-kommunen.php>



3.6 Einsatz innovativer Technik

Das neue Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) verpflichtet zur anteiligen Nutzung regenerativer Energien. Es gilt wie bisher auch für Neubauten der öffentlichen Hand oder Gebäude, die grundlegend renoviert werden.

Das GEG sieht als Erfüllungsoptionen die Nutzung von Solartechnik, Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Brennstoffzellenheizung sowie Fern- und Abwärme vor. Diese Technikanteile gewinnen von Jahr zu Jahr immer mehr an Bedeutung.

Mittlerweile betreibt die Gebäudewirtschaft, eine Luft-Wasser-Wärme-Pumpe (LWWP), zwei Wasser-Wasser-Wärmepumpen (WWWP) als Geothermie-Anlagen und drei Block-Heiz-Kraftwerke (BHKW) sowie eine Absorptionskälteanlage.

3.6.1 Geothermie / Wärmepumpentechnik

Wärmepumpen können Wärme von einem tiefen Temperaturniveau auf ein höheres anheben (pumpen) und umgekehrt. Die von der Wärmepumpe gewonnene Nutzwärme wird für die Raumheizung im Niedertemperaturbereich genutzt.

Als Wärmequelle für den Prozess dient indirekt gespeicherte Sonnenenergie in Luft, Wasser oder Erdreich. Die Wärmepumpe benötigt für das Umwandeln von Umweltwärme in nutzbare Heizungswärme elektrischen Strom. Aus einem Energieanteil von 25 % Strom für den Antrieb und 75 % kostenloser Umweltwärme erzeugt sie Wärme.

Wärmepumpen arbeiten umso effektiver, je geringer der erzeugte Temperaturhub (Verhältnis Außentemperatur/Systemtemperatur innen) ist. Fußbodenheizungen sind deshalb optimal für das Zusammenspiel mit ihnen geeignet.

Bezeichnung	Adresse	Energetischer Standard	Innovationsbeschreibung
Mädchentreff	Kolberger Str. 20	Niedrigsthausenergiestandard (KfW55)	WWWP mit Geothermie Einsatz für Wärmeerzeugung u. kontrollierte Belüftung mit WRG
KiTa	Heinrich-Lübke-Straße 142	Niedrigsthausenergiestandard (KfW55)	WWWP mit Geothermie Einsatz für Wärmeerzeugung u. kontrollierte Belüftung mit WRG
Erweiterung Gesamtschule	Ophovern Str. 4	Niedrigsthausenergiestandard (KfW55)	LWWP für die Bereitstellung für Wärme und Kühlung im Sommer

Tab. 21: Objekte mit Wärmepumpentechnik und Geothermienutzung

3.6.2 Kraftwärmekopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung ist eine umweltfreundliche Art der Energieerzeugung, da diese Anlagen gleichzeitig Strom und Wärme erzeugen. Damit wird der eingesetzte Brennstoff, meist



Erdgas, mit hohem Wirkungsgrad ausgenutzt und in sogenannte Blockheizkraftwerken (BHKW) angewendet, die zur Minderung von CO₂-Emissionen in Leverkusen beitragen.

Die Kraft-Wärme-Kopplung nimmt für die Gebäudewirtschaft eine zunehmend zentrale Rolle bei der Energieversorgung städtischer Gebäude ein. Neben dem effizienten Energieeinsatz lassen sich so Energiekosten bei gleichzeitigem Wärme- und elektrischem Energiebedarf einsparen. Gesetzliche Abgaben und Steuern entfallen nur auf das bezogene Energiemedium Gas, und das Abfallprodukt Strom dient zur Eigenstromnutzung. Überschüssiger Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist und entsprechend vergütet.

Trotzdem stellt jede Anlagenplanung eine besondere Herausforderung dar, denn es gilt das BHKW nicht nur bedarfsgerecht in einer Heizzentrale unterzubringen, sondern auch einen ökonomischen Betrieb sicherzustellen, weil meist ein zweiter Wärmeerzeuger für den Spitzenlastbetrieb erforderlich ist.

Ein geeigneter Aufstellort für BHKW, Spitzenlastkessel und Heizwarmwasserspeicher ist eine zwingende Voraussetzung für die rohrseitige Einbindung in das Heizsystem, das Gasnetz und die Abgasanlage.

Eine spezifische Regelungstechnik steuert BHKW und Spitzenkesselanlage mit den Speichern bzw. ist in eine bestehende Gebäudeleittechnik (GLT) integriert. Darüber hinaus ist ein elektrischer Anschluss an das Stromnetz mit einer Zählereinrichtung erforderlich.

Bezeichnung	Adresse	Betrieb seit	Leistung [kW _{el}]	Leistung [kW _{therm}]	Anmerkung
KiTa	Nikolaus-Groß-Straße 2	3.8.2015	3	8	Einbau zur Erfüllung Mindestanforderung ENEC als Kompensationsmaßnahme
Unterkunft	Sandstraße 69	9.6.2020	20	39	KWK-Nutzung mit überschüssiger Stromeinspeisung ins öffentliche Netz
Feuerwehr	Edith-Weyde-Straße 12	8.2.2019	114	179	KWK-Nutzung zur Bereitstellung von Kälte u. Wärme mit überschüssiger Stromeinspeisung ins öffentliche Netz

Tab. 22: BHKW-Anlagen in städtischen Gebäuden der Gebäudewirtschaft

Die Integration eines BHKW kann mitunter relativ aufwendig und unwirtschaftlich sein. Der BHKW-Einsatz in Nahwärmenetze durch Zusammenschluss einzelner Gebäude oder bei komplexen Funktionsgebäuden begünstigen die Wirtschaftlichkeit. So unterstützt beispielsweise ein BHKW im Neubau der Flüchtlingsunterkunft Sandstraße die 84 Wohneinheiten mit Wärme und Strom ebenso in der neuen Hauptfeuerwache den Wärme-, Kälte- und elektrischen Energiebedarf.



3.6.3 Photovoltaik-Anlagen auf städtischen Dächern

In allen Gebäuden der städtischen Liegenschaften wird laufend elektrische Energie für den Betrieb benötigt. Zusätzlich wird von einem zukünftig steigenden Strombedarf ausgegangen. Die Gebäudewirtschaft setzt zur Energieeinsparung zukünftig auf Photovoltaik-Anlagen zur Eigenstrom-Erzeugung von regenerativem Strom.

Im Rahmen von Neubaumaßnahmen oder Sanierungen werden durch die Gebäudewirtschaft zunehmend eigene Photovoltaik-Anlagen realisiert.

Die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen setzt sich aus den Ersparnissen durch Eigenstromnutzung und Einnahmen durch die Einspeisevergütung zusammen, welche den Ausgaben für die Anschaffung sowie Betriebskosten und Wartungskosten gegenüberstehen. Die Strombezugs-kosten liegen heute deutlich oberhalb der Einspeisevergütung, weshalb ein hoher Direktverbrauch (Eigenstromnutzung) der Netzeinspeisung vorzuziehen ist.

Mit sinkenden Investitionskosten und steigenden Strompreisen wächst die Wirtschaftlichkeit der eigenen PV-Anlagen stetig weiter.

Installierte Photovoltaik-Anlagen							
Anschrift	Baujahr	Inst. Leistung [kW _{peak}]	prog. Strom-erzeugung [kWh/a]	Ertrag 2017	Ertrag 2018	Ertrag 2019	Ertrag 2020
Netzestr.12	28.09.2012	98,4	80.688	73.350	77.450	72.450	74.949
Miselohestr.4	02.10.2012	39,6	32.472	31.234	32.459	30.037	25.983
Wiembachallee 16	12.06.2012	45,54	37.343	37.200	38-039	38.289	42.252
Peter-Neuenheuser Str. 7-11	20.09.2012	78	63.960	66.600	71.050	59.836	62.114
Deichtorstraße 2	31.03.2019	581,9	477.158				501.138
Am Stadtpark 50	02.10.2012	1,08	886	1.013	1.161	1.079	1.158
Peter-Neuenheuser Str. 7-11	02.10.2012	1,08	886	645	373	220	221
Ophovener Str. 4	02.10.2012	1,08	886	676	900	825	902
Deichtorstraße 2	02.10.2012	2,08	1.706	1.836	1.848	33	1.791
Morsbroicherstr.77	02.10.2012	1,2	984	1.010	1.198	538	395
In der Wasserkuhl 3	02.10.2012	1,225	1.005	1.017	647	1.097	1.152
Summe EVL (Pachtvertrag)		852,27	698.858	214.581	225.123	204.404	712.054
Kolbergerstraße 95	27.11.2017	8,1	6.642	311	6.441	6.018	6.131
Neukronenberger Str. 95	26.4.2021	56,925	46.678				
Summe Eigenanlagen GWL		65,025	53.320	311	6.441	6.018	6.131

Tab. 23: Übersicht PV-Anlagen städtischer Dächer inklusive Ertragssituation 2017-2020

Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil, den die Gebäudewirtschaft zukünftig nutzen möchte, ist die langfristige Kostensicherheit durch die Eigenversorgung mit PV-Strom, da diese nicht der allgemeinen Preissteigerung von Energie unterliegt.



Photovoltaik-Anlagen in Planung		
Bezeichnung (NB) = Neubau (San) = Sanierung	Anschrift	Geplante Inst. Leistung [kW _{peak}]
Sporthalle Gesamtschule (San)	Ophovener Straße 4	176
Grundschule (NB)	Quettingerstraße 90	38
Sporthalle Lise-Meitner (San)	Am Stadtpark 50	140
Grundschule (San)	Lohrstraße 85	100
Gymnasium (NB)	Morsbroicher Str 77	144
Grundsschule (NB)	Dönhoff Str. 94	85
Grundschule (NB)	Morsbroicher Str 14	56
Grundschule (NB)	Scharnhorststraße 5	105
Realschule (NB)	Am Stadtpark 23	90.
Jugendwerkstatt (NB)	Rathenaustraße 87	31
KiTa (NB)	Heinrich-Lübke-Straße 142	100
Feuerwehr (NB)	Am Steinberg 210	55
Grundschule (NB)	Burgweg 38	n.b.
Grundschule (NB)	In der Wasserkühl 3	n.b.
Grundschule (NB)	Hans-Schlehahn Str. 6	n.b.
Grundschule (NB)	Carl-Maria-von-Weber Platz 3	n.b.
	Summe	1.120

Tab. 24: Übersicht geplante PV-Anlagen städtischer Dächer Nachfolgejahre

Aktuell sind 16 Photovoltaik-Anlagen in der Planung mit einer potenziellen Leistung von ca. 1.120 kW_{peak}.



4. Energiebeschaffung 2020

Eine bedeutende Aufgabe des Energiemanagements umfasst den Abschluss, die Überwachung und die Anpassung von Lieferverträgen – insbesondere für Strom, Erdgas und Fernwärme. Mit der richtigen Beschaffungsstrategie können erhebliche finanzielle Einsparpotenziale realisiert werden.

Zum 01.01.2020 hat der Fachbereich Gebäudewirtschaft Leverkusen (ebenso KSL, TBL SPL u. a.) mit der Energieversorgung Leverkusen EVL einen Beschaffungsvertrag zur Lieferung von Strom und Erdgas abgeschlossen.

Ziel war es, ein vereinfachtes und vereinheitlichtes Beschaffungsverfahren zu organisieren, welches das Vertragsmanagement, die Abrechnung der Lieferung sowie die Hinzunahme zukünftiger Verbrauchsstellen im Aufwand geringhält.

Zusätzlich wurden neben den Regelungen zu den Energie-Tarifgruppen weitere vertragliche Leistungen wie beispielsweise die 100 % klimaneutrale Energiebeschaffung und Vereinbarungen zum beiderseitigen Vorteil im Beschaffungsvertrag festgehalten.

Die strukturierte Beschaffung am Großhandelsmarkt übernimmt die EVL, sodass die Stadt Leverkusen weiterhin von einem zuverlässigen Partner versorgt wird.

Die Gesamtpreise für Strom und Erdgas setzen sich aus mehreren Bestandteilen zusammen:

- Rohstoffpreise am Handelsplatz bzw. Energiebörse inkl. Lieferung (Energiepreis)
- Entgelte für überregionale und örtliche Netznutzung bzw. Durchleitung Konzessionsabgaben, Abrechnung und Messstellenbetrieb (Netzentgelt)
- Stromsteuer bzw. Energiesteuer auf Erdgas
- Umlagen für den Ausbau erneuerbaren Stroms (EEG-Umlage)
- Weitere Umlagen für netzdienliche Leistungen im Stromnetz (sonst. Umlagen)

Zur Minimierung des Preisrisikos ist eine monatliche Tranchenbeschaffung vereinbart.

4.1 Gasbeschaffung 2020

Die Stadt Leverkusen lässt für rund 173 Abnahmestellen der Gebäudewirtschaft, KSL, TBL SPL u.a. an einer Warenbörse den Gasbedarf einkaufen. Da die Stadt jedoch nicht über die erforderliche Zulassung für den Handel an der Börse verfügt, tätigt die Energieversorgung Leverkusen (EVL) diesen Gaseinkauf.

Die vereinbarte monatliche Tranchenbeschaffung führt zur Minimierung des Preisrisikos.

Darüber hinaus kauft die EVL für die Lieferung von 100 % zertifiziertem Gas aus erneuerbaren

Energien die erforderlichen Herkunftszertifikate und lässt diese entwerfen.

Der Erdgasbezug hat sich in den letzten vier Jahren tendenziell verbilligt. Dies ist eine Folge der Entwicklung von Angebot und Nachfrage beim fossilen Energieträger Erdgas. Vergleichbar mit Rohöl oder Kohle ist Erdgas inzwischen ein global gehandelter Rohstoff und unterliegt somit dem weltweiten Marktgeschehen.

Aufgrund des börsennahen Beschaffungsmodells der Stadt fließen diese Marktentwicklungen, versetzt um ein Jahr, in die Energiepreise ein. Die Bezugspreise sinken im dritten Jahr in Folge und liegen 2021 voraussichtlich zwischen 4 und 4,5 Cent pro Kilowattstunde ohne Abgaben.

Da ab 2021 die CO₂-Bepreisung auf fossile Brennstoffe beginnt, könnte dies zu einer Trendumkehr und Verteuerung des Gaspreises führen. Bis 2025 soll diese Abgabe auf CO₂-Emissionen schrittweise von 25 € auf 55 € je Tonne steigen. Dadurch könnte das Erdgas um bis zu 1,5 Cent pro kWh teurer werden.



Abb. 30: Prozentuale Gas-Tarif Preisbestandteile Lieferjahr 2020/13

Der Einfluss auf die Preisgestaltung der Gaslieferung durch den Wettbewerb an der Warenbörse liegt bei 32,16 %. Gesetzlichen Abgaben, Steuern und Netzentgelte haben einen Kostenanteil von 57,92 %. Der Dienstleistungsanteil für die Gasbeschaffung beträgt 9,92 % und wird der Beschaffung zugerechnet.

¹³ Gemittelter Arbeitspreis (Mischkalkulation) der meisten Abnahmestellen.

4.2 Strombeschaffung

Beim Strom konnten gute Einkaufskonditionen den starken Anstieg des Gesamtstrompreises etwas abmildern, aber nicht kompensieren. Den größten Anteil am Strompreis machen mittlerweile Steuern, Abgaben und Umlagen aus. Den größten Anteil bildet hierbei die EEG-Umlage¹⁴. Der Preisanteil, der über den Einkauf beeinflusst werden kann, beträgt etwa 23 %.

Der Trend für die Strompreise zeigt inzwischen wieder deutlich nach oben. Bis 2018 konnte die wachsenden Kosten für die EEG-Umlage durch gefallene Großhandelspreise fast kompensiert werden. Seitdem steigen die Börsenpreise wieder und verteuerten sich in 2019 deutlich. In 2020 sind, bedingt durch COVID19-Pandemie, die Energiepreise wieder gesunken und die EEG-Umlage wurde gesetzlich gedeckelt.

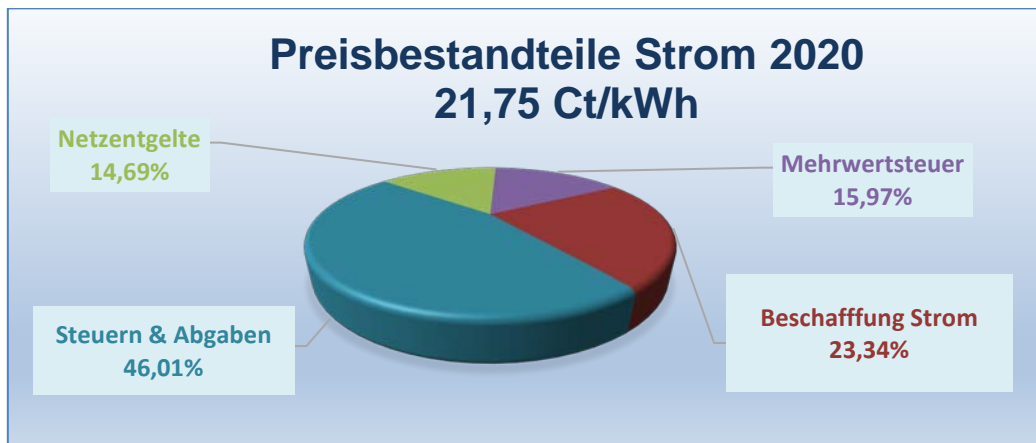


Abb. 31: Prozentuale SLP¹⁵-Tarif-Preisbestandteile Lieferjahr 2020

4.3 Öko- bzw. Grünstrom

Der Stromeinkauf für alle städtischen Gebäude und städtischen Beteiligungen erfolgt zentral über das Energiemanagement der Gebäudewirtschaft. Vorbildliches Handeln ist auch beim Strombezug angezeigt, weshalb ab 2020 auf 100 % Ökostrom umgestellt wurde. Die Stadt Leverkusen bezieht ein vom TÜV zertifiziertes hochwertiges Stromprodukt des örtlichen Energielieferanten EVL.

Der von der EVL gelieferte „Ökostrom“ zeichnet sich durch folgende Produktmerkmale aus:

- umweltschonende Erzeugung aus 100 % Wasserkraft
- keine Beteiligung an Atom- und Braunkohlekraftwerken
- Herkunftsnachweis über die Stromerzeugung

¹⁴ EEG-Umlage: Jährlich neu festgelegter und entrichtender Aufschlag je bezogene kWh, gemäß erneuerbare-Energien-Gesetz für nicht privilegierte Letztverbraucher

¹⁵ Ein Standardlastprofil (SLP) ist eine Kurve, die den durchschnittlichen Verlauf des Stromverbrauchs für eine vordefinierte Kundengruppe, wie z.B. Haushaltskunden, innerhalb eines Zeitraums darstellt.

4.4 Fernwärme

Die Fernwärme in Leverkusen wird größtenteils über das lokale städtische Müllheizkraftwerk der AVEA erzeugt. Mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird erzeugter Strom in das Stromnetz und die Wärme in das Fernwärmenetz eingespeist. Darüber hinaus speisen zwei Heizwerke der EVL in Rheindorf und Stadtmitte ebenfalls Wärme ins Fernwärmenetz ein.

Ob ein Heizsystem wirtschaftlich arbeitet, entscheidet letztendlich der Preis, der für Brennstoff und Technik gezahlt werden muss. Zum einen schlagen die Anschaffungskosten zu Buche, zum anderen sind die laufenden Kosten ein nicht unerheblicher Aspekt bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung.

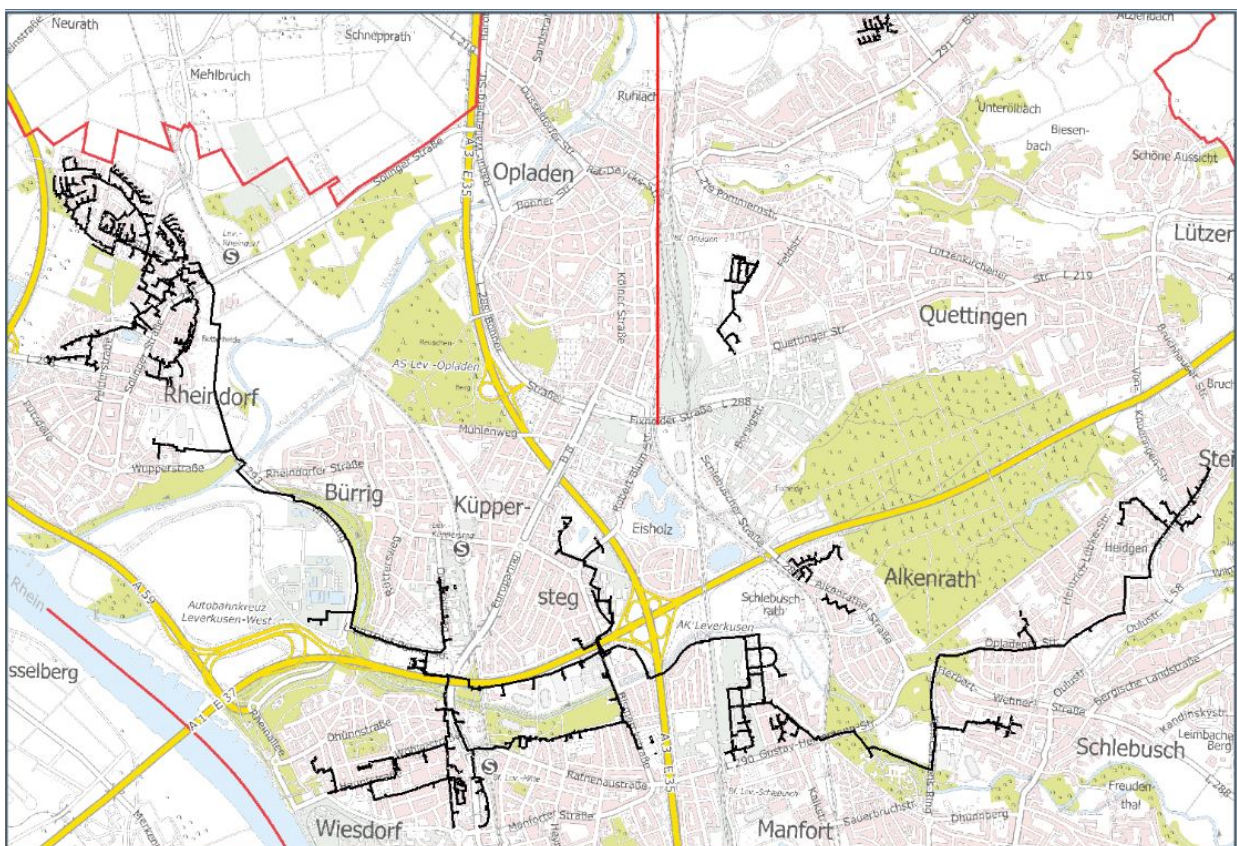


Abb. 32 Übersichtsplan Fernwärmenetze Stadtgebiet Leverkusen

Ob sich Fernwärme lohnt, hängt vom Wärmebedarf ab. Wird nur wenig Wärme vom Versorger abgenommen, weil beispielsweise die Heizlast des Gebäudes, bedingt durch Bauweise oder Sanierungsmaßnahmen, besonders niedrig ist, kann die vermeintlich günstige Fernwärme schnell zur Kostenfalle werden.

Mit einer Faustformel lässt sich grob abschätzen, ob Anschlussleistung und Verbrauch in einem günstigen Verhältnis stehen. Die verbrauchte Jahres-Wärmemenge in Kilowattstunden geteilt durch die Anschlussleistung in Kilowatt beschreiben die Nutzungsdauer, und diese sollte ungefähr 1.800 Stunden betragen.



Für die Fernwärme sprechen:

- dass die Heizwärme „gebrauchsfertig“ in das Gebäude geliefert wird;
- keine Fläche für Wärmeerzeuger und Brennstofflager notwendig;
- geringer Raumbedarf der Übergabestation;
- keine Wartungskosten für Heizanlage und Kamin;
- Anschaffung einer teuren Heizanlage entfällt;
- Erzeugung in zentralen Heizkraftwerken mittels Kraft-Wärme-Kopplung weist eine günstige CO₂-Bilanz auf.

Manche dieser vermeintlichen Vorteile besitzen bei genauerer Betrachtung auch eine Kehrseite und können am Ende nachteilig sein:

- durch lange Transportwege zum Verbraucher geht viel Wärme verloren;
- nachteilig können die fossilen Energieträger wie Kohle, Gas oder Öl sein;
- langfristige vertragliche Bindung an den Versorger;
- Grundpreiskosten der Fernwärme können die ersparte Anschaffungs- und Wartungskosten für eine eigene Heizanlage übersteigen.

Betriebs- einrichtung	Fernwärme	Fernwärmebeschaffung			
		2017	2018	2019	2020
Gebäudewirtschaft Leverkusen	Abnahme-/ Messstellen	36	36	36	34
	Anschluss Leistung [kW]	15.280	15.282	15.282	14.982
	Energiemenge [GWh]	18.217.311	16.465.907	17.507.417	17.858.862
	Grundpreis [€]	578.570	621.750	635.400	647.858
	Arbeitspreis [€]	1.062.360	944.730	1.020.420	1.064.638
	Gesamtkosten [€]	1.640.930	1.566.480	1.655.820	1.712.496

Tab. 25: Übersicht Fernwärmeabnahme EVL 2017-2020

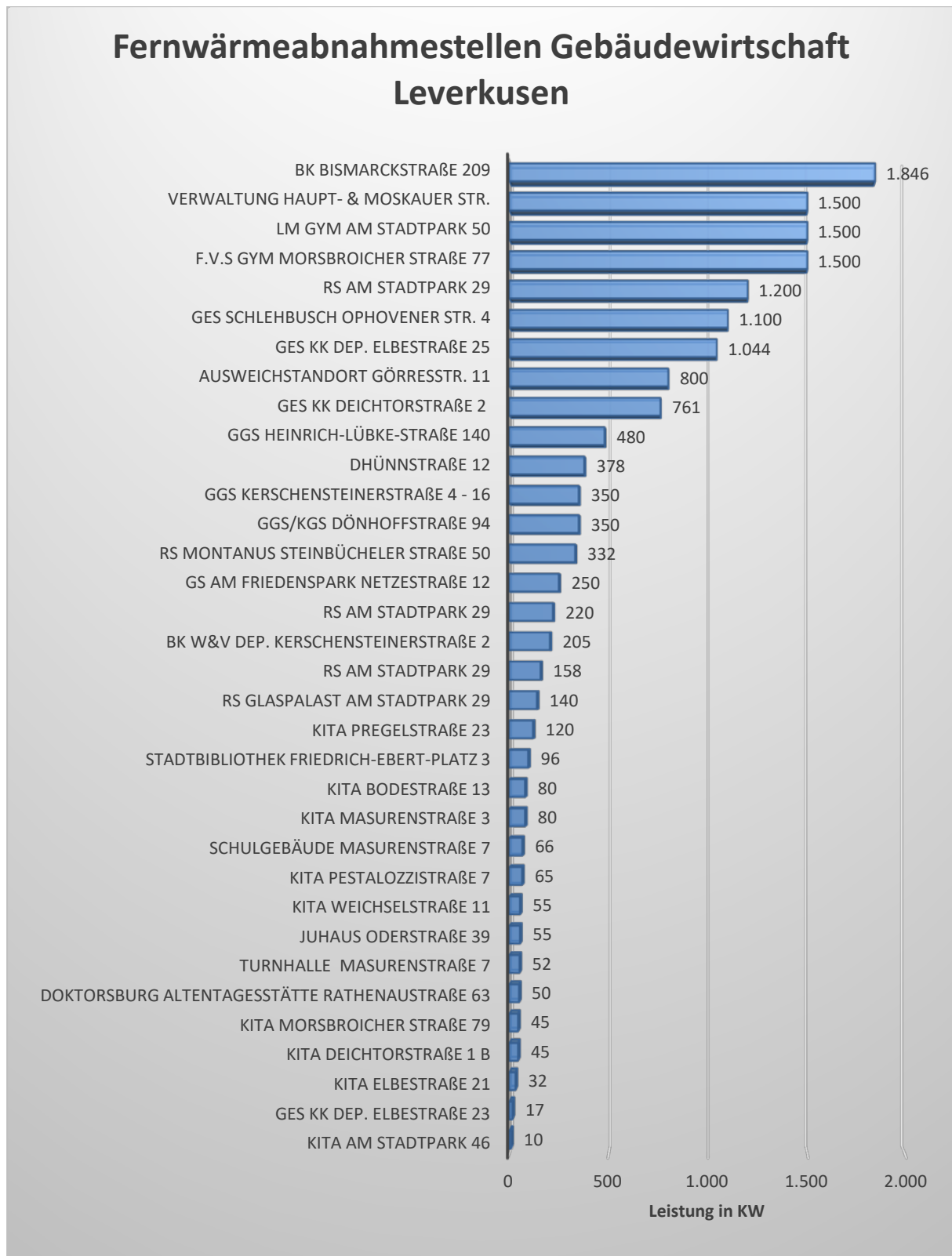


Abb. 33: Übersicht Fernwärmeabnahmestellen mit Leistungsangaben der GWL in 2020



4.5 Sonstige Energieträger

Der Energieträger Heizöl findet immer weniger an Bedeutung für die Gebäudewirtschaft, weil eine Umstellung auf andere Energieträger erfolgt.

Seit 2020 werden nur noch zwei Liegenschaften von insgesamt sechs Liegenschaften mit Heizöl versorgt.

Beschaffung	2017	2018	2019	2020
Flüssiggas [l]	16.094	12.289	14.926	14.214
Kosten [€]	15.209	11.920	13.277	13.049
Mittlerer Flüssiggaspreis [€/l]	0,95	0,97	0,89	0,92
Heizöl [l]	23.023	24.701	9.928	5.355
Heizöl [kWh]	225.624	242.070	97.295	52.479
Kosten [€]	10.405	19.153	6.655	1.965
Mittlerer Heizölpreis [€/l]	0,45	0,78	0,67	0,37

Tab. 26: Übersicht Heizölbeschaffung 2017-2020

In 2020 reduzierte sich, bedingt durch COVID19-Pandemie, der Heizölpreis um 45 % auf 0,37 €/l gegenüber 2019 mit 0,67 €/l. Durch die sehr geringen Abnahmemengen in 2020 blieb die Kosteneinsparung aus.

Die Flüssiggaspreise verhalten sich analog zur Preisentwicklung von Heizöl auf einem ähnlich niedrigen Preisniveau.

Das für 2020 beschaffte Flüssiggas für zwei Gebäude lag durchschnittlich bei 0,92 €/l. Die Mehrkosten von 0,03 €/l fielen mit 3 % Preissteigerung moderat aus.



5. Gesetzliche Anforderungen

5.1 Gebäude-Energie-Gesetz GEG 2020:

Das Gebäudeenergiegesetz GEG 2020 gilt bundesweit für Gebäude und ihre Anlagentechnik zum Heizen, Lüften, Warmwasserbereiten, Kühlen, Automatisieren und für Nichtwohnbauten auch zum Beleuchten.

Neu ist vor allem, dass die Bundesregierung die bisher parallellaufenden, energiesparrechtlichen Regeln für Gebäude in einem einzigen Gesetz zusammengefasst hat.

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und die Energieeinsparverordnung (EnEV) waren in die Jahre gekommen und wurden nun vom GEG abgelöst.

Das GEG trat am 1. November 2020 in Kraft und hat folgende bisherige Energieregeln für Gebäude außer Kraft gesetzt:

- Energieeinsparungsgesetz (EnEG 2013),
- Energieeinsparverordnung (EnEV 2014, ab 2016 erhöhter Neubau-Standard),
- Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG 2011).

5.1.1 Was fordert das GEG für zukünftige Nichtwohnbauten?

Mit dem GEG wurde der Begriff „Niedrigstenergiegebäude“ eingeführt, nach denen zukünftig Neubauten zu planen und zu errichten sind. Im Wesentlichen basiert dies auf dem Stand der alten Energieeinsparverordnung (EnEV ab 2016).

Der Begriff des Niedrigenergiegebäudes definiert drei Anforderungen:

1. Gesamtenergiebedarf
2. Vermeidung von Energieverlusten durch den baulichen Wärmeschutz
3. Wärme- und Kältebedarf anteilig durch erneuerbare Energie zu decken

Ferner definiert das GEG 2020 den Begriff „öffentliches Gebäude“ nun präziser als das EEWärmeG. Ein „öffentliches Gebäude“ ist ein Nichtwohngebäude im Eigentum der öffentlichen Hand und wird von einer Behörde genutzt.

Das Gesetz gilt nicht nur für Neubauten, sondern sieht verschiedene Nachrüstpflichten im Bestand vor. Auch bei Sanierung, Anbau oder Ausbau greifen die Anforderungen des GEG sowie bei der Renovierung öffentlicher Gebäude.

5.1.2 Was gilt bei der Sanierung öffentlicher Gebäude?

Wie bisher vom EEWärmeG 2011 gefordert, müssen öffentliche Gebäude auch gemäß GEG nach einer grundlegenden Renovierung ihren Wärme- und Kältebedarf teilweise durch erneuerbare Energien decken. „Grundlegend renoviert“ wird ein öffentliches Gebäude, wenn innerhalb von zwei Jahren der Heizkessel ausgetauscht oder die Heizung



auf einen anderen fossilen Energieträger umgestellt sowie 20 Prozent der Oberfläche der Gebäudehülle saniert wird.

- **Erneuerbare Energien**

Das GEG stellt für die anerkannten erneuerbaren Energien – solare Strahlungsenergie, feste und flüssige Biomasse sowie erneuerbare Kälte – auch bestimmte Nutzungsbedingungen, die erfüllt werden müssen. Wenn mehrere öffentliche Gebäude in einer Liegenschaft stehen, können sie ihre Nutzungspflicht auch gemeinsam erfüllen. Es besteht auch die Option, dass der Eigentümer oder ein Betreiber auf dem Dach des Gebäudes eine genügend große Solaranlage installieren lässt und die erzeugte Wärme oder Kälte von Dritten verbraucht wird. Letztere dürfen allerdings damit nicht ihre Nutzungspflichten nach dem GEG decken.

- **Ersatzmaßnahmen**

Als Ersatzmaßnahmen erkennt das GEG für grundlegend sanierte öffentliche Gebäude auch die Nutzung von Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen KWK, die Einsparung von Energie sowie Fernwärme oder Fernkälte an. Für all diese Optionen sieht das Gesetz spezielle, verpflichtende Nutzungsbedingungen vor.

Bei der Energieeinsparung darf der Jahres-Primärenergiebedarf des sanierten Gebäudes die Vorgaben des GEG für das Referenzgebäude nicht übersteigen und der mittlere U-Wert der Außenhülle darf höchstens das 1,25-fache der Höchstwerte der mittleren U-Werte der Gebäudehülle nach Anlage 3 des GEG betragen.

6. Tätigkeitsfelder Energiemanagement

Seit 2008 betreibt die Stadt Leverkusen ein kommunales Energiemanagement. Dessen Kernaufgaben für die städtischen Liegenschaften sind:

- Überwachung der Energieverbräuche und Begrenzung der Energiekosten
- Kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz
- Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energien.

Damit leistet die Stadt Leverkusen einen Beitrag zum Klimaschutz und nimmt ihre Vorbildfunktion im Rahmen der Energiewende wahr. Die personellen und finanziellen Mittel für mehr Energieeffizienz sind wie in allen Kommunen begrenzt. Daher ist das Energiemanagement stets bestrebt, die verfügbaren Ressourcen so einzusetzen, dass der größtmögliche Effekt auf Energiekosten, Energieverbrauch und Klimaschutz erzielt werden kann.

Die Aufgaben des Energiemanagements sind vielfältig:



Abb. 34: Schnittmengen des KEM mit städtischen Bereiche



6.1 Energiemanagement als Daueraufgabe

Das kommunale Energiemanagement sieht sich auch zukünftig vor neue Herausforderungen und Aufgaben gestellt, die neues Einsparpotential erschließen und bisherige Einsparungen erhalten sollten. Wichtig ist ebenfalls die bisherigen Anforderungen nicht aus den Augen zu verlieren wie beispielsweise:

- Ausweitung des regelmäßigen Energiecontrollings der Gebäude
- Aktualisierung von Leitlinien und Anweisungen wie bspw. Nachhaltiges und wirtschaftliche Bauen, Bau-Qualitätsstandards
- Anpassungen von Betriebs- und Bedienungs- sowie von Dienstanweisungen

Energiemanagement ist eine Daueraufgabe. Einmal angestoßene Prozesse und Strukturen müssen für die Erschließung von weiterem Einsparpotential aufrechterhalten, fortgeführt und ausgeweitet werden, um die Einsparungen auch für die Zukunft zu sichern und weiter nachhaltig auszubauen.

Die bereits umgesetzten Maßnahmen zeigen, dass der eingeschlagene Weg richtig ist. Die Energieverbräuche und die Umweltbelastung sinken.

6.2 Verstärkung des Energiemanagements ist notwendig

Die Umsetzung der Anforderungen an das Energiemanagement ist jedoch abhängig von der personellen Ausstattung, die derzeit für die notwendigen Aufgaben nicht ausreicht. Es wird deutlich, dass eine erfolgreiche Realisierung der Anforderungen an das Energiemanagement nur mit zusätzlichen personellen und ausreichenden finanziellen Ressourcen möglich ist.

Die Stadtverwaltung und die politischen Entscheidungsträger sollten einen Fokus auf die anzustrebende Klimaneutralität legen, das finanzielle Budget für energetische Sanierungen massiv erhöhen sowie das Energiemanagement durch Aufstockung der Personalkapazitäten verstärken.

6.3 Zukünftige Schwerpunkte

Klimaschutz ist eng mit dem Gebäudesektor verbunden. Denn die Nutzung von Gebäuden verursacht in Deutschland rund 35 % der CO₂-Emissionen. Hinzu kommen der Energieverbrauch für die Errichtung sowie für die Herstellung verwendeter Baumaterialien. Klimafreundliche Gebäude sind heute bereits möglich, erfordern jedoch ein weitreichendes Umdenken.

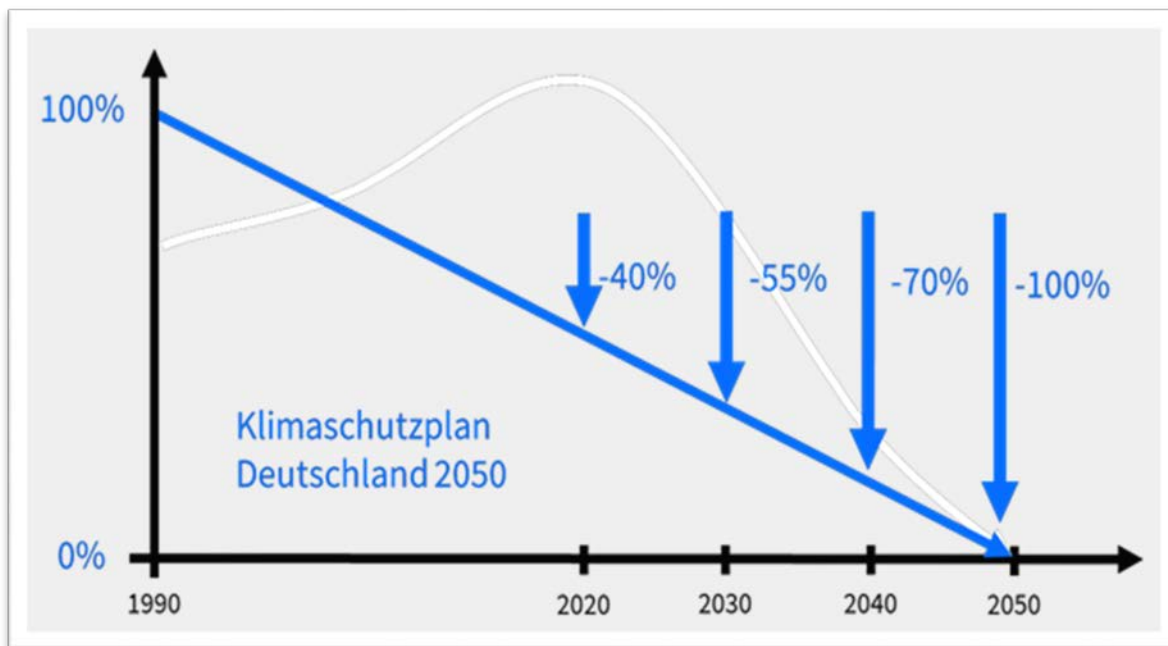


Abb. 35: Klimaschutzplan Deutschland 2050

- **Zur Umsetzung des Klimaschutzplan muss die Energetische Gebäudesanierung forciert werden.**

Bei der energetischen Sanierung von Gebäudehüllen müssen größere Anstrengungen unternommen werden. Hier besteht ein großes Einsparpotenzial, da die Wärmeversorgung in der Regel der Gebäude die meisten Treibhausgase verursacht. Die städtischen Gebäude aus den 70er- und 80er Jahren benötigen durchschnittlich noch 100 Kilowattstunden Wärme je Quadratmeter und Jahr (kWh/m²) zur Beheizung. Neubauten liegen zum Vergleich bei unter 30 kWh/m². Erst wenn der ältere Gebäudebestand saniert ist, kann der Heizwärmebedarf auf dieses Niveau sinken.

Die Sanierung des Gebäudebestands geht derzeit zu langsam voran, weil weder das entsprechende Budget noch die entsprechende Personalkapazität bereitsteht.

Nur wenn die Sanierungsquote massiv erhöht wird, besteht die Chance, die vom Bund definierten Klimaziele für 2030, 2040 und 2050 zu erreichen, sowie der eigenen kommunalen Vorbildfunktion in Puncto Klimaneutralität gerecht zu werden.

- **Heizwärmebedarf muss reduziert werden**

Der größte Hebel ist die Einsparung von Heizenergie. Dafür muss in erster Linie der Gebäudebestand energetisch saniert werden. Aufgrund des großen Ressourcenbedarfs, insbesondere für Fassadensanierungen, ist dies die schwierigste Aufgabe.

- **Gebäudetechnik automatisieren und digitalisieren**

Durch die Automatisierung der Gebäudetechnik kann zumindest ein Teil des Energiebedarfs eingespart werden. Sensoren und Digitaltechnik werden immer preisgünstiger und können auch nachgerüstet werden. Künftig werden Gebäude daher stark vernetzt sein.

- **Gebäude werden zu Energieerzeugern**

Die Dezentralisierung der Energieerzeugung führt dazu, dass die Erzeugung und Umwandlung von Energie immer mehr zum Verbraucher verlagert wird. Neben klassischer Kraft-Wärme-Kopplung werden künftig auch Brennstoffzellen und die Elektrolyse von Wasserstoff an Bedeutung gewinnen.

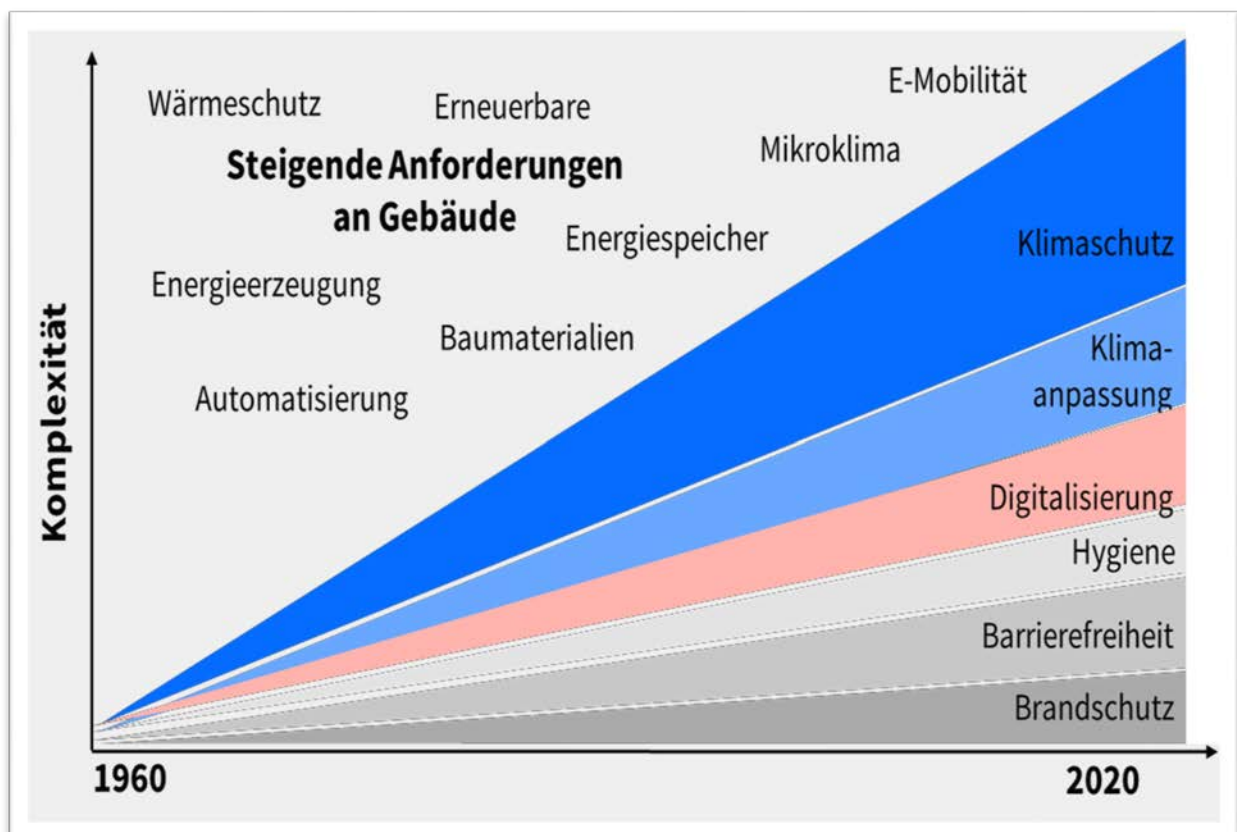


Abb. 36: steigende Anforderungen an städtische Gebäude



- **Photovoltaik und Wärmepumpen sind Schlüsseltechnologien**

Ein möglichst großer Teil der erzeugten Energie muss klimafreundlich gewonnen werden. Daher muss die Solarnutzung an Gebäuden weiter ausgebaut werden. Zudem kann dadurch ohne zusätzlichen Flächenverbrauch Energie direkt dort gewonnen werden, wo sie benötigt wird. Zusätzlich können Wärmepumpen einen wichtigen Beitrag leisten, da diese lokale Umweltwärme in Heizwärme umwandeln.

- **Energiespeicher entlasten Netze**

Um Schwankungen im Energiebedarf und der Erzeugung in einem dekarbonisierten Energiesystem ausgleichen zu können, werden vermehrt Speicherkapazitäten benötigt. Große Wärmespeicher sind heute in Gebäuden schon üblich. Künftig werden elektrische Batteriespeicher sowie saisonale Speicher zum Ausgleich jahreszeitlicher Schwankungen hinzukommen. Mit dem Ausbau des Wasserstoffsektors könnten zusätzlich Gasspeicher sinnvoll werden.

- **Nachhaltige Baumaterialien und Cradle to Cradle**

Auch die Herstellung und Sanierung von Gebäuden muss möglichst CO₂-arm gestaltet werden. Neben dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen als Baumaterial ist auch die Recyclingfähigkeit entscheidend. Zudem muss der Gebäudebestand verstärkt als Materialquelle verstanden werden. So können beispielsweise durch einfach rückbaubare Konstruktionen die Rohstoffkreisläufe wieder geschlossen werden

- **Gebäude für gutes Klima**

Künftig sind verstärkt auch Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas erforderlich. Dazu zählen neben der Klimatisierung von Gebäuden auch die Begrünung und Bewässerung von Fassaden und Dächern. Der Wasserknappheit sowie Starkregenereignissen kann durch die Speicherung von Regenwasser entgegengewirkt werden.

- **Zertifizierungsprozess Kom.EMS¹⁶**

Das Projekt ermöglicht Kommunen, sich zertifizieren und damit öffentlichkeitswirksam auszeichnen zu lassen. Dies kann ein zusätzlicher Anreiz sein, sich erfolgsorientiert mit dem Thema Energiemanagement auseinanderzusetzen und eine Vorbildrolle einzunehmen.

Das Werkzeug bietet die Möglichkeit, das Energiemanagement einer kommunalen Verwaltung anhand von transparenten Kriterien zu bewerten, zu optimieren und zu verstetigen. Hierzu

¹⁶Kom.EMS steht für Kommunales Energiemanagement-System und basiert auf einem systematischen Aufbau und die Versteigerung eines Energiemanagement-Systems in kommunalen Verwaltungen.



gehören sowohl die optimierte Betriebsführung der Bestandsgebäude und Anlagen als auch deren zielgerichtete Verbesserung durch Investitionen.

Ein Online-Tool bietet als webbasiertes Werkzeug die Option, Erfolge beim Energieeinsparen zentral zu evaluieren. So können Verwaltungen beispielsweise die Wirksamkeit von energetischen Investitionen überprüfen.

Die Kooperation von sieben Landesenergieagenturen und die Entwicklung von Kom.EMS ist ein erster Schritt hin zu einem bundeseinheitlichen Qualitätsstandard für kommunales Energiemanagement.



Glossar

Gradtagszahl /Heizgradtage:

Um Aussagen über den Energieverbrauch von Gebäuden zu machen, die nicht von den zufälligen, von Jahr zu Jahr unterschiedlichen, klimatischen Bedingungen abhängig sind, ist eine Normierung auf einen im Durchschnitt zu erwartenden Verbrauch notwendig, eine sogenannte Witterungsbereinigung.

Zu diesem Zweck wird das lokale langjährige Mittel der Jahres-Gradtagszahl herangezogen. Die Gradtagszahl eines Tages ist die Differenz zwischen der mittleren Außentemperatur und der angestrebten Innentemperatur von 20°C. Die Gradtagszahl eines Jahres ist die Summe der Gradtagszahlen aller Tage eines Jahres, an denen die mittlere Außentemperatur unter 15°C liegt.

Der Heizenergieverbrauch schwankt extrem übers Jahr. Eine Erfahrung aus der Praxis belegt, dass in den ersten drei Monaten eines Jahres nahezu 50% der Heizkosten anfallen.

Strom/Gassteuer:

Eine gesetzlich geregelte Verbrauchssteuer. Besteuert wird der Verbrauch bzw. die Entnahme aus dem Netz im deutschen Steuergebiet.

Netznutzung:

Entgelte des Netzbetreibers für die Netznutzung (Transport, Verteilung, Dienstleistung) von Strom und Gas.

Konzessionsabgabe:

Entgelte an die Kommune für die Mitbenutzung von öffentlichen Verkehrswegen durch Versorgungsleitungen

EEG:

Erneuerbare-Energien-Gesetz, zur Förderung von regenerativ erzeugtem Strom.

KWK:

Kraft-Wärme-Kopplung, zur Förderung des mit Hilfe von Kraftwärmekopplung erzeugten Stroms

§19Strom NEV:

Stromnetzentgeltverordnung, regelt die Ermittlung der Netznutzungsentgelte für die Durchleitung von Strom durch die Netze der Stromnetzbetreiber zu den Verbrauchern

Umlage abschaltbarer Lasten, „AbschaltUmlage“:

Diese Umlage wird ab 01.01.2014 staatlich erhoben. Für die Bereitschaft einiger Unternehmen, bei Spitzenlasten im Netz ihren Strombezug zu drosseln oder ganz vom Netz zu gehen, erhalten diese Unternehmen eine Vergütung, die auf alle Stromkunden umgewälzt wird.



Offshore-Haftungsumlage:

Eine neue Umlage seit dem 01.01.2013. Ist die Stromeinspeisung bei Betriebsbereitschaft einer Offshore-Anlage wegen einer Störung oder Verzögerung der Netzanbindung nicht möglich, entstehen dem Offshore-Anlagenbetreiber Schäden, die auf alle Stromkunden umgelegt werden.

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: emittiere, 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.

Gebäude/Einrichtung:

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

Kilowattstunde [kWh]:

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

Kohlendioxid (CO₂):

Farb- und geruchlose 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 — Gesamtheit 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 schweflige 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.

Primärenergiebedarf [kWh/m²a]:

Der **Primärenergiebedarf** (nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) kurz: **Q_P**) eines Systems umfasst zusätzlich zum eigentlichen Energiebedarf an einem Energieträger die Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des Energieträgers benötigt wird (Primärenergie). Zur Ermittlung der Energiebilanz wird der entsprechende Energiebedarf unter Berücksichtigung der beteiligten Energieträger mit einem **Primärenergiefaktor (PEF, f_P)** multipliziert.

Nutzenergiebedarf [kWh/m²a]:

Die Nutzenergie steht nach der letzten Umwandlung als nutzbare Dienstleistung zur Verfügung, zum Beispiel als Wärme für Raumheizung, mechanische Arbeit von Motoren oder als Licht aus Lampen.

Der Nutzenergiebedarf zur Gebäudeheizung wird **Heizwärmebedarf** genannt. Es ist die Energiemenge, die von dem Wärmeübertrager (Heizkörper, Fußbodenheizung) an den Raum übergeben wird.

Heizwärmebedarf [J/kW(m²a)]:



Der **Heizwärmebedarf** (HWB) gibt an, wie viel Wärmeenergie ein Gebäude innerhalb eines Jahres abhängig von seiner zu beheizenden Fläche benötigt, damit in den Räumen eine gewünschte Temperatur erreicht wird. Der HWB wird in Joule/Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr angegeben.

Cradle to Cradle

Cradle to cradle (engl. „von Wiege zu Wiege“, sinngemäß „vom Ursprung zum Ursprung“; abgekürzt auch C2C) ist ein Ansatz für eine durchgängige und konsequente Kreislaufwirtschaft.

Das auch als Philosophie bzw. System wahrnehmbare Prinzip wurde Ende der 1990er-Jahre von dem deutschen Chemiker Michael Braungart und dem US-amerikanischen Architekten William McDonough entworfen. „Cradle-to-Cradle-Produkte“ sind demnach solche, die entweder als biologische Nährstoffe in biologische Kreisläufe zurückgeführt oder als „technische Nährstoffe“ kontinuierlich in technischen Kreisläufen gehalten werden können.