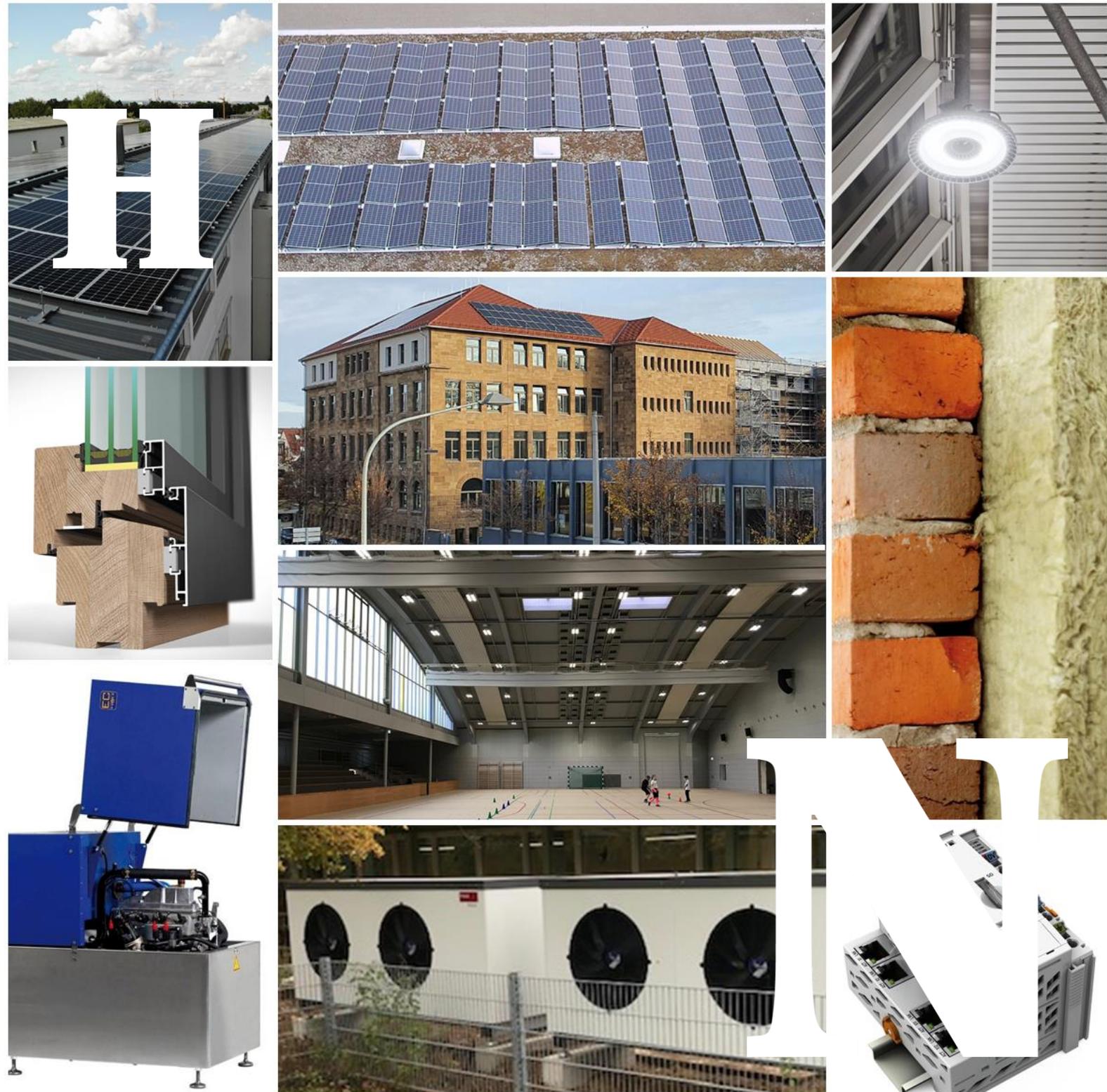


# Energiebericht 2020

Kommunales Energiemanagement der Stadt Heilbronn



## **Impressum**

Stadt Heilbronn

Dezernat IV, Hochbauamt

Kommunales Energiemanagement

B. Isenmann, P. Plieninger

Heilbronn im Dezember 2020

# Energiebericht 2020

Kommunales Energiemanagement der Stadt Heilbronn

## Inhalt

1	Einführung.....	5
2	Zusammenfassung.....	6
3	Energiebilanz städtischer Gebäude.....	7
3.1	Energieträger.....	7
3.2	Entwicklung des Energiebezugs.....	9
3.3	Verbrauchsstruktur.....	11
3.4	Energiepreise.....	12
3.5	CO <sub>2</sub> -Ausstoß.....	14
3.6	Wasser.....	16
4	Energiesparmaßnahmen im Gebäude.....	17
4.1	Wärmedämmung Gebäudehülle.....	18
4.2	Gasbrennwerttechnik.....	19
4.3	Fern- und Nahwärmeversorgung.....	21
4.4	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).....	23
4.5	Holzfeuerung.....	25
4.6	Solare Trinkwassererwärmung.....	27
4.7	Photovoltaik (PV).....	29
4.8	Wärmepumpen.....	31
4.9	LED-Beleuchtung.....	33
4.10	Betriebsoptimierung und Gebäudeautomation.....	35
5	Aktuelle Bauvorhaben.....	37
5.1	Dammschulen.....	37
5.2	Gerhart-Hauptmann-Grundschule.....	37
5.3	Kindergarten Maustal.....	38
5.4	Kindergarten Bernhäusle.....	38
5.5	Römerhalle.....	39
5.6	Mönchseehallen.....	39
6	Tätigkeitsfelder Energiemanagement.....	40
6.1	Kommunales Energiemanagement (KEM).....	40
6.2	Nutzersensibilisierung.....	42
6.3	Energiedatenerfassung.....	42
6.4	Energieabrechnung.....	44
6.5	Energieeinkauf.....	45
6.6	Abgabenrückerstattung.....	45
6.7	Generieren von Fördergeldern.....	46
6.8	Vernetzung und übergeordnete Projekte.....	48
7	Finanzielle Einspareffekte.....	50
8	Neue Anforderungen an Gebäude.....	51
9	Auszug Gebäudestatistik.....	53

# 1 Einführung

Der vorliegende Energiebericht soll Ihnen die folgenden Fragen beantworten:

- Wieviel Energie benötigen städtische Gebäude, wie hoch sind die Energiekosten und wieviel CO<sub>2</sub> wird dadurch ausgestoßen? → Kapitel 3
- Wie verteilt sich der Energiebedarf auf die Gebäude und wie ist die Entwicklung? → Kapitel 3.2 und 9
- Welche Energiesparmaßnahmen werden bei aktuellen Bauvorhaben umgesetzt und was kann dadurch eingespart werden? → Kapitel 5
- Wie ist der Ausbaustand bei den Energie-Schlüsseltechnologien und welches Potenzial besteht noch? → Kapitel 4
- Welche Aufgaben hat das Energiemanagement und welche Projekte laufen aktuell? → Kapitel 6
- Welche finanziellen Einspareffekte ergeben sich durch Energiemaßnahmen? → Kapitel 7
- Wo liegen die Aufgaben und Herausforderungen der nächsten Jahre? → Kapitel 8

Bitte beachten Sie:

- der letzte umfassende Energiebericht wurde 2017 erstellt daher beziehen sich Zahlenreihen mindestens auf die Jahre 2018 und 2019.
- Der Schwerpunkt des Berichts liegt auf den vom Hochbauamt unterhaltenen Gebäuden ohne städtische Infrastrukturen, Eigenbetriebe und Beteiligungen.



Abb. 1: Titelbilder vorheriger städtischer Energieberichte

## 2 Zusammenfassung

Das jährliche Budget für Energie und Wasser kommunal genutzter Gebäude belief sich 2019 auf rund 5,5 Mio. € im Jahr. Dieser Energiebezug verursacht einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von rund 12.500 Tonnen pro Jahr. Das entspricht der Menge, die bei der Verbrennung von ca. 4.700 Tonnen Steinkohle freigesetzt wird. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß städtischer Gebäude beträgt somit 1-2% der stadtweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Haushalten, Mobilität und Wirtschaft.

### Effizienztechnologien werden schrittweise umgesetzt

In den letzten Jahren konnte die Photovoltaikleistung binnen drei Jahren mehr als verdoppelt werden und zahlreiche Bereiche auf sparsame LED umgerüstet werden. Die Modernisierung von Gasheizungen auf Brennwerttechnik ist fast abgeschlossen und das zwanzigste Blockheizkraftwerke wurde in Betrieb genommen. Außerdem wurden bei Neu- und Umbaumaßnahmen ganzheitliche Energiekonzepte umgesetzt und verstärkt nachhaltige Baumaterialien eingesetzt.

### Energetische Gebäudesanierung stockt

Bei der energetischen Sanierung von Gebäudefassaden hingegen geht es nur sehr langsam voran. Hier besteht aber gleichzeitig das größte Einsparpotenzial, da die Wärmeversorgung der Gebäude die meisten Treibhausgase verursacht. Die städtischen Gebäude benötigen durchschnittlich noch 100 Kilowattstunden Wärme je Quadratmeter und Jahr (kWh/m<sup>2</sup>) zur Beheizung – Neubauten liegen zum Vergleich bei unter 30 kWh/m<sup>2</sup>. Erst wenn der Gebäudebestand inklusive der Fassaden wärmedämmend ist, kann der Heizwärmebedarf auf dieses Niveau sinken.

### Klimaschutzziele erfordern Gebäude-Investitionsprogramm

Technisch gesehen ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auf weniger als ein Drittel problemlos möglich. Dazu sind aber ganzheitlich geplante und ausgeführte energetische Sanierungen erforderlich. Für die Umsetzung dieser Generalsanierungen ist ein gesondertes Investitionsprogramm erforderlich. Zudem nimmt die Komplexität der Gebäudesysteme stetig zu, was zusätzliche Mittel und Personal für den Gebäudebetrieb erforderlich macht. Nur so ist es möglich, die vom Bund definierten Klimaziele für 2030, 2040 und 2050 zu erreichen sowie der kommunalen Vorbildfunktion gerecht zu werden.

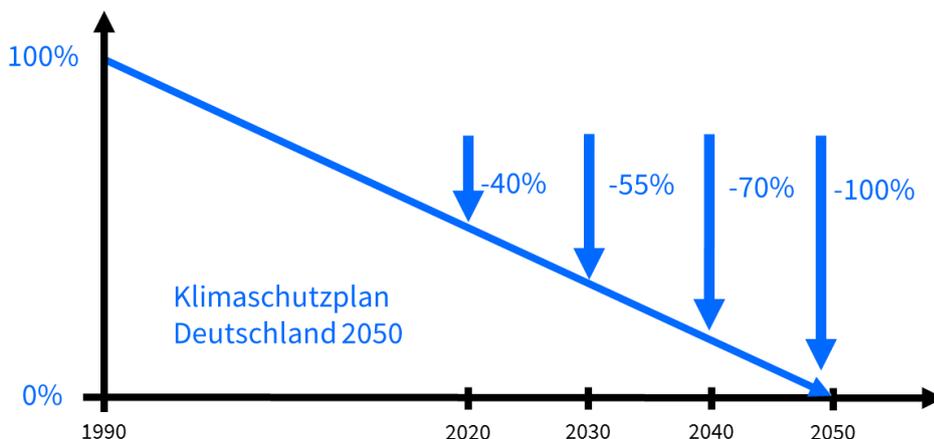


Abb. 2: CO<sub>2</sub>-Minderungsziele Deutschland - gültig auch für den Gebäudebestand

## 3 Energiebilanz städtischer Gebäude

### 3.1 Energieträger

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 CO<sub>2</sub>-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 wenig bezogen, verursacht aber dennoch die höchsten Kosten. Der Fernwärmebezug beträgt in etwa ein Drittel des Erdgasbedarfs, die Kosten belaufen sich jedoch auf über zwei Drittel der Erdgaskosten. Der Grund dafür liegt in den sehr unterschiedlichen Bezugspreisen der Energieträger (siehe Kapitel 3.4).

Wertet man die Energieträger letztlich am CO<sub>2</sub>-Ausstoß und somit nach Klima- und Umweltauswirkung, verschiebt sich die Rangfolge wiederum (Kapitel 3.5).

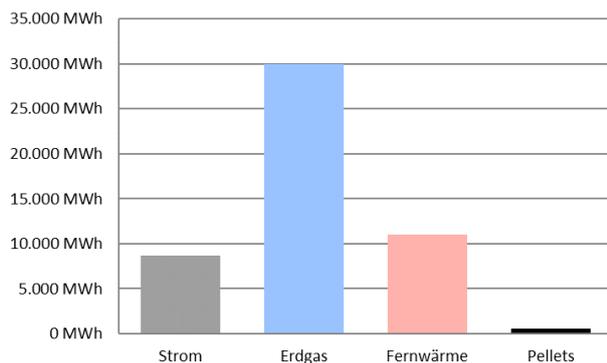


Abb. 3: Bezug von Energieträgern für Gebäude pro Jahr auf Basis des Jahres 2019

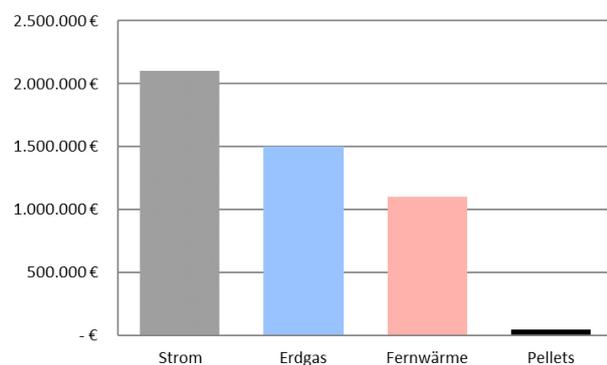


Abb. 4: Gebäudeenergiekosten nach Energieträgern auf Basis des Jahres 2019

Aufgrund eigener Stromerzeugung in erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW) und PV-Anlagen ist der Bezug von Strom geringer als der eigentliche Bedarf. So werden schon 12 % des städtischen Strombedarfs durch die vorhandenen BHKW erzeugt, das entspricht einer jährlichen Strommenge von ungefähr 1.200 Megawattstunden (siehe auch Kapitel 4.3). Die bestehenden Photovoltaik-Anlagen auf städtischen Dächern erzeugen inzwischen jährlich über 2.000 MWh Strom. Davon wird bisher noch der Großteil in das öffentliche Netz eingespeist.

Die zur Beheizung von Gebäuden erforderliche thermische Energie entstammt aus unterschiedlichen Wärmequellen. Der Großteil dieser Wärme wird immer noch durch die Verbrennung von Gas im Heizkesseln erzeugt. Ungefähr 30 Prozent der Nutzwärme wird aus dem Fernwärmenetz bezogen. Der Wärmeanteil aus Blockheizkraftwerken beträgt inzwischen 7%, aus Pelletheizungen stammen 2%. Den bisher kleinsten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten elektrische Wärmepumpen.

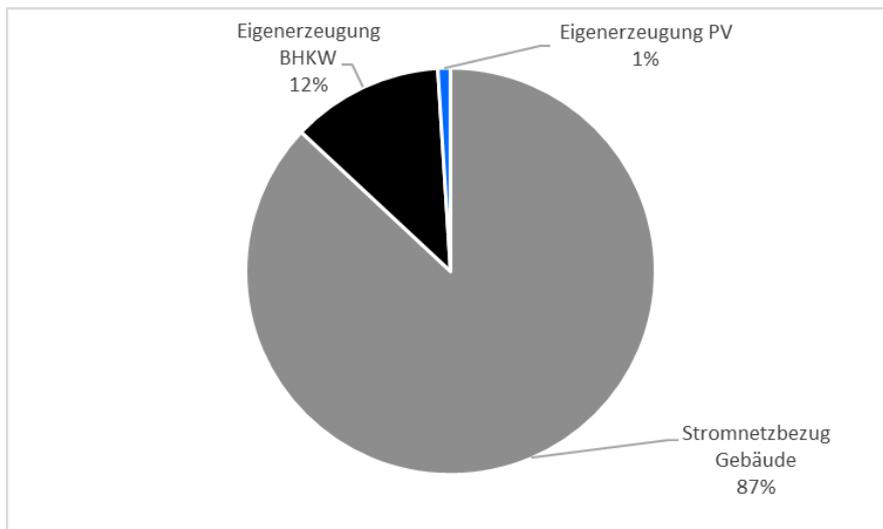


Abb. 5: Strombilanz nach Bereichen (Bezug, Erzeugung, Bedarf)

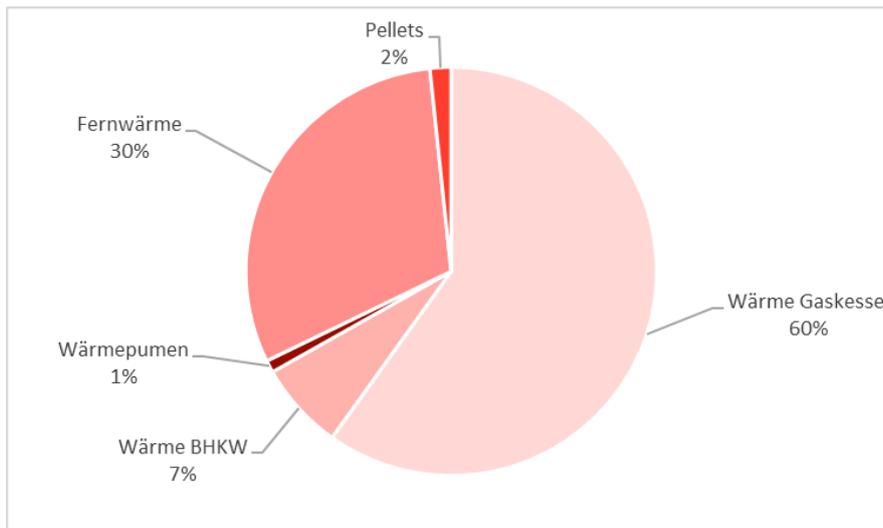


Abb. 6: Wärmebilanz (Gaskessel, Fernwärme, BHKW, Holzpellets, Wärmepumpe)

### 3.2 Entwicklung des Energiebezugs

Die bei den Versorgern bezogene Energiemenge ist jährlichen Schwankungen unterworfen. Diese Veränderungen summieren sich aus zahlreichen Einzeleffekten mit unterschiedlich großer Ausprägung. Unabhängig von der Energieart sind folgende übergeordnete Faktoren zu benennen:

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

Außerdem sind für die Energieträger Strom und Erdgas noch individuelle Verbrauchseffekte hervorzuheben:

#### Strombezug

##### Steigt durch

- + Nachmittagsunterricht, -betreuung
- + Essenszubereitung in Mensen
- + Brandschutz (Notlicht, Alarmierung)
- + Digitalisierung in Schulen
- + Klimaanlage, wärmere Sommer
- + [Wärmepumpen](#)
- + E-Mobilität

##### Sinkt durch

- [LED-Beleuchtung](#)
- Sparsamere IT
- Stromerzeugung durch [BHKW](#)
- Stromerzeugung durch [Photovoltaik](#)

#### Gasverbrauch

##### Steigt durch

- + Zubau von [BHKW](#)

##### Sinkt durch

- [Wärmedämmung](#) von Gebäuden
- Umstellung auf andere Energieträger
- Modernisierung von [Gasheizungen](#)

Die Entwicklung des städtischen Energiebedarfs hängt somit neben energetischen Einflüssen und Effizienz-Maßnahmen sehr stark von äußeren strukturellen Faktoren ab.

Beim Vergleich des summierten Energiebezugs der Jahre 2015 bis 2019 kann folgendes festgestellt werden:

- Gas- und Fernwärmebedarf lag aufgrund kälterer Winter 2016 und 2017 erhöht, ansonsten relativ konstant. Der Effekt einzelner Wärmeschutzmaßnahmen ist in der Gesamtbilanz nicht zu erkennen.
- Strombezug tendenziell leicht fallend aufgrund Eigenstromerzeugung BHKW, Photovoltaik sowie LED-Umrüstung

Für eine differenzierte Betrachtung auf Gebäudeebene dient ein Blick in die Gebäudestatistik (siehe Auszug Gebäudestatistik). Die COVID19-Pandemie wird zu einem deutlich erhöhten Heizwärmebedarf in den Jahren 2020 und voraussichtlich auch 2021 führen. Ursächlich dafür ist das derzeit ausgeprägte Lüftungsverhalten in allen kommunalen Gebäuden, insbesondere den Schulen.

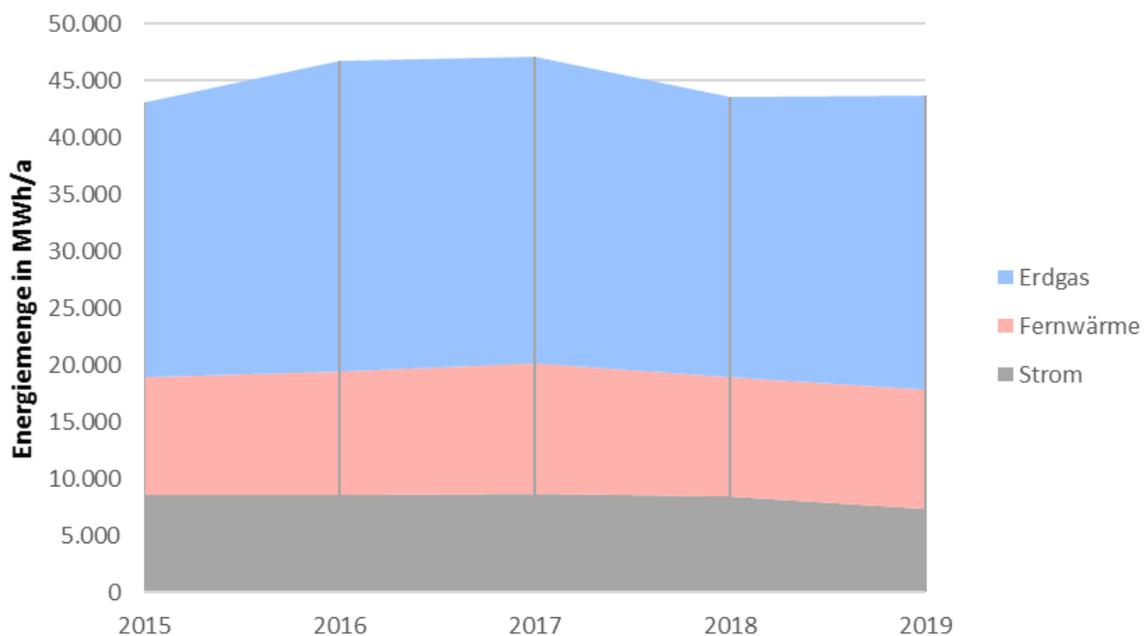


Abb. 7: Entwicklung des Netz-Energiebezugs städtischer Gebäude

### 3.3 Verbrauchsstruktur

Die Gebäudegruppe mit dem größten Anteil am städtischen Energiebedarf sind die Schulen, gefolgt von Verwaltungsgebäuden und Sportstätten. 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 spielt die Nutzung und technische Ausstattung eine wesentliche Rolle. Gut erkennbar ist das an den Verbrauchsanteilen von Verwaltungsgebäuden gegenüber Schulen. Während der Wärmebedarf der Verwaltung mit 12 Prozent weitestgehend von deren Gebäudefläche geprägt ist, so fällt beim Stromverbrauch die höhere technische Ausstattung mit IT deutlich ins Gewicht (21%). Spezifische Stromkennwerte von Verwaltungsgebäuden liegen daher bei 20-50 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>, jene von Schulen bei nur 10-20 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.

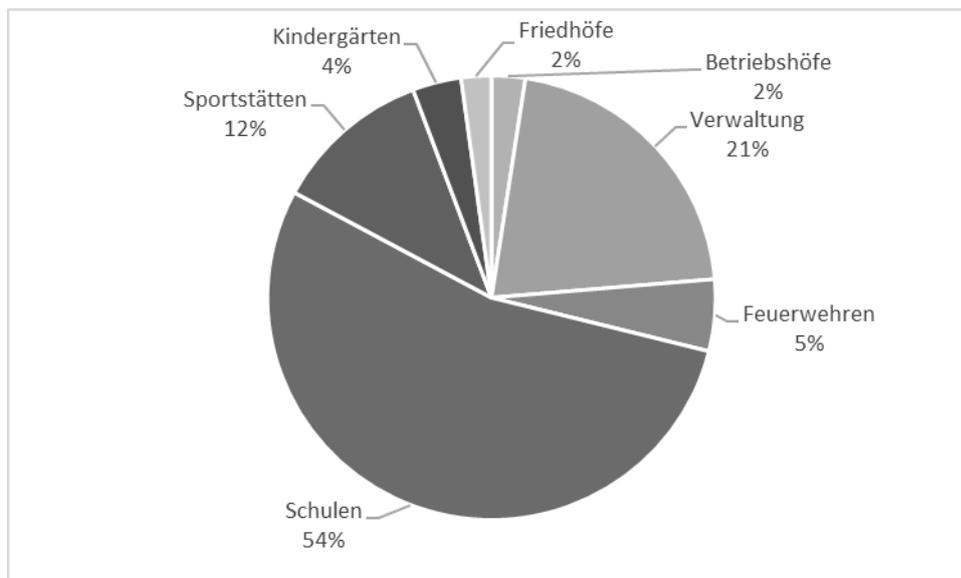


Abb. 8: Strombedarf nach Gebäudegruppen (Mittelwerte 2015-2019)

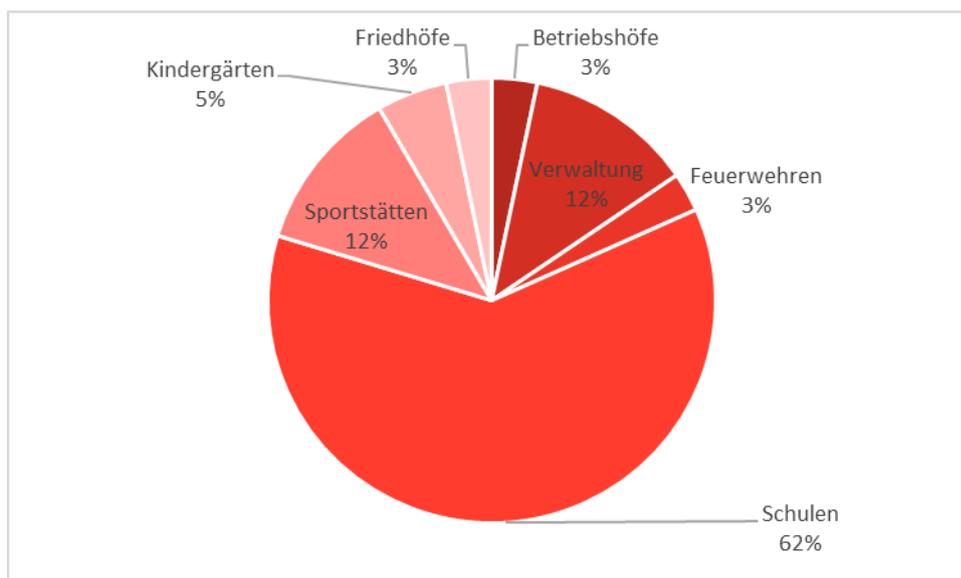


Abb. 9: Wärmebedarf nach Gebäudegruppen (Mittelwerte 2015-2019)

### 3.4 Energiepreise

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 Erneuerbarer Stroms (EEG-Umlage)
- Weitere Umlagen für netzdienliche Leistungen im Stromnetz (sonst. Umlagen)

Besonders die Umlagen und Netzentgelte auf Strom steigen seit Jahren kontinuierlich. Verursacht wird dies durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sowie den damit steigenden Aufwand für den Netzbetrieb. Diese Kosten werden staatlich reguliert und auf die Verbraucher umgelegt. Sie können daher vom Stromkunde nicht beeinflusst werden.

Mit der Liberalisierung der Energiemärkte seit Ende der 1990er Jahre ist es grundsätzlich möglich, den Energieversorger frei zu wählen. Dadurch ist der Wettbewerb unter den Lieferanten erheblich gestiegen. Folglich liegen die üblichen Margen im Großkundensegment nur noch bei ca. 2-3 % des Gesamtpreises. Die Lieferantenauswahl kann die Bezugskonditionen bei Großabnehmer daher nur marginal beeinflussen.

Den größten Einfluss auf das Preisniveau hat die Situation an den Energiemärkten. Diese unterliegen, wie andere Rohstoffmärkte auch, teils extremen Schwankungen. Zum Beispiel gab es in den letzten 10 Jahren Preisveränderungen von bis zu 4 Cent € bei Strom und 1,5 € je kWh beim Erdgas. Um diese Schwankungen abzumildern nutzt die Stadt ein Beschaffungsmodell, das den Energieeinkauf auf mehrere Kaufzeitpunkte verteilt. Diese sogenannte Tranchenbeschaffung gewährleistet Transparenz und minimiert das Preisrisiko.

Die Preisentwicklung für den Strom- und Erdgasbezug der Stadt Heilbronn seit 2012 ist in den nachfolgenden Diagrammen dargestellt. Da je Abnahmestelle geringfügig abweichende Preiszusammensetzungen auftreten, handelt es sich hierbei um Durchschnittspreise.

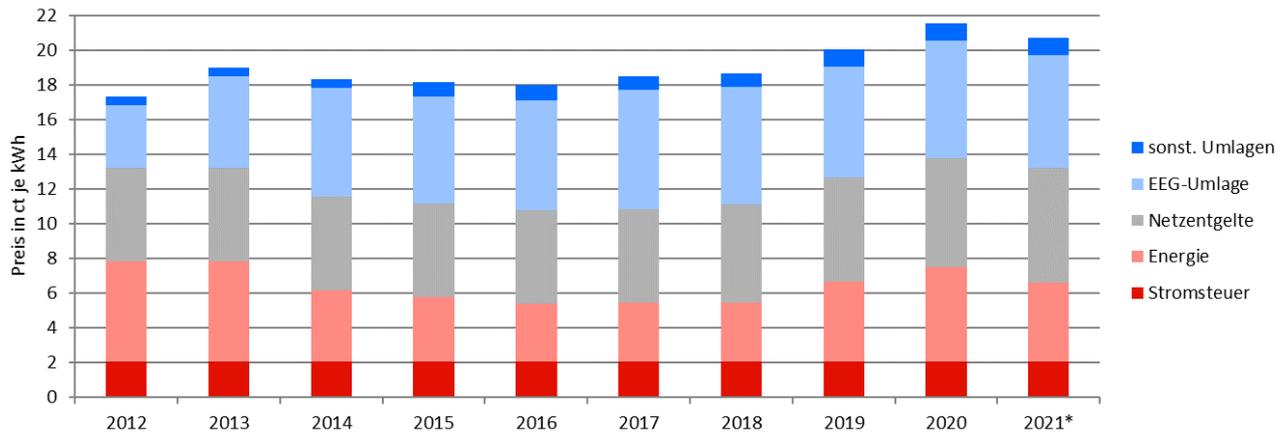


Abb. 10: Entwicklung der Netto-Strompreise seit 2012 (gemittelt, 2021 prognostiziert)

Der Trend für die Strompreise zeigt inzwischen wieder deutlich nach oben. Zwar wurden bis 2018 die wachsenden Kosten für die EEG-Umlage durch gefallene Großhandelspreise kompensiert. Seitdem steigen nun auch die Börsenpreise wieder, wodurch 2019 und 2020 nun deutlich teurer ausfallen. Für 2021 sind, bedingt durch COVID19, die Energiepreise leicht gefallen und die EEG-Umlage wurde gesetzlich gedeckelt.

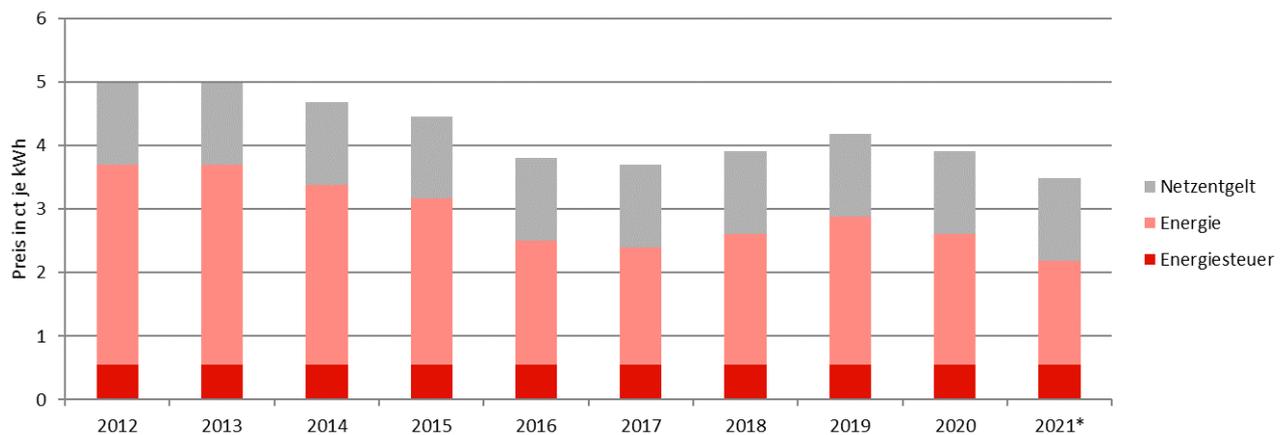


Abb. 11: Entwicklung der Netto-Erdgaspreise seit 2012 (gemittelt, 2021 prognostiziert)

Dem hingegen hat sich der Erdgasbezug 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 den weltweiten Marktgeschehen. Aufgrund des börsennahen Beschaffungsmodells der Stadt fließt 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 ct Kilowattstunde. Da ab 2021 die CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf fossile Brennstoffe beginnt, könnte dies zu einer Trendumkehr führen. Bis 2025 soll diese Abgabe auf CO<sub>2</sub>-Emissionen schrittweise von 25 auf 55 € je Tonne steigen. Dadurch könnte das Erdgas um bis zu 1,5 ct teurer werden.

### 3.5 CO<sub>2</sub>-Ausstoß

Als Hauptursache für die globale Klimaerwärmung gilt der zivilisationsbedingte Ausstoß von Treibhausgasen und deren Konzentration in der Erdatmosphäre. Entscheidenden Beitrag leistet das bei Verbrennung entstehende Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen seit Beginn der Industrialisierung kontinuierlich an. Neben anderen menschlich verursachten Treibhausgasquellen werden sie besonders durch die Verbrennung fossiler Energieträger verursacht.

#### Gebäude verursachen 35% der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Energieversorgung von Gebäuden verursacht in Deutschland ungefähr ein Drittel der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diese werden primär durch den Bedarf an Heizenergie und elektrischen Stroms verursacht. Für die kommunalen Gebäude in Heilbronn gelten folgenden Besonderheiten:

#### Erdgas größte CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub> freigesetzt. Zum anderen entweichen bei Förderung und Transport nicht unwesentliche Anteile des Methans in die Atmosphäre. Dabei ist das Treibhausgas Methan rund 25-fach schädlicher als CO<sub>2</sub>. 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 wurden 247 Gramm je kWh verwendet, worauf sich auch die Förderprogramme des Land Baden-Württemberg beziehen.

#### Fernwärme ist klimafreundlicher

Die eingesetzte Wärme aus dem Fernwärmenetz der HNVG stammt größtenteils aus effizienter Kraft-Wärme-Kopplung, die mit Biomethan sowie örtlichem Deponiegas betrieben wird. Diese Art der Wärmebereitstellung ist deutlich klimaschonender als herkömmliche Wärmeerzeugung in Erdgasheizungen. Daher kann hier im Ergebnis von einem physikalisch verminderten CO<sub>2</sub>-Ausstoß ausgegangen werden. Für das Jahr 2019 wurde die Fernwärme der HNVG mit einem Emissionsfaktor von 120 g/kWh zertifiziert.

#### 100 % Grünstrom

Seit 2017 wird für alle Liegenschaften zertifizierter Grünstrom bezogen. Dieser stammt aus süddeutscher Wasserkraft und ist somit bilanziell klimaneutral. Von dieser Umstellung geht in erster Linie ein symbolischer Wert aus, der zeigt, dass die Stadt Heilbronn um eine nachhaltige Beschaffung bemüht ist. Physikalisch gesehen stammt der Strom in Heilbronn aus den umliegenden Kraftwerken und beinhaltet daher Steinkohle-, Sonnen-, Kernkraft-, Biomasse- und Windanteile. Daher schwanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen auch je nach Saison und Wetterlage. Als nachvollziehbare Bezugsgröße wurde bei der nachfolgenden Berechnung ein der vom statistischen Bundesamt für 2019 ermittelte CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 401 g/kWh – sogenannter Strommix Deutschland – gewählt.

### Graue Energie noch unberücksichtigt

Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß städtischer Gebäude beläuft sich auf Basis dieser Bewertung auf insgesamt rund 12.000 Tonnen. Erdgas verursacht dabei den größten Treibhausgasanteil, gut ein Viertel entfällt auf Strom und ca. 13 Prozent auf die Fernwärme.

In dieser CO<sub>2</sub>-Bilanz wird noch nicht berücksichtigt, dass Bau und Sanierung von Gebäuden ebenso in hohem Maße sogenannte *graue Energie* benötigt. Dahinter verbirgt sich der Energiebedarf bei der Gewinnung und Herstellung von Baustoffen und Materialien.

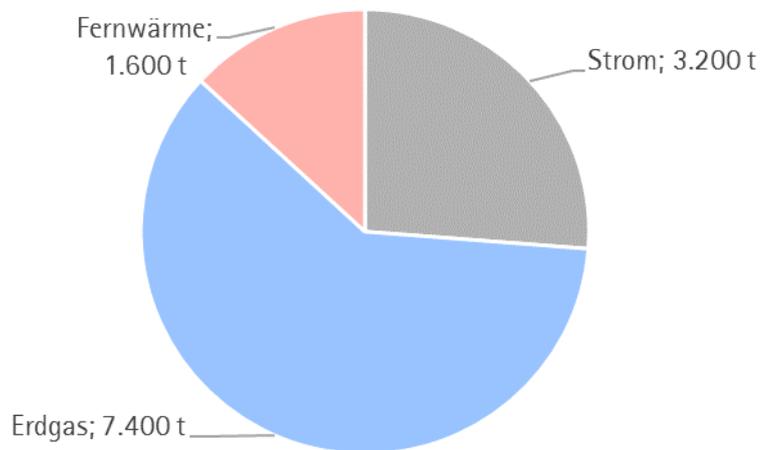


Abb. 12: Jährlicher energiebezogener CO<sub>2</sub>-Ausstoß städtischer Gebäude

### 3.6 Wasser

Vergleichbar mit Energie, wird auch der städtische Wasserbedarf vom kommunalen Energiemanagement erfasst, überwacht und verwaltet. Die Wasserkosten werden dem Energiebudget zugerechnet. Diese belaufen sich samt Abwasserentsorgung sowie Gebühren für Regen- und Schmutzwasser auf jährlich 700 bis 800 Tausend Euro.

#### 80% Bodenseewasser

Dabei ist Trinkwasser ebenso wie Energie als wertvolle Ressource zu betrachten, gerade auch, weil für Gewinnung, Aufbereitung, Transport, Druckerhöhung sowie Behandlung des Abwassers nicht unwesentliche Mengen Energie benötigt werden. So beträgt der Stromverbrauch je Kubikmeter Trinkwasser in Heilbronn ca. 1,8 kWh/m<sup>3</sup>, wovon etwa die Hälfte durch den Transport des Bodenseewassers verursacht wird, dessen Anteil am Heilbronner Trinkwasser rund 80 Prozent beträgt. Am gesamten Trinkwasserumsatz der Stadtwerke Heilbronn haben die städtischen Liegenschaften einen Anteil von ungefähr 2 %.

#### Schule und Sport benötigt am meisten Wasser

Der Wasserbedarf in kommunalen Gebäuden wird zum größten Teil von den Schulen verursacht. Dort wird das Frischwasser hauptsächlich für Toilettenspülung und Waschbecken verwendet. Den zweiten Block bilden die Sportstätten, die aufgrund der Vereinsnutzung, Veranstaltungen sowie durch die Bewässerung angrenzender Außenflächen einen teils hohen Wasserbedarf haben. Der Wasserbedarf auf Friedhofsgeländen sowie den Betriebshöfen ist stark durch den Bedarf an Gießwasser geprägt.

#### Trockenheit und Hygiene steigern Bedarf

Die Entwicklung des städtischen Wasserbedarfs ist langsam aber stetig steigend. Grund dafür sind der erhöhte Bewässerungsbedarf in Trockenperioden sowie veränderte Nutzungszeiten in Schulen. Auch verschärfte gesetzliche Hygienevorschriften und damit verbundene regelmäßige Spülungen von Leitungen tragen zu einem Anstieg bei. Bedingt durch die COVID19-Pandemie ist für 2020 und 2021 von einem zusätzlich erhöhten Wasserbedarf auszugehen.

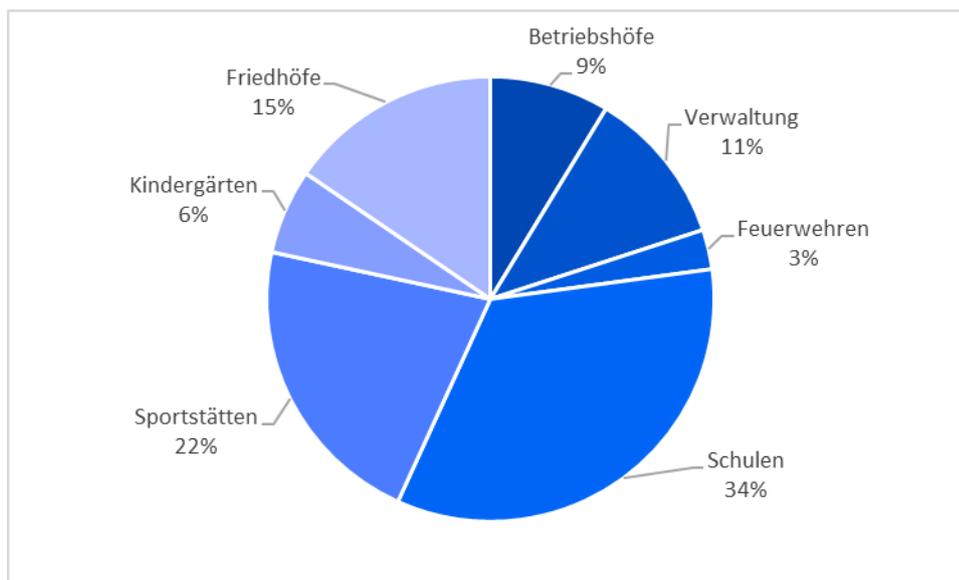


Abb. 13: Wasserbedarf nach Bereichen

## 4 Energiesparmaßnahmen im Gebäude

Um Gebäude energetisch zu verbessern gibt es drei grundsätzliche Ansatzpunkte:

1. Energiebedarf senken
2. Energieeffizienz verbessern
3. Erneuerbare Energien einsetzen

Nach diesem Prinzip sollte eine Gebäudeoptimierung beispielsweise so aussehen:

- Zunächst werden Fenster ausgetauscht, Außenwände und Decke wärmedämmt.
- Danach wird das Heizsystem optimiert und ein geringeres Temperaturniveau erreicht.
- Der verbleibende Wärmebedarf wird durch eine Wärmepumpe gedeckt.

In der Praxis ist es leider oft nicht möglich, in dieser Reihenfolge vorzugehen. Das häufigste Problem ist, dass die Wärmeerzeugung aus Altersgründen ausgetauscht werden muss, bevor die Gebäudehülle und das Heizungssystem modernisiert werden können. In diesem Fall ist es dann technisch kaum möglich, erneuerbare Energiequellen zur Gebäudeheizung einzusetzen.

Dennoch ist das Hochbauamt bestrebt, mit jeder Baumaßnahme auch eine energetische Verbesserung zu realisieren. Im nachfolgenden Kapitel werden die wichtigsten und nach heutigem Stand der Technik bewährten Lösungen beschrieben.

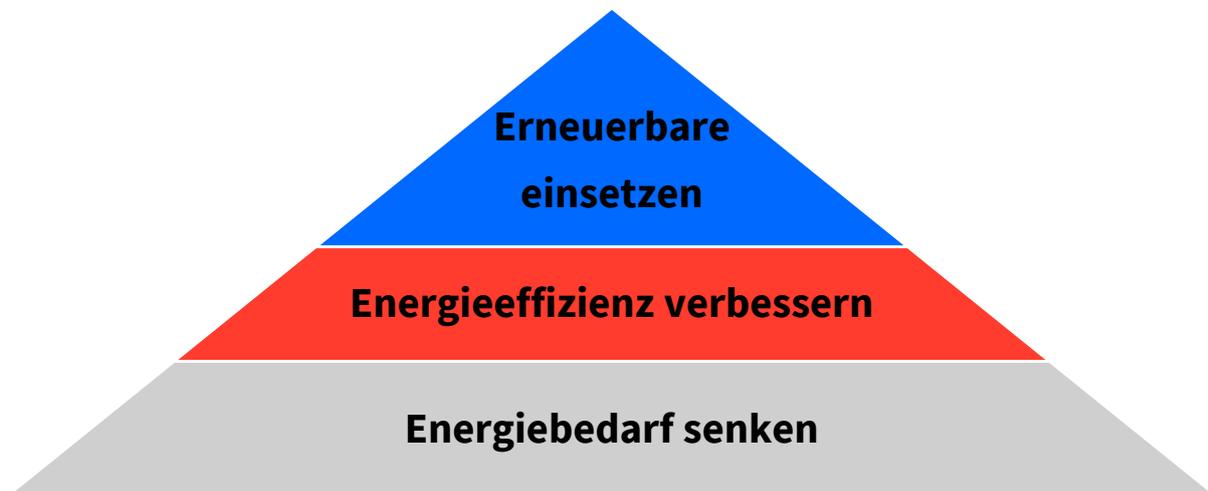


Abb. 14: Idealer Ablauf einer schrittweisen energetischen Gebäudesanierung (von unten nach oben)

## 4.1 Wärmedämmung Gebäudehülle

Außenwände, Fenster und Dachflächen von Gebäuden werden als Gebäudehülle bezeichnet. Liegt die Außentemperatur niedriger als die Raumtemperatur innen, verliert das Gebäude über diese Hülle Wärme. Dieser Wärmeverlust ist je nach Baustoff bzw. Bauteil unterschiedlich hoch und beeinflusst maßgeblich den Heizwärmebedarf eines Gebäudes. Hinzu kommen Undichtigkeiten der Hülle, durch welche ein unkontrollierter Luftaustausch stattfinden kann. Daher wurden bereits in den 1970er Jahren verpflichtende Vorgaben zum sogenannten Wärmeschutz von Gebäuden erlassen. Diese mündeten in einer Reihe von Gesetzen wie die Energieeinsparverordnung EnEV sowie das neue Gebäudeenergiegesetz GEG.

Wärmedämmmaterialien zeichnen sich vornehmlich dadurch aus, dass durch Einschluss von Luft oder Gas eine reduzierte Wärmeleitfähigkeit erzielt werden kann. Bei Dämmstoffen unterscheidet man zwischen mineralischen und organischen Materialien sowie jenen auf Erdölbasis. Verglasungen unterscheiden sich in ihrer Qualität durch die Anzahl der eingesetzten Scheiben bzw. der daraus folgenden Kammern, deren Gasfüllung sowie der Glasbeschichtung.

Ausgehend von einem gleichbleibenden Heizverhalten der Gebäudenutzer, ist der Wärmeschutzstandard maßgeblich entscheidend für den Heizwärmebedarf eines Gebäudes. Somit ist aus heutiger Sicht die Verbesserung der Wärmedämmung die effektivste Maßnahme der CO<sub>2</sub>-Einsparung im Gebäudesektor.

### Dächer- und Fenstersanierung schreitet voran

Die baulich einfachsten Dämmmaßnahmen wie z.B. die Dämmung der obersten Geschossdecken, wurden bereits weitgehend umgesetzt. Bei Sanierungen von Dächern oder Fenstern werden stets die aktuellen gesetzlichen Mindeststandards eingehalten. Sofern technisch möglich und zur Erlangung von Fördergeldern werden zudem meist höhere Standards (städtische Energieleitlinie) angewendet. Folglich sind aufgrund laufender Instandsetzungsmaßnahmen bereits viele Gebäude mit energetisch guten Fenstern und Dächern ausgerüstet.

### Unsanierete Fassaden sind größtes Einsparpotenzial

Erst ungefähr ein Fünftel der städtischen Fassadenfläche befindet sich in einem energetisch guten Zustand. Das liegt daran, dass hochwertige Dämmmaßnahmen der Außenwände konstruktiv oft sehr aufwändig sind und hohe Kosten verursachen. Idealerweise werden Außenfassaden daher im Zuge von Generalsanierungen erneuert. Dann lassen sich durch eine umfassende Sanierung Wärmeeinsparungen von bis zu 80 % realisieren. Die energetische Fassadensanierung bietet somit das größte Potenzial den Wärmebedarf städtischer Gebäude nachhaltig zu senken.

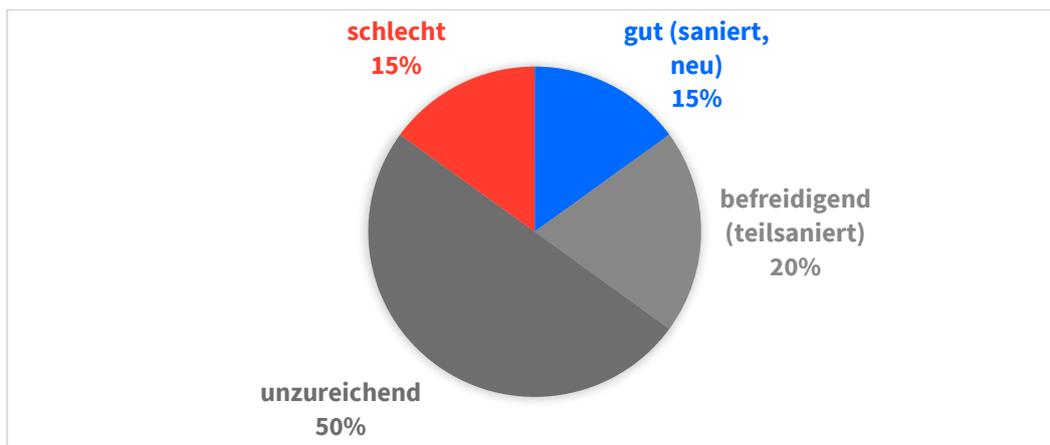


Abb. 15: Energetischer Zustand der Außenhüllen städtischer Gebäude

Tab. 1: Ausgewählte Beispiele energetischer Sanierungen mit durchschnittlicher Einsparung

Gebäude	Sanierungsmaßnahme	Jahr	Wärme- einsparung in MWh/a	Kosten- einsparung in €/a
Mönchsee-Gymnasium	Fassade	2005	300	30.000
Grundschule Alt-Böckingen	Fenster	2006	120	6.000
Kiga Wartbergstraße	Anbau und Fassade	2008	40	2.000
Heinrich-von-Kleist Realschule	Fassade	2009	390	19.500
Wilhelm-Hauff-Schule	Fassade z.T. und Fenster	2009	50	2.500
Grundschule Klingenberg	Fassade	2010	40	2.000
Grundschule Biberach	Fassade	2012	140	7.000
Robert-Mayer-Gymnasium	Fenster	2012	300	30.000
Mörike-Realschule	Hauptdach	2012	150	7.500
Verwaltungsgebäude Frankfurterstraße	Außenfassade	2012	50	5.000
Sozialamt Gymnasiumstraße	Außenfassade	2013	60	6.000
Mönchsee-Sporthalle	Flachdach neue Halle	2013	40	4.000
Theodor-Heuss-Gymnasium	Außenfassade	2013	200	20.000
Gemeindehalle Horkheim	Dach	2014	80	4.000
Wartbergschule	Fassade	2014	100	5.000
Justinus-Kerner-Gymnasium	Dach	2014	40	2.000
Jugendtreff Hoover 8	Fenster	2019	30	1.500
Bürgeramt Frankenbach	Fassade z.T. und Dach z.T.	2019	30	1.500
		gesamt	2.160 MWh/a	155.500 €/a

## 4.2 Gasbrennwerttechnik

Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen neben Kohlenstoffdioxid auch große Mengen Wasserdampf. Dieser Wasserdampf enthält noch nutzbare Wärme, die durch Kondensation entzogen werden kann. Dieser Vorgang wird Brennwertnutzung genannt und ermöglicht eine Effizienzsteigerung von Gaskesseln von bis zu 10%. Die höchste Einsparung wird erreicht, wenn zudem eine optimale Heizwasserverteilung im Gebäude vorliegt und damit die Rücklauftemperaturen möglichst gering sind.

### Bald vollständig modernisiert

Da seit Mitte der 1990er Jahre die Brennwertnutzung Stand der Technik ist, sind bereits die meisten städtischen Gasheizungen damit ausgestattet. Wärmeerzeuger werden im Schadensfall oder vorsorglich nach rund 30 Betriebsjahren modernisiert. Durch diese Heizungsmodernisierungen konnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in den letzten Jahren je nach Gebäude um 5 bis 20 % gesenkt werden.

### Hydraulik verbesserbar

Durch die laufende Modernisierung alter Gaskessel wird der Anteil von Heizungen ohne Brennwertnutzung immer kleiner. Größere Ansatzpunkte gibt daher es bei der Optimierung der bestehenden Heizwasserverteilung bzw. Hydraulik. Können hierdurch die Temperaturen im Heizungsrücklauf reduziert werden, erhöht sich die Effektivität der Brennwerttechnik und somit der Wirkungsgrad der gesamten Anlage.

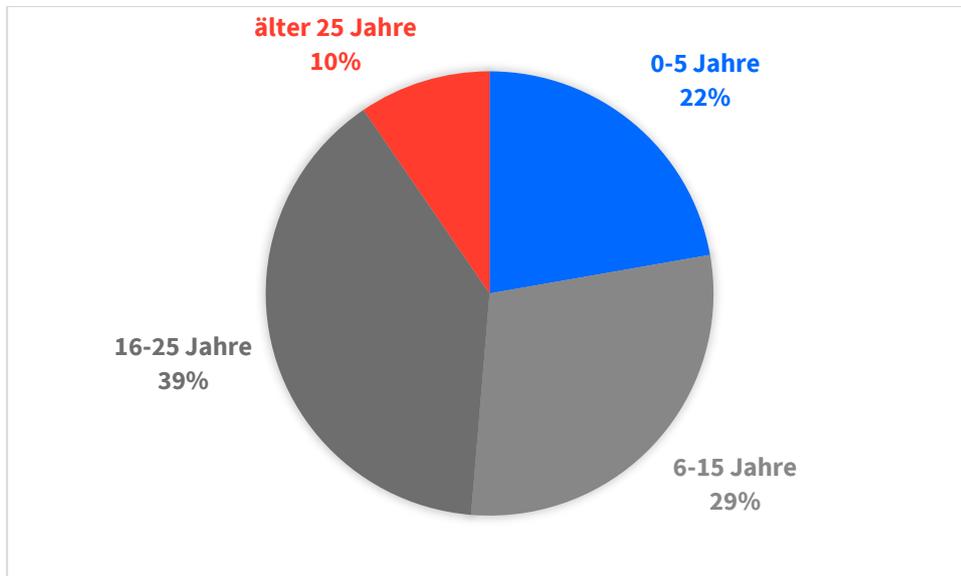


Abb. 16: *Alterstruktur der Gas-Heizkessel in städt. Gebäuden*

### 4.3 Fern- und Nahwärmeversorgung

Fernwärme, oder auch Nahwärme, ist die zentrale Wärmeversorgung von Liegenschaften durch einen Energieversorger. Der Anschluss von Gebäuden an ein Wärmenetz ist eine Alternative zur gebäudeeigenen Wärmeerzeugung beispielsweise mit Gaskessel. Durch die entsprechend schlankere technische Ausstattung im Gebäude wird der Betriebsaufwand verringert. Dafür liegen üblicherweise die Bezugspreise je Wärmeeinheit höher. Durch Einsatz von erneuerbaren Brennstoffen wie Biogas, Abwärme oder Kraft-Wärme-Kopplung ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Fernwärme gegenüber konventioneller Wärmeerzeugung über Gaskessel meist geringer. Auf der anderen Seite steigen mit zunehmender Netzlänge die Verluste und damit die Effizienz. In Zukunft könnten Niedertemperaturnetze und sogenannte kalte Nahwärme die Energieeffizienz von Wärmenetzen steigern.

#### Ein Viertel aus Fernwärme

Die Gebäude in der Kernstadt sind teils schon seit Jahrzehnten an das Wärmenetz der Heilbronner Versorgungsbetriebe angeschlossen. Nachdem das einstige Dampfnetz vor wenigen Jahren auf Heißwasser umgestellt und erweitert wurde, wurden sämtliche Übergabestationen modernisiert und es kamen weitere städtische Gebäude hinzu. Zudem gibt es im Areal Bibersteige in Biberach ein kleines Nahwärmenetz, das von den Stadtwerken Heilbronn betrieben wird und neben dem Schwimmbad auch die angrenzenden städtischen Gebäude versorgt. Ungefähr ein Viertel des städtischen Wärmebedarfs wird über Fernwärme bezogen.

#### Quartiersnetze denkbar

In der Kernstadt sind bereits alle an das Netz der HNVG angrenzenden kommunalen Gebäude an die Fernwärme angeschlossen. Durch Netzerweiterungen könnten nur noch einige wenige Gebäude hinzukommen. Ansonsten besteht das größte Potenzial im Bereich von kleinflächigen Nahwärmenetzen. Grundsätzlich denkbar wäre, dass städtische Gebäude über klimafreundliche Quartiers-Nahwärme vernetzt würden. Auch neue Ansätze wie die sogenannte *Kalte Nahwärme* in Verbindung mit Wärmepumpen sollten zukünftig in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Tab. 2: Städtische Gebäude mit HNVG-Fernwärmeanschluss

<b>Objektbezeichnung</b>	<b>Anschluss</b>	<b>Bezugsleistung in kW</b>
Technisches Schulzentrum	2011	2.400
Sonderschulzentrum	2011	600
Theater	2011	1.000
Olgakrippe	2012	100
Gustav-von-Schmoller Schule	2012	1.120
Helene-Lange-Realschule	2012	576
Gebäude Frankfurter Straße 73, 75	2012	280
Dammschule	2013	740
Alte Kelter	2013	250
Theodor-Heuss-Gymnasium	2013	320
Mönchseegymnasium, Mönchseehalle	2013	1.000
Robert-Mayer-Gymnasium	2014	600
Harmonie	2014	-
Technisches Rathaus	2014	700
Sozialamt	2015	300
Deutschhof Museum, Stadtarchiv	2015	250
Volkshochschule, Deutschhof	2015	400
Fleischhaus	2015	50
Rathaus	2015	800
Verwaltungsgebäude Lohtorstraße	2015	300
Inselspitze	2016	60

## 4.4 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

KWK-Anlagen für die Anwendung in Gebäuden sind meist gasbetriebene Verbrennungsmotoren sog. Blockheizkraftwerke (BHKW). Ein Generator erzeugt elektrischen Strom, der direkt im Gebäude genutzt oder als Überschuss in das Stromnetz eingespeist werden kann. Die Motor- und Abgasabwärme wird in das Heizungssystem geführt. Diese Doppelnutzung von Strom und Wärme ist effizienter als die teils noch schlechten Wirkungsgrade in fossilen Großkraftwerken und ermöglicht daher eine relative CO<sub>2</sub>-Einsparung. Neue und modernisierte Anlagen erhalten gemäß KWK-Gesetz eine Förderung je erzeugter Kilowattstunde Strom, das eingesetzte Erdgas ist Energiesteuerbegünstigt.

### Ein Achtel des Stroms selbst erzeugt

Seit 2002 wurden 21 BHKW in Gebäuden installiert. Diese Gasmotoren erzeugen jährlich über 1.200 Megawattstunden Strom, der überwiegend in den Gebäuden verbraucht werden kann. Hinzu kommen rund 2.400 Megawattstunden Wärme.

Die bestehenden BHKW weisen eine Kapitalrückflussdauer von rund fünf bis 10 Jahren auf und entlasten den städtischen Energiehaushalt um jährlich rund 250.000 €.

### BHKW weiterhin sinnvoll

Besonders in unsanierten Gebäuden mit großem Wärme- und Strombedarf ist Kraft-Wärme-Kopplung eine effiziente und wirtschaftliche Energieversorgung. Zudem wird mit zunehmender Verfügbarkeit von synthetischen Methan und Wasserstoff die Bedeutung von Kraft-Wärme-Kopplung bestehen bleiben.

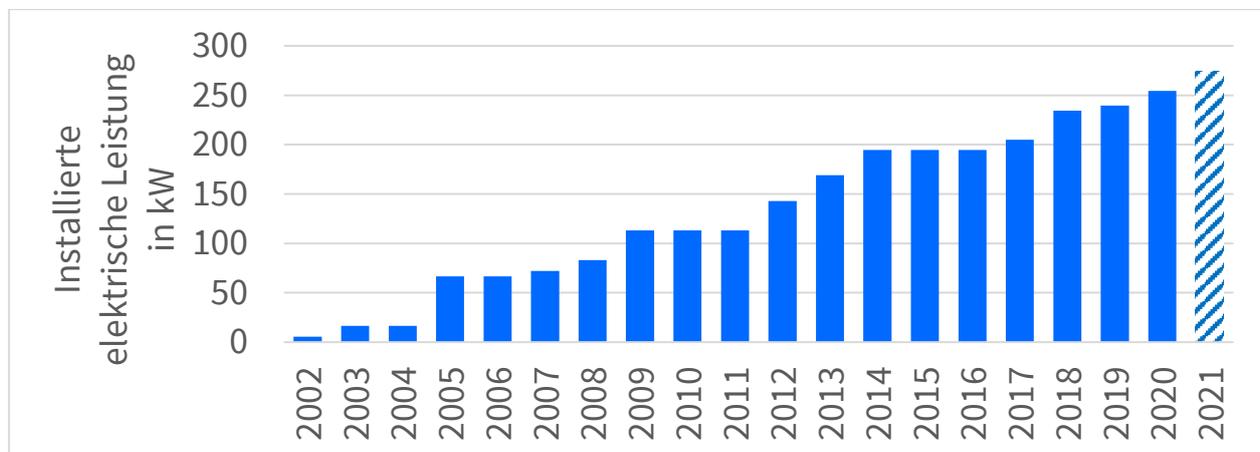


Abb. 17: Entwicklung der installierten elektrischen Leistung von BHKW in städt. Gebäuden

Tab. 3: Zubau von Gas-Blockheizkraftwerken BHKW 2017 bis 2021 in städtischen Gebäuden

KWK-Anlage	Inbetriebnahme	Elektr. Leistung in kW	Therm. Leistung in kW
Techn. Schulzentrum P-Bau	2017	16	38
Staufenbergschule	2018	15	31
Albrecht-Dürer-Schule	2018	15	31
Schloss Kirchhausen	2018	5	12
Grundschule Horkheim	2019	5	12
Stadtgärtnerei	2020	15	31
Römerhalle	2020	20	42
		<b>91 kW</b>	<b>197 kW</b>

## 4.5 Holzfeuerung

Durch den Einsatz von Holz oder generell Biomasse als Brennstoff kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß aus fossilen Quellen reduziert werden. Vorausgesetzt die Biomasse stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Quellen oder Abfällen. Im Gebäudebereich haben sich in erster Linie Holzpellets als verbreitetes und standardisiertes Handelsprodukt etabliert.

### Pellets statt Heizöl

In den letzten Jahren wurden Pelletheizungen vorrangig in kleinen und mittleren Gebäuden eingebaut. Zum einen als Alternative zum Heizöl, zum anderen bei Vorliegen ausreichender Lagermöglichkeit für die Pellets. Zudem war der Einsatz von Biomasseheizungen eine naheliegende Option, die gesetzlichen Anforderungen zum Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäude einzuhalten.

### Biomassepotenzial begrenzt

Inzwischen wurden sämtliche Ölheizungen in städtischen Gebäuden außer Betrieb genommen, sodass an dieser Stelle kein Bedarf mehr für die lagerfähigen Pellets als Alternative zum Heizöl besteht. Aus Gründen der Betriebssicherheit hat sich außerdem der Einsatz von Holzheizungen nur bedingt bewährt. Aus heutiger Sicht ist nicht davon auszugehen, dass der flächendeckende Einsatz von Holz als Energieträger möglich ist. Daher sind Holzheizungen vielmehr als Nischentechnologie anzusehen, die im Einzelfall ihre Berechtigung haben. Die Erfüllung des erneuerbaren Wärmeanteils kann heute zudem wirtschaftlicher über Photovoltaik oder Wärmepumpen erfolgen.

Tab. 4: Pelletheizkessel in städt. Gebäuden

Gebäudebezeichnung	Baujahr	Heizleistung in kW
Friedhof West Betriebsgebäude	2001	10
Friedhof West Aussegnungshalle	2003	30
Bauhof Böckingen	2007	15
Jugendhaus Sontheim	2008	15
Friedhof Böckingen	2011	15
Vollzugsdienst Weststraße	2013	47
Grundschule Klingenberg	2013	101
KIGA Nussäcker	2014	46
Grundschule Kirchhausen	2015	60
KIGA Anne-Frank	2017	35
Friedhof West Wohnung	2018	9
	<b>gesamt</b>	<b>383 kW</b>

## 4.6 Solare Trinkwassererwärmung

Solare Trinkwassererwärmung erfolgt heute über zwei unterschiedliche technische Ansätze.

*Thermische Solarkollektoren* wandeln bei klarem Wetter Sonnenstrahlung in Wärme um. In Verbindung mit einem Pufferspeicher ist es damit möglich, den Wärmebedarf während des Sommerhalbjahres vollständig zu decken.

Photovoltaikanlagen bringen dagegen auch bei ungünstigeren Lichtverhältnissen Ertrag. Gekoppelt mit einer Brauchwasserwärmepumpe und Pufferspeicher können Sie ebenso eine klimafreundliche Warmwasserbereitung ermöglichen. Im Gegensatz zur *Solarthermie* gehen Überschüsse aus Zeiten mit höherer Ertrag im Sommer nicht verloren, sondern werden einfach ins Stromnetz eingespeist. Diese Technologie verfügt insgesamt über ein größeres CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial.

### Solarthermie auf meisten Sporthallen

Bereits im Jahr 2000 wurden auf geeigneten Dächern schrittweise solarthermische Anlagen nachgerüstet. Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich um Sporthallen, wo durch das Duschen ein ganzjähriger Wärmebedarf besteht. Zwischen 2000 und 2010 wurde so der größte Teil der städtischen Hallen um eine solare Trinkwassererwärmung ergänzt. Vereinzelt wurden auch Kindergärten mit Solarthermie zur Heizungsunterstützung in der kalten Jahreshälfte ausgestattet. Dieses Konzept hat sich aufgrund des geringen Ertrags im Winter jedoch nicht bewährt.

### Photovoltaik schlägt Solarthermie

In der überwiegenden Zahl der städtischen Gebäude ist der Trinkwarmwasserbedarf derart gering, dass solare Trinkwassererwärmung nicht in Frage käme. Wo dies noch nicht der Fall ist, könnten im Zuge von Baumaßnahmen an der Heizung thermischen Solarkollektoren nachgerüstet werden. Die erforderlichen Dachflächen konkurrieren inzwischen jedoch verstärkt mit der preiswerteren Photovoltaik. Daher würde man heute in den meisten Fällen solare Trinkwassererwärmung mit Photovoltaik und Brauchwasserwärmepumpe vorziehen.

Tab. 5: Thermische Solarkollektoren aufstät. Dächern

Gebäude	Inbetriebnahme	Fläche in m <sup>2</sup>
Elly-Heuß-Knapp-Sporthalle	1999	20
Betriebsamt Verwaltungsgebäude	2000	15
Gustav-von-Schmoller Sporthalle	2000	15
Luise-Bronner-Schule, Halle	2000	20
Grünewald-Sporthalle	2001	14
Kindergarten Charlottenkrippe	2001	14
Deutschordenshalle	2003	14
Grundschule Alt-Böckingen, Halle	2003	6
Stauwehrhalle	2003	21
Böllingertalhalle	2004	12
Mönchsee Sporthalle	2005	10
Justinus-Kerner-Gymnasium Sporthalle	2007	8
Leintalhalle	2007	9
Wartbergschule Sporthalle	2009	7
Heinrich-von-Kleist Schule Sporthalle	2010	10
Kindergarten Eberlinstrasse	2010	4
Kindergarten Helmholzstraße	2010	10
Kindergarten Wartbergstraße	2010	20
Staufenberg Sporthalle	2010	7
Mensa Sontheim Ost	2012	18
THG Sporthalle	2013	7
<b>Gesamtfläche</b>		<b>261 m<sup>2</sup></b>

## 4.7 Photovoltaik (PV)

Photovoltaik-Module erzeugen aus Sonnenlicht elektrischen Strom. Wird dieser in Wechselstrom umgewandelt kann er ins Stromnetz eingespeist oder direkt vor Ort verbraucht werden. PV-Anlagenbetreiber erhalten für jede Kilowattstunde eingespeisten Strom die EEG-Einspeisevergütung, die jedoch aufgrund fallender Kosten für PV-Module stark gesenkt wurde. Wirtschaftlich attraktiv ist es heute, den PV-Strom direkt in der Liegenschaft zu verbrauchen, wodurch teurerer Netzbezug vermeiden werden kann.

### Anlagenleistung verdoppelt

Städtische Gebäude sind aufgrund überdurchschnittlich großer Dachflächen sehr geeignete Standorte für die solare Energiegewinnung. Ab 2005 wurden zahlreiche städtische Dachflächen an verschiedene Privatinvestoren verpachtet, die dort eigene PV-Anlagen gegen Miete betreiben. Mit der Gründung der Bürgerenergiegenossenschaft Heilbronn durch die Stadt Heilbronn und die ZEAG erfolgte ab 2010 der zweite Ausbausub.

2018 wurden die ersten drei stadteigenen PV-Anlagen zur anteiligen Eigenstromversorgung in Betrieb genommen. Nachdem im Haushalt 2019/20 Haushaltsmittel für Photovoltaik zur Verfügung gestellt wurden, konnten weitere sechs Projekte angestoßen werden. Gleichzeitig wurden weitere Dächer an die Energiegenossenschaft Energeno verpachtet, die damit den Photovoltaikausbau maßgeblich voranbringen konnte. Die installierte Photovoltaik-Leistung auf kommunalen Dächern wurde so innerhalb von 3 Jahren mehr als verdoppelt.

Besonders weiterführende Schulen und Verwaltungsgebäude verfügen über eine technische Ausstattung, die einen teils hohen Strombedarf verursacht. Dieser Bedarf kann kostensenkend mit eigenem Photovoltaikstrom gedeckt werden. Es ist zudem davon auszugehen, dass Photovoltaik die ökonomischste erneuerbare Energieform im Gebäudesektor bleibt.

### 5 bis 10 Megawatt möglich

Viele städtische Dächer sind inzwischen schon mit PV-Anlagen ausgerüstet. Potenzial besteht jedoch bei bislang unsanierten Dächern, kleineren Gebäuden sowie im Neubau. Darüber hinaus ist damit zu rechnen, dass nach Ablauf der 20-Jahres-Förderung kontinuierlich Dächer wieder „frei“ werden und mit erhöhter PV-Leistung modernisiert werden können. Mittelfristig wäre daher ein PV-Ausbau auf 5 Megawatt möglich. Langfristig wären bei Nutzung sämtlicher Dachflächen bis zu 10 Megawatt Leistung denkbar. Damit könnte auf den städtischen Dächern jahresbilanziert soviel Strom erzeugt werden, wie in den Gebäuden verbraucht wird.

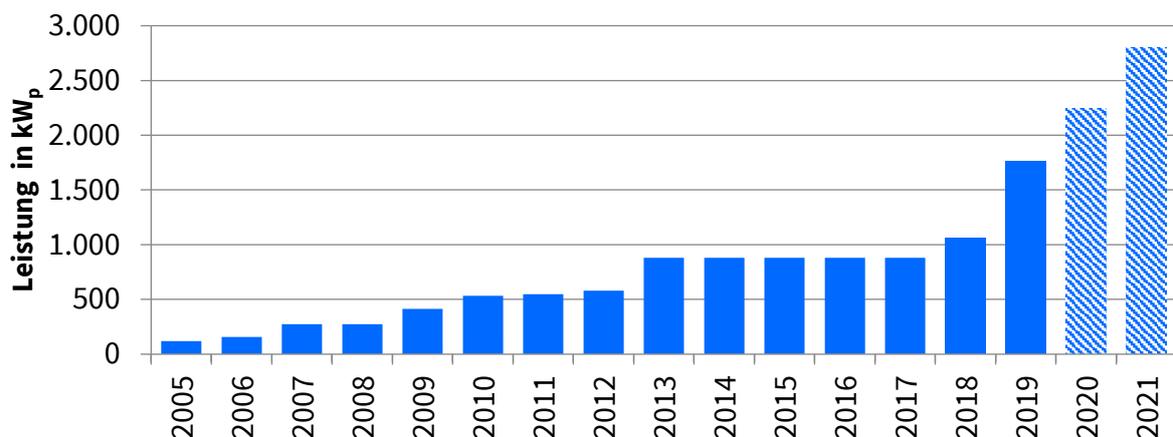


Abb. 1: Entwicklung der Installierten Photovoltaik auf kommunalen Dächern

Tab. 6: Photovoltaikzubau 2018-2021 auf städtischen Dächern

Gebäude	Eigentümer	Jahr der Errichtung	Nennleistung in kWp
Kindergarten Blumenstraße	Stadt Heilbronn	2018	10
Betriebsamt Fahrzeughalle	Stadt Heilbronn	2018	69
Deponie Vogelsang	Stadt Heilbronn	2018	99
Wilhelm Hauff Schule	Energeno	2019	140
Luise-Bronner-Realschule	Stadt Heilbronn	2019	98
Theater Probenzentrum	Energeno	2019	98
Wartbergschule	Energeno	2019	70
Theodor-Heuss-Gymnasium	Energeno	2019	95
Elly-Heuss-Knapp-Gymnasium	Energeno	2019	127
Deutschordenshalle	Energeno	2019	73
Stauwehrhalle	Energeno	2020	99
KIGA Anne-Frank	Energeno	2020	58
KIGA Charlottenkrippe	Energeno	2020	53
KIGA AWO Jakob-Haspel-Straße	Energeno	2020	38
KIGA AWO Eduard-Hilger-Straße	Energeno	2020	37
Westfriedhof Betriebsgebäude	Energeno	2020	33
Mönchseegymnasium Sporthalle	Energeno	2020	66
Dammschule	Stadt Heilbronn	2020/2021*	99
Justinus-Kerner-Gymnasium	Stadt Heilbronn	2021*	95
Kindergarten Bernhäusle	Stadt Heilbronn	2021*	30
Gerhart-Hauptmann-Schule	Stadt Heilbronn	2021*	99
Techn. Rathaus	Stadt Heilbronn	2021*	99
<b>Zubau 2018 bis 2021</b>			<b>ca. 1.700 kW</b>

\* Finanzierung aus Haushalt 2019/2020

## 4.8 Wärmepumpen

Wärmepumpen entziehen einer Wärmequelle Wärme und heben diese auf ein höheres, nutzbares Temperaturniveau an. In der Regel handelt es sich um Umweltwärme, die der Außenluft, dem Grundwasser oder Erdreich entnommen wird. Aus der benötigten elektrischen Antriebsenergie kann drei- bis viermal so viel Heizwärme generiert werden. Daraus ergibt sich ein deutlicher Effizienzvorteil gegenüber Verbrennungsheizungen. Dieser positive Effekt erhöht sich mit der Qualität des eingesetzten Stroms. Bereits bei der heutigen deutschen Stromzusammensetzung, bezogen auf das Winterhalbjahr, ist die Wärmepumpe somit klimafreundlicher als eine moderne Erdgasheizung.

Idealerweise liegen bereits eine energetisch hochwertige Gebäudehülle und / oder großflächige Heizflächen (z.B. Fußbodenheizung) vor, sodass geringe Wärmeleistungen und Temperaturen zur Beheizung ausreichen.

### Noch wenige Anlagen

Bisher wurden nur in Neubauten sowie temporären Gebäuden (Container) Wärmepumpen eingesetzt. Derzeit befinden sich drei weitere Anlagen in der Umsetzung. Im neuen Kindergarten Bernhäusle wird eine Luftwärmepumpe die erforderliche Heizenergie zur Verfügung stellen. Beim Neubauvorhaben Gerhart-Hauptmann-Schule wird eine mit Erdsonden gekoppelte Wärmepumpe zum Einsatz kommen. Zudem läuft derzeit eine Heizungsmodernisierung in der Römerhalle, bei der zwei Luftwärmepumpen künftig den Wärmebedarf der Fußbodenheizung sowie die Übergangsjahreszeit abdecken werden.

### Energiewende nicht ohne Wärmepumpen

Die Wärmepumpentechnologie im Gebäudebestand anzuwenden wird die größte Herausforderung der kommenden Jahre werden. Denn ein zweckmäßiger Einsatz von Wärmepumpen ist meist erst bei Vorliegen einer guten Gebäudedämmung möglich. Um bereits vor einer Generalsanierung einen Teil der benötigten Wärme mit dieser Technologie decken zu können, sind kombinierte Heizungskonzepte mit Gas erforderlich. Erfolgt dann zu einem späteren Zeitpunkt eine energetische Sanierung, kann der Gasanteil weiter reduziert werden.

Tab. 7: Wärmepumpen in städt. Gebäuden

Standort	Inbetriebnahme	Heizleistung in kW
Integrierte Leitstelle	2011	55,8
Grundschule Horkheim	2014	31
Elly-Heuss-Knapp-Schule, Container	2016	8,4
Grundschule Alt-Böckingen, Container	2016	8,4
Wilhelm-Hauff-Schule, Container	2016	8,4
Gärtnerunterkunft Pfühlpark	2019	6,7
Gärtnerunterkunft Wertwiesen	2019	6,7
Römerhalle	2020	50,3
Römerhalle	2020	50,3
Kindergarten Bernhäusle	2021*	18
Gerhart-Hauptmann-Grundschule	2021*	45
		<b>289</b>

\* Finanzierung aus Haushalt 2019/2020

## 4.9 LED-Beleuchtung

Bei Leuchtmitteln gibt es je nach Technologie enorme Effizienzunterschiede. Dabei weisen Glüh- und Halogenlampen die schlechtesten Wirkungsgrade auf. Leuchtstofflampen und Quecksilberdampflampen schneiden besser ab, aber verursachen durch das enthaltene Schwermetall Entsorgungsprobleme. Dagegen zeichnet sich die LED-Technologie mit doppelter bis achtfach besserer Energieeffizienz aus. Weitere Vorteile sind die viel geringere Wärmerückentwicklung und eine deutlich längere Lebensdauer des Leuchtmittels. Zudem lassen sich mit LED individuelle Lichtsteuerungen, Farben und Helligkeiten realisieren. Die Technologie hat sich aufgrund dieser Vorzüge am Markt nahezu vollständig durchgesetzt.

### LED heute Standard

Die Innenbeleuchtung von Gebäuden wird derzeit sukzessive auf LED umgerüstet. Bei der Umsetzung von Brandschutzmaßnahmen werden häufig Decken saniert und hierbei die Beleuchtung miterneuert. Zudem konnten bereits wesentliche Sporthallen sowie städtische Parkhäuser und Garagen auf LED umgerüstet werden. Gerade in Bereichen mit langer Lichtnutzung oder hohem Lichtstärkebedarf rechnet sich die Umrüstung auf LED innerhalb weniger Jahre. Die Einsparung ergibt sich aus geringeren Strom- sowie Unterhaltskosten, da der Leuchtmitteltausch entfällt.

### Größter Hebel für Stromeinsparung

Innenbeleuchtung verursacht ein Drittel bis die Hälfte des Strombedarfs in städtischen Gebäuden. Bisher sind erst 10 bis 15 Prozent der Leuchten modernisiert. Die Umrüstung auf LED bedeutet häufig nur einen kleinen baulichen Eingriff. Eine flächendeckende LED-Umrüstung würden die jährlichen Stromkosten so um bis zu 500.000 Euro reduzieren.



Abb. 18: *Modernisierte Beleuchtung mit LED in der Mönchseehalle*

Tab. 8: Ausgewählte Beleuchtungsmodernisierungen mit LED-Technik mit mittlerer Einsparung

Gebäude	Bereich	Jahr der Inbetriebnahme	Strom-einsparung in MWh/a	Kosten-einsparung in €/a
Technisches Schulzentrum	diverse Bereiche	2014-2019	60	12.000
Römerhalle	Halle	2017	30	6.000
Stauwehrhalle	Halle	2017	20	4.000
Rosenaus Schule	Schulräume	2018	5	1.000
Technisches Rathaus	Büroräume Wilhelmsbau	2018	5	1.000
Leintalhalle	Halle	2018	20	4.000
Deutschordenshalle	Halle	2018	5	1.000
Gemeindehalle Frankenbach	Halle	2019	2	400
Sporthalle Schanz	Halle	2019	15	3.000
Bürgeramt Frankenbach		2019	5	1.000
Luise-Bronner-Realschule	Sporthalle	2020	3	600
Mönchseehalle	Bogenhalle	2020	50	10.000
<b>gesamt</b>			<b>220 MWh/a</b>	<b>44.000 €/a</b>

## 4.10 Betriebsoptimierung und Gebäudeautomation

Technische Anlagen in Gebäuden werden immer häufiger nicht mehr durch den Nutzer manuell gesteuert, sondern automatisiert betrieben. Diese Automatisierung ermöglicht häufig erst einen bedarfsgerechten und energiesparenden Einsatz der Gebäudetechnik. Voraussetzung dafür ist aber, dass die notwendigen Sensoren und Funktionen auch vorhanden sind. Darüber hinaus müssen in der Steuerung der Anlagen die richtigen Einstellungen getätigt und bei Bedarf geändert werden. Diese Aufgabe kann nur durch erfahrene Personen durchgeführt werden, die die Gebäude sowie deren Nutzung gut kennen.

### Einsparpotenzial nicht ausgeschöpft

Die Funktionen von technischen Anlagen werden bei der Planung und Bestellung durch das Hochbauamt definiert. Die Betriebseinstellungen werden gewöhnlich mit Inbetriebnahme durch eine Fachfirma in Abstimmung mit den Fachabteilungen festgelegt. Im Anschluss übernimmt der verantwortliche Hausmeister die Betriebsführung.

Wenn später Störungen auftreten oder Nutzer unzureichend versorgt werden, werden die Parameter angepasst. Kommt es nicht zu Störungen oder Beschwerden, werden die anfänglichen Einstellungen häufig nicht hinterfragt und bleiben so unverändert bestehen – auch wenn sie nach einiger Zeit nicht mehr dem Bedarf entsprechen oder gar von Anfang an auf nichtzutreffenden Annahmen beruhen.

### Technik wichtig aber personelle Ressourcen entscheidend

Falsch eingestellte Gebäudeautomation fällt oft nicht auf und kann folglich zu einem erhöhten Verbrauch von Energie führen. Daher sind eine regelmäßige Betriebsanalyse und die darauffolgende Optimierung in bestehenden Gebäuden ebenso wie in Neubauten unerlässlich. Oft scheitert diese wiederkehrende und sehr zeitaufwändige Aufgabe aufgrund fehlender personeller Ressourcen. Demgegenüber sind technische Nachrüstungen in Steuer- und Regelungstechnik häufig nur geringinvestiv, müssen aber ebenso von qualifiziertem Personal geplant und umgesetzt werden. Hier bietet die beschlossene Reorganisation des Gebäudemanagements (ZGM) eine Chance zur Bündelung und Professionalisierung technischer Aufgaben.

Automatisierte Bereiche werden beispielsweise in Abhängigkeit von Temperaturen, der Uhrzeit oder der Anwesenheit von Personen gesteuert und geregelt. Die gängigen Ansatzpunkte werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tab. 9: Ansatzpunkte für die energetische Optimierung und Automatisierung von Gebäudetechnik

Art der Anlage	Optimierung / Automatisierung
Lüftungsanlagen	Zeitschaltung Steuerung nach Luftqualität, CO <sub>2</sub> Variable Drehzahl, Luftmenge Außenluftanteil Heizregister
Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung	Anpassen der Heizkurven Zeitschaltung, Absenkbetrieb Optimierung der Hydraulik
Pumpen	Druckhöhe einstellen Zeitschaltung
Raumheizung	Heizungssteuerung mit elektrischen Stellantrieben Hydraulischer Abgleich
Warmwasserbereitung	Schaltzeiten Temperaturen Zirkulation
Beleuchtung	Schaltzeiten Beleuchtungsstärke Tageslichtsteuerung Präsenzmelder
Sonnenschutz	Schaltzeiten Grenzwerte

## 5 Aktuelle Bauvorhaben

### 5.1 Dammschulen

- Generalsanierung in 2 Bauabschnitten
- Teil 1 fertiggestellt
- Teil 2 Fertigstellung 2022

#### Energiemaßnahmen

- Neue Holzfenster
- Wärmedämmung oberste Geschossdecke
- Wärmedämmung der Putzfassade
- Erneuerung Heizungssteuerung
- LED-Beleuchtung
- PV-Anlage mit 99 kW



#### Einsparung

- Fernwärmebedarf sinkt um 25 bis 30%
- Strombedarf um 30 bis 50% reduziert
- Energiekosten sinken um 25.000 bis 35.000 € pro Jahr

### 5.2 Gerhart-Hauptmann-Grundschule

- Neubau in Massivbauweise und Klinkerfassade
- Fertigstellung 2021

#### Energiemaßnahmen

- Wärmedämmung nach gültigen Energiestandards
- 29 Erdwärmesonden
- Wärmepumpe
- Betonkerntemperierung
- LED-Beleuchtung
- PV-Anlage mit 99 kW



#### Einsparung

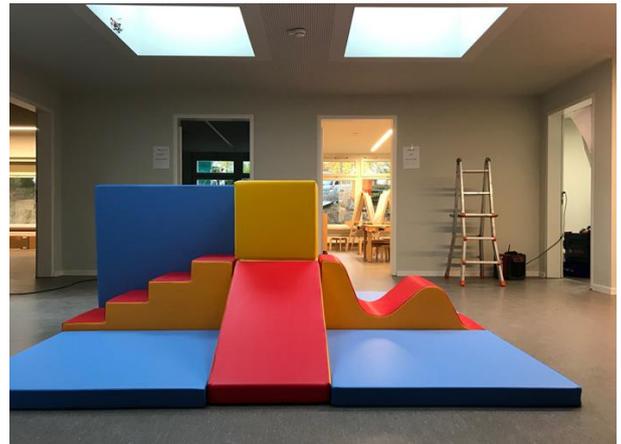
- Gaseinsatz aufgrund Wärmepumpe um 50 % reduziert
- Strombedarf wird durch Photovoltaik vollständig kompensiert

### 5.3 Kindergarten Maustal

- Erweiterungsanbau
- Generalsanierung des Bestandsgebäudes
- Fertigstellung 2020

#### Energiemaßnahmen

- Anbau gemäß gültigen Energiestandards
- Wärmedämmung aller Außenwände
- Neue Fenster
- Dachsanierung im Bestand
- LED-Beleuchtung



#### Einsparung

- 30-50% Wärme und 30% Stromeinsparung
- Energiekosten sinken trotz Erweiterung um 1.000 bis 2.000 € pro Jahr

### 5.4 Kindergarten Bernhäusle

- Neubau in Holzständerbauweise
- Fertigstellung 2021

#### Energiemaßnahmen

- Wärmedämmung nach gültigen Energiestandards
- Luftwärmepumpe
- Lüftungsanlage
- LED-Beleuchtung
- PV-Anlage mit 30 kW



#### Einsparung

- Reduzierte CO<sub>2</sub>-Emission aufgrund Holzbauweise
- Nullenergiegebäude – Photovoltaik erzeugt über das Jahr mehr Strom, als für Beheizung benötigt wird

## 5.5 Römerhalle

- Modernisierung der Energieversorgung
- Fertigstellung 2021

### Energiemaßnahmen

- PV-Anlage mit 45 kW (2010)
- LED-Beleuchtung (2017)
- Gasbrennwertkessel
- Wärmepumpe
- BHKW



### Einsparung

- Förderung der Wärmepumpen mit 50.000 bis 75.000 €
- Rund 50 % CO<sub>2</sub>-Einsparung bei gleichbleibenden Energiekosten

## 5.6 Mönchsehallen

- Sanierung der Bogenhalle und des Umkleibereichs
- Fertigstellung 2020

### Energiemaßnahmen

- Wärmedämmung Flachdach
- LED-Beleuchtung in allen Bereichen
- Erneuerung Lüftungs- und Heizungssteuerung
- PV-Anlage mit 60 kW (Energeno)



### Einsparung

- 15 bis 20% weniger Heizwärme
- 40 bis 50% weniger Strombedarf
- Energiekosten sinken um 20.000 bis 25.000 € pro Jahr

## 6 Tätigkeitsfelder Energiemanagement

### 6.1 Kommunales Energiemanagement (KEM)

In Heilbronn wurde bereits im Jahr 1999 das kommunale Energiemanagement - kurz KEM - eingerichtet. Dessen Kernaufgabe sind die Überwachung und Begrenzung der Energiekosten und des Energieverbrauchs städtischer Liegenschaften. Kontinuierlich soll die Energieeffizienz verbessert und der Anteil erneuerbarer Energien erhöht werden. Damit leistet die Stadt Heilbronn 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 KEM stets bestrebt, die verfügbaren Ressourcen so einzusetzen, dass der größtmögliche Effekt auf Energiekosten, Energieverbrauch und Klimaschutz erzielt werden kann.

#### Wachsendes Aufgabengebiet

Seit Einrichtung des kommunalen Energiemanagements liegt dessen Schwerpunkt auf städtischen Gebäuden und Liegenschaften. Bald kamen neue Themen hinzu wie Energieeinkauf und -abrechnung sowie eine systematische Erfassung von Verbrauchszahlen. Von 2008 an können Energie- und Rechnungsdaten softwaregestützt erfasst und ausgewertet werden - und die Digitalisierung ist hier erst am Anfang. Neue Technologien kommen auf den Markt und werden zunächst als Versuch, später in der Fläche in städtischen Gebäuden installiert. Zusätzliche Aspekte sind die Beantragung staatlicher Fördergelder sowie immer komplexere gesetzliche Energierichtlinien bei Bau und Sanierung von Gebäuden.

#### Energie Bestandteil vom Gebäudemanagement

Im Hochbauamt angesiedelt, kann das KEM eng mit den dortigen Fachabteilungen bei Bau- und Gebäudeunterhaltsmaßnahmen zusammenarbeiten. Da die Energiekosten einer der größten Kostenblöcke im Gebäudebetrieb sind, wird dieser Bereich auch im Gebäudemanagement (ZGM) eine wichtige Rolle spielen. Da Energiefragen häufig über die Verantwortung des Hochbauamts hinausgehen, arbeitet das KEM mit weiteren städtischen Bereichen zusammen.

#### Energiesparen betrifft gesamten Lebenszyklus

Der wesentliche Ansatzpunkt sind energieeffiziente Gebäude und Anlagen, deren Planung und Errichtung vom Energiemanagement fachlich begleitet wird. Bei der Entwicklung von Energiekonzepten müssen neben ökologischen stets auch ökonomische sowie gesetzliche Anforderungen berücksichtigt werden. Maßgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben außerdem die Nutzung und Betriebsweise von Gebäuden und Anlagen. Daher steht das KEM im engen Austausch mit den Gebäudenutzern und Hausmeistern. Durch die regelmäßige Erfassung von Energiedaten und Zählerständen wird der Energieverbrauch überwacht.

#### Energiemanagement als kaufmännische Aufgabe

Zur Bezuschussung investiver Projekte für Energieeffizienz gibt es verschiedene staatliche Förderprogramme. Die fachliche Verantwortung für die entsprechenden Anträge liegt beim KEM. Weiterhin kümmert sich das Energiemanagement um den wirtschaftlichen Einkauf der benötigten Energie und übernimmt die fachliche Prüfung der Energieabrechnungen. Da Energie- und Wasserkosten teilweise rückerstattet werden, sind jährlich Anträge bei den zuständigen Behörden zu stellen.

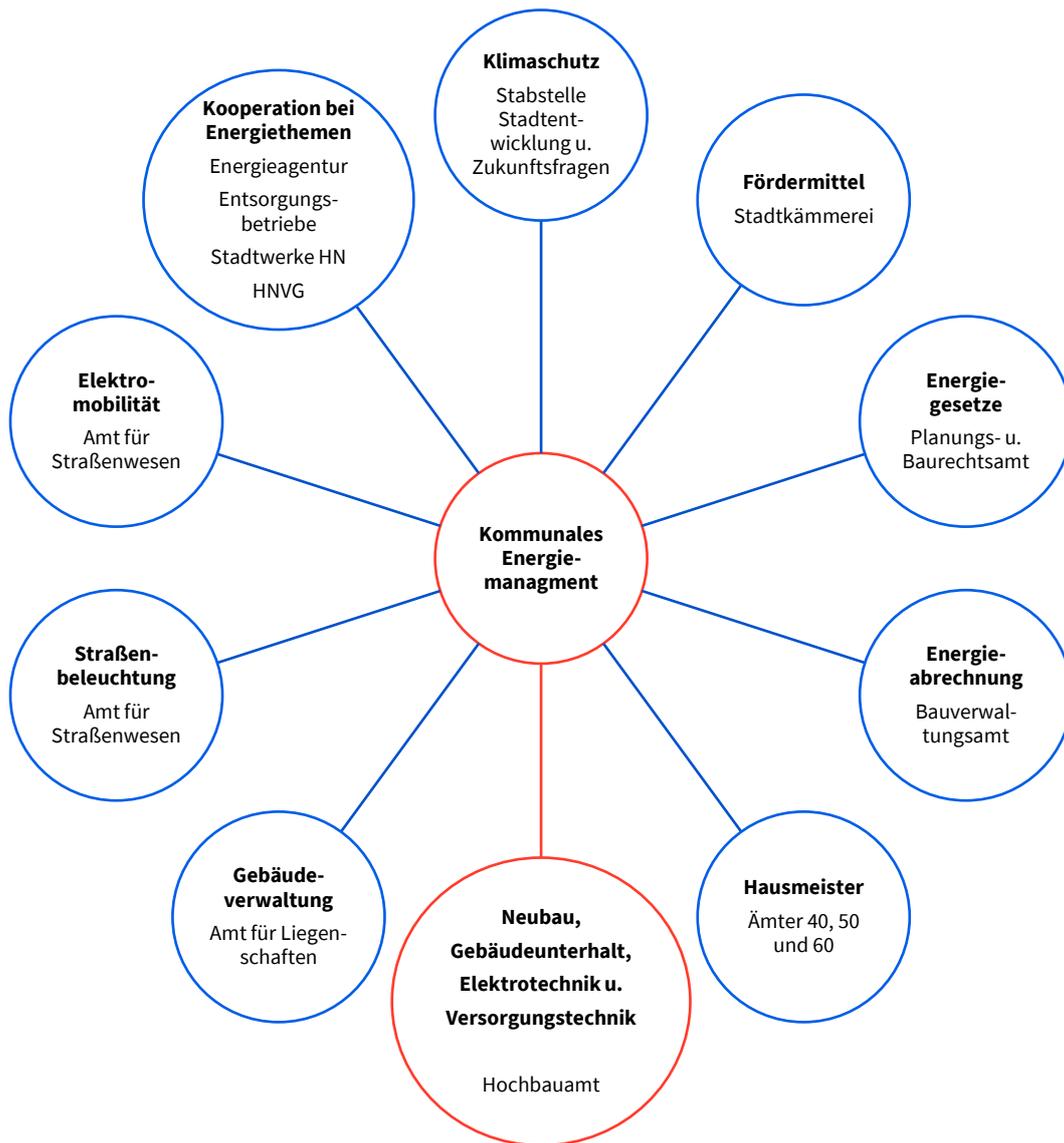


Abb. 19: Städtische Bereiche mit Schnittmengen zum kommunalen Energiemanagement

## 6.2 Nutzersensibilisierung

Die Nutzer von Gebäuden haben in erheblichem Maße Einfluss auf den Energieverbrauch der Stadt Heilbronn. Überwiegend handelt es sich hierbei um Beschäftigte der Stadt und Externe wie Lehrer und Schüler oder Bewohner von Flüchtlingsunterkünften. Insgesamt nutzen täglich ungefähr 25.000 Menschen städtische Gebäude als Bildungseinrichtung oder Arbeitsplatz.

Werden beispielsweise beim Verlassen eines Raumes elektrische Geräte abgeschaltet oder Beleuchtung konsequent tageslichtabhängig geschaltet, kann der Strombedarf von Gebäuden deutlich gesenkt werden. Sparsames Heizen und richtiges Lüften im Winter wirkt sich entsprechend positiv auf den Heizwärmebedarf aus. Dieses Energiebewusstsein lässt sich nur bedingt durch „intelligente“ Technik ersetzen und wäre zudem mit erheblichen Investitionen in Gebäudeautomation verbunden. Aus diesem Grund steht das kommunale Energiemanagement im engen Austausch mit den Gebäudenutzern. Um das Energiebewusstsein besonders in Schulen zu stärken, sollen auch Projekte zur Sensibilisierung von Schülern und Lehrern fortgesetzt und intensiviert werden.

Besonders Hausmeister und andere Gebäudeverantwortliche haben einen großen Einfluss auf den Energieeinsatz am Gebäude, indem sie Anlagen wie Heizkessel, Lüftungsanlagen oder Einzelraumregelungen bedienen. Werden beispielsweise Ferien, Wochenenden und Heizperioden in der Anlagensteuerung gewissenhaft berücksichtigt, wird unnötiger Energieverbrauch deutlich reduziert. Um hierfür zu sensibilisieren, steht das KEM im ständigen Dialog mit den Hausmeistern. Darüber hinaus werden regelmäßig Treffen zum Erfahrungs- und Wissensaustausch, den sogenannten Hausmeisterschulungen, organisiert.

Neben verschiedenen Projekten in der Planung, finden aktuell bereits folgende Maßnahmen zur Nutzersensibilisierung statt:

- Erfahrungsaustausch mit Hausmeistern zum Thema Energie (Hausmeisterschulung)
- Regelmäßige Energiehinweise und Erinnerungen für Hausmeister, zum Ende der Heizperiode, zum Ferienbeginn etc.
- Nutzerhinweise über das Intranet zum Energiesparen am Arbeitsplatz
- Klimaschutz-Projekte an Schulen in Kooperation mit der Energieagentur Heilbronn



Abb. 20: Hausmeisterschulung

## 6.3 Energiedatenerfassung

Die Energiedatenerfassung, der sogenannte Energiedienst, ist ein grundlegendes Aufgabenfeld des KEM. Denn die erfassten Daten bilden die wichtigste Grundlage für die Analyse und energetische Bewertungen städtischer Gebäude und Infrastruktur.

Die Verbrauchszahlen der Liegenschaften werden daher größtenteils monatlich in der Energiedaten-Software erfasst. Hierfür füllen die städtischen Hausmeister zum Ableszeitpunkt eine Zählertabelle aus, welche dann vom KEM in das System übertragen wird. Erfasst werden sowohl Verbrauchszahlen für die Wärme - besonders Gas und Fernwärme - als auch Strom und Wasser. Ergänzt werden die Zahlen durch digital erfasste Stromverbräuche, die bei größeren Liegenschaften vom Netzbetreiber erhoben werden und als 15-Minuten-Lastgang vorliegen.

Mit Hilfe dieser ständig fortgeschriebenen Verbrauchsdaten können Abweichungen im Verbrauch erkannt werden. Wurden diese durch Bedienungsfehler oder Störungen, beispielsweise nicht abgeschaltete Verbraucher, falsche Einstellungen oder Wasserrohrbrüche hervorgerufen, kann zeitnah gegengelenkt werden und dadurch auflaufender Verbrauch und Kosten reduziert werden.

Die Verbrauchszahlen dienen außerdem dazu, Gebäude untereinander zu vergleichen (Benchmarking) und so beispielsweise Priorisierungen für Sanierungen zu treffen. Nach Abschluss von Sanierungsmaßnahmen kann wiederum die Einsparung überwacht und optimiert werden.

Unmittelbares Ergebnis einer regelmäßigen Verbrauchskontrolle sind die Einsparungen durch aufgedeckte Betriebsstörungen oder Bedienungsfehler. Hinzu kommen jedoch zusätzlich indirekte Einspareffekte. So werden Gebäudeverantwortliche und Nutzer allein durch das Bestehen regelmäßiger Verbrauchserfassungen sensibler (siehe Kapitel 6.1). Folglich wird achtsamer mit den Ressourcen Energie und Wasser umgegangen.

Diese direkte und indirekte Wirkung regelmäßiger Energiedatenerfassung beziffert das baden-württembergische Wirtschaftsministerium in seinem Leitfaden „Kommunales Energiemanagement“ mit einer jährlichen Einsparung der Energiekosten von mindestens 7%.

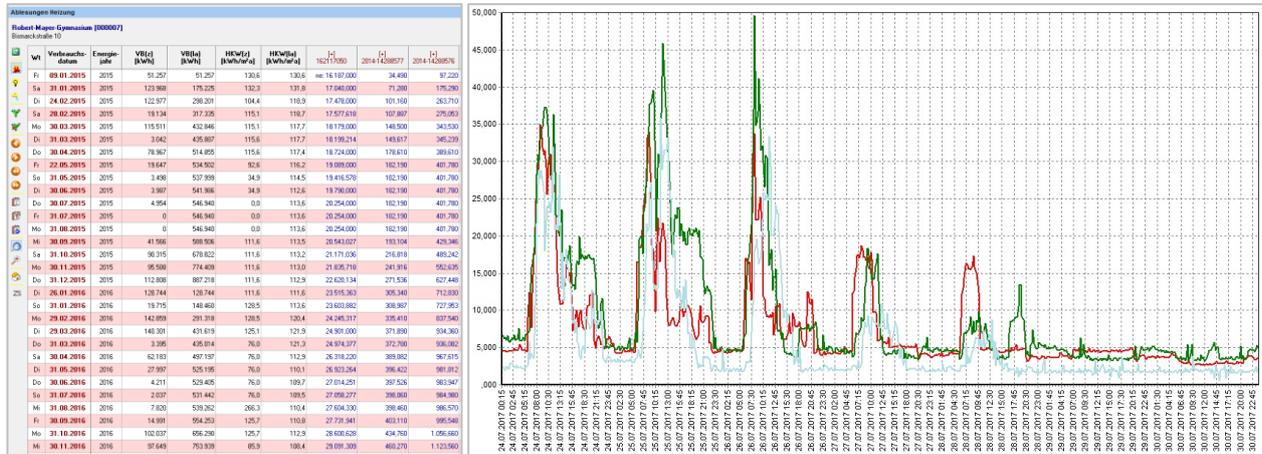


Abb. 21: Beispielhafte Verbrauchsaufzeichnungen - Monatswerte für Wärme und 15-Minuten-Lastgangkurven für Strom

## 6.4 Energieabrechnung

Die städtischen Liegenschaften werden über rund 1.100 Übergabestellen mit Wasser, Strom, Erdgas und Fernwärme versorgt. Ebenso viele Abrechnungen gehen in monatlich bzw. jährlich bei der Stadt ein. Diese müssen auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft werden bevor sie zur Auszahlung freigegeben werden dürfen.

### Rechnungsprüfung

In den meisten Fällen übernimmt das KEM die sachliche und rechnerische Prüfung der Energie- und Wasserrechnungen. Die Abrechnungen werden dabei – je nach Tarif monatlich oder jährlich – vom Energieversorger elektronisch in die Energiedaten-Software eingespielt und vom Bauverwaltungsamt bearbeitet und archiviert. Die Freigabe der Rechnungen an das Bauverwaltungsamt erfolgt über sogenannte Sammelauszahlungsanordnungen. Hierin werden alle in einer Abrechnungsperiode anfallenden Kosten, sortiert nach Energieträgern, aufgeführt. Nach abschließender Prüfung durch das Bauverwaltungsamt wird die Auszahlungsanordnung an die Stadtkasse erteilt.

### Zählerwechsel

Die Durchführung der turnusmäßigen Zählerwechsel durch den Netzbetreiber muss koordiniert werden. Hierfür gehen regelmäßig Meldungen über zu wechselnde Zähler beim KEM ein. Damit die Zählermonteure Zutritt zu den entsprechenden Anlagen haben, werden die Termine durch das KEM vermittelt und ggfs. auch nach Absprache mit den Verantwortlichen vor Ort (Hausmeister etc.) verlegt. Aufgrund hunderter Messstellen finden diese Zählerwechsel kontinuierlich statt.

### An- und Abmeldung von Zählern

Werden neue Gebäude gekauft oder angemietet, müssen die vorhandenen Zähler auf die Stadt Heilbronn umgemeldet werden. Dies trifft auch auf Nutzungsänderungen zu, bei denen die Gebäude von einem Amt auf ein anderes übertragen werden. Hierzu wählt das KEM eine entsprechende Kundennummer aus und gibt diese an das Kundencenter des Versorgungsunternehmens zur Anmeldung weiter. Es handelt sich in den meisten Fällen um eine Kundennummer, die in der SEKS/SAAVE - Schnittstelle hinterlegt ist, damit die Rechnungen und Zahlungen über den digitalen Weg verarbeitet werden können. Auch bei dieser Aufgabe ist eine enge amtsübergreifende Zusammenarbeit unerlässlich.

Die KEM-Tätigkeiten Rechnungsprüfung und Zählermanagement leisten keinen direkten Beitrag zur Einsparung von Energie, dennoch sind sie für eine funktionierende Energie- und Wasserversorgung städtischer Gebäude notwendig. Der Zeitaufwand dafür ist sehr hoch, daher ist das KEM ständig bestrebt diese Prozesse zu optimieren. In Abstimmung mit den Versorgungsunternehmen und dem Bauverwaltungsamt ist es gelungen, einige Vereinfachungen im Bereich der Abrechnungsintervalle und papierloser Rechnungen umzusetzen. Diese entlasten sowohl KEM als auch Bauverwaltungsamt. Weitere Optimierungen sind jedoch erforderlich, um die Ressourcen im KEM verstärkt auf Energieeinspar-Maßnahmen zu fokussieren.

## 6.5 Energieeinkauf

Die Gewährleistung einer wirtschaftlichen, ökologischen und zuverlässigen Energieversorgung städtischer Infrastruktur ist eine wesentliche Aufgabe des kommunalen Energiemanagements. Lieferkonditionen für Strom, Erdgas und Holzpellets werden daher in regelmäßigen Abständen mit der Marktentwicklung abgeglichen und neu verhandelt. Um Synergien beim Energieeinkauf zu bewirken, werden nach Möglichkeit der Bedarf von städtischer Infrastruktur sowie von Eigenbetrieben gebündelt vergeben.

Im Zuge der Umstellung des innerstädtischen Fernwärmenetzes von Dampf auf Heißwasser wurden etliche Gebäude von Erdgas auf Fernwärme umgestellt. Die Fernwärme wird nun überwiegend durch Kraft-Wärme-Kopplung unter Einsatz von Biogas und Deponiegas erzeugt. Ein Teil der Wärme wird aus dem Dampfnetz des Heizkraftwerks Heilbronn bezogen.

Seit 2009 wird teilweise und seit 2017 vollständig zertifizierter Grünstrom eingekauft. Die Erzeugung erfolgt in bestehenden Laufwasserkraftwerken in Süddeutschland (siehe Kapitel 3.5).

## 6.6 Abgabenrückerstattung

Eine jährlich wiederkehrende Aufgabe des KEM ist die Rückforderung von Energiesteuern und Abwassergebühren.

Das Erdgas, welches in KWK-Anlagen eingesetzt wird, kann von der Energiesteuer befreit werden. Diese Steuer fordert das KEM für jedes kommunal betriebene BHKW beim Hauptzollamt zurück. Hierfür müssen jeweils Anträge ausgefüllt und eingereicht werden. Um korrekte Angaben machen zu können, ist es von Bedeutung, dass die Verbrauchsdaten der BHKW dokumentiert werden. Diese werden vom KEM vor Ort selbst abgelesen und dann in digitaler Form gepflegt. Für die Rückerstattung relevant sind Betriebsstunden, Gasverbrauch, Wärmeerzeugung und Stromproduktion pro BHKW und Jahr. Aktuell beläuft sich die Gesamterstattung auf über 20.000 Euro im Jahr.

Ebenso jährlich kann die Abwassergebühr für nicht wieder eingeleitetes Wasser bei den Entsorgungsbetrieben zurückgefordert werden. Dies gilt z.B. für Gießwasser an Friedhöfen oder Sportplätzen. Voraussetzung hierfür ist ein geeichter Zwischenzähler, der das nicht dem Abwassersystem zugeführte Wasser erfasst. Die Stände der Zwischenzähler werden vom KEM regelmäßig eingeholt und in der Energiekontrollsoftware festgehalten. Die hierdurch erfasste Wassermenge kann dann in einem entsprechenden Antrag von der Abwassergebühr befreit werden. Diese Gebühr wird nach Einreichen der Anträge von den Entsorgungsbetrieben zurücküberwiesen. Hieraus ergibt sich eine jährliche Erstattung von rund 20.000 Euro.

## 6.7 Generieren von Fördergeldern

Finanzielle Anreize für Investitionen in Energieeffizienz werden von verschiedenen öffentlichen Förderprogrammen angeboten. Je nach Programm unterscheiden sich die Inhalte, Förderquoten und Antragsvoraussetzungen. Die meisten Programme dürfen nicht miteinander kombiniert werden. Neben baulichen Maßnahmen können teilweise auch organisatorische und personalintensive Energieeinsparprojekte bezuschusst werden.

Sind energetische Modernisierungen geplant, ermittelt das kommunale Energiemanagement nach welchen Programmen eine Bezuschussung grundsätzlich in Frage kommt. Abhängig von Förderquoten, Fristen und Förderbudgets wird das sinnvollste Programm ausgewählt. Von der Antragsstellung über die Vergabe und Bauausführung bis zur Erstellung des Verwendungsnachweises ist eine enge Abstimmung zwischen den Projektverantwortlichen aus Technik, Kämmerei und KEM erforderlich. Die Nichteinhaltung festgelegter Fristen führt oft zum vollständigen Ausfall der Fördergelder.

In der Vergangenheit konnten in erster Linie über das landeseigene Förderprogramm *Klimaschutz-Plus* Zuschüsse generiert werden. Neben Wärmeschutzmaßnahmen an Fassaden, Dächern und Fenstern konnten auch LED-Beleuchtung, Pellet-Kessel, Blockheizkraftwerke sowie Lüftungsanlagen unkompliziert bezuschusst werden. Da die Förderbereiche in den letzten Jahren schrittweise eingeschränkt wurden, hat Klimaschutz Plus inzwischen an Bedeutung verloren.

Der geringere Fördermittelabruf in den Jahren 2015 und 2016 ist vor allem der vorübergehenden Unterbesetzung im KEM geschuldet.

2017 und 2018 konnte die Stadt zusätzlich von Geldern aus dem *Kommunalen Investitionsfördergesetz* – kurz *KInvFG* – profitieren. Dieses Sonderprogramm des Bundes förderte insbesondere energetische Maßnahmen an öffentlichen Gebäuden mit einer überdurchschnittlich hohen Förderquote von bis zu 90 Prozent. So konnten Zuschüsse in Höhe von über 1,5 Mio. Euro gesichert werden.

2019 wurden vorrangig wieder Landesmittel aus der Klimaschutz-Plus-Förderung für Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle beantragt. Im Jahr 2020 konnten für drei Wärmepumpen-Projekte Bundesmittel aus dem BAFA-Programm *Heizen mit Erneuerbaren Energien* bewilligt werden.

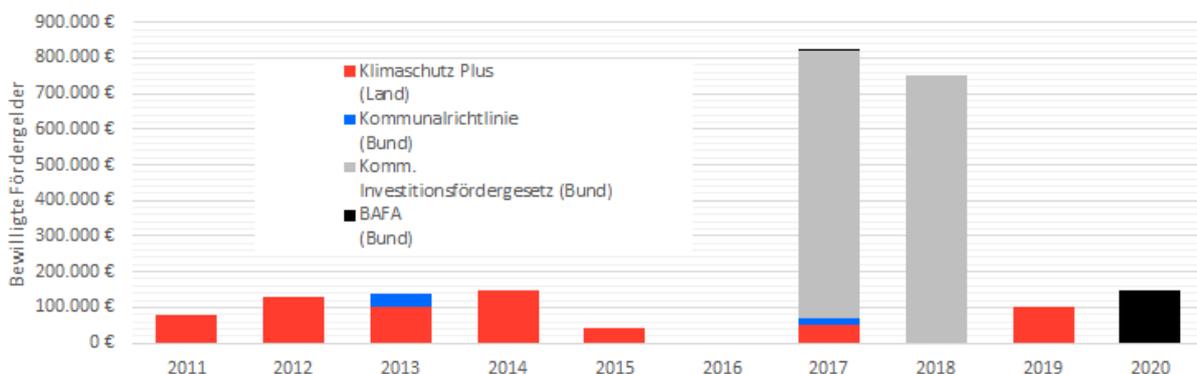


Abb. 22: Bewilligte Fördermittel für investive Energiemaßnahmen 2019 und 2020

Tab. 10: Geförderte Energieprojekte 2019 und 2020

<b>Gebäude</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Bewilligter Zuschuss</b>
Kindergarten Maustal	Fassaden-, Fenstersanierung	16.000 €
Leintalhalle	Flachdachsanierung	43.000 €
Gerhart-Hauptmann-Schule	Wärmepumpe + Erdsonden	77.000 €
Kindergarten Bernhäusle	Wärmepumpe	14.000 €
Römerhalle	Hybrid WP/Gas	75.000 €
	<b>Gesamt</b>	<b>225.000 €</b>

## 6.8 Vernetzung und übergeordnete Projekte

Der Energiebedarf der Stadt Heilbronn wird nicht alleine von den Tätigkeiten innerhalb des Hochbauamtes gelenkt, sondern von verschiedenen Stellen in anderen Ämtern beeinflusst und verantwortet. Zum Beispiel haben für den Energieverbrauch in Gebäuden die Hausmeisterinnen und Hausmeister eine Schlüsselfunktion inne. Sie sind überwiegend beim Schul-, Kultur- und Sportamt beschäftigt. Rund ein Drittel des Strombedarfs der Stadt wird durch Straßenbeleuchtung verursacht, wofür die Verantwortung beim Amt für Straßenwesen liegt. Daher ist ein enger amtsübergreifender Austausch mit dem Kommunalen Energiemanagements sehr wichtig.

Daneben gibt es auf städtischer Aufgaben und Funktionen mit fachlichen Überschneidungen. Das sind im Wesentlichen die Energieagentur, die Klimaschutzleitstelle oder das Baurechtsamt mit dem Bereich Energierecht. Im Rahmen der Gewinnung von Fördergeldern ist die enge Zusammenarbeit mit der Stadtkämmerei unerlässlich, die Abrechnung von Energie und Wasser erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Bauverwaltungsamt. Das Thema Elektromobilität in Gebäuden wird mit dem Amt für Straßenwesen bearbeitet.

In städtischen Eigenbetrieben und Beteiligungen treten zudem regelmäßig Fragen auf, wo ein Erfahrungsaustausch oder eine Zusammenarbeit Synergien hervorruft. Das sind zum Beispiel die Entsorgungsbetriebe mit ihren energieintensiven Prozessen, die Stadtwerke Heilbronn oder die HNVG.

Sehr hilfreich für inhaltliche Fragestellungen hat sich darüber hinaus der fachliche Austausch mit Energieverantwortlichen anderer Kommunen erwiesen. Regelmäßige Netzwerktreffen oder direkte Gespräche geben die Möglichkeit dafür.

Einige übergeordnete Projekte der letzten zwei Jahre sind im Folgenden aufgeführt.

Tab. 11: Mitwirkung des kommunalen Energiemanagements bei übergeordneten Projekten 2019, 2020

	Projekt	Partner
	Klimaschutzkonzept 2020	Stabsstelle Stadtentwicklung und Zukunftsfragen
	Projekte in Schulen	Energieagentur
	Photovoltaik auf Theater und Probenzentrum	Theater Heilbronn
	Wärmeversorgung Neckarbogen 2. Bauabschnitt	Dezernat IV, Amt für Liegenschaften und Stadterneuerung, Planungs- und Baurechtsamt
	E-Mobilität in städt. Gebäuden	Amt für Straßenwesen, Stadtwerke Heilbronn
	Digitalisierung von Energiezählern	Stabsstelle Stadtentwicklung und Zukunftsfragen
	Unterrichtsmaterial zum Energiesparen in Grundschulen	Schul-, Kultur- und Sportamt, Energieagentur
	Nachhaltigkeitsmanagement	Stabsstelle Stadtentwicklung und Zukunftsfragen

## 7 Finanzielle Einspareffekte

### Wärmedämmung: 200.000 Euro pro Jahr

Die Bewertung der Wärmeschutzsanierungen an Gebäuden wird anhand von 18 größeren Projekten der letzten 15 Jahre vorgenommen. Insgesamt können dort jährliche Einsparungen bei der Gebäudeheizung von über 150.000 € erzielt werden. Wird die Vielzahl von kleineren Sanierungsmaßnahmen hinzugerechnet, beläuft sich die Einsparung auf mindestens 200.000 € im Jahr.

### Brennwerttechnik: 100.000 Euro p.a.

Die Modernisierung alter Gasheizungen spart je nach Ausgangssituation zwischen 5 und 20 Prozent Brennstoff ein. Ausgehend von einer durchschnittlichen Einsparung von 10 % werden durch die fast abgeschlossene Umrüstung mindestens 2.000 Megawattstunden Erdgas pro Jahr eingespart. Das entspricht 100.000 € im Jahr.

### Blockheizkraftwerke: 240.000 Euro p.a.

Die Wirtschaftlichkeit von Blockheizkraftwerken begründet sich durch die preisgünstige Stromerzeugung. Die Einsparung errechnet sich aus dem vermiedenen Strombezug aus dem Netz, der KWK-Vergütung sowie der vermiedenen Wärmeerzeugung im Gaskessel. Davon abgezogen werden die Mehrkosten für Erdgas sowie für Wartung und Unterhalt. 2019 lag die jährliche Kosteneinsparung bei rund 240.000 €. Durch die Inbetriebnahme weiterer Anlagen 2020 und 2021 steigt dieser Betrag weiter an.

### LED-Beleuchtung: 80.000 Euro p.a.

Die Stromeinsparung durch eine LED-Umrüstung beträgt je nach Ausgangssituation und Nutzung 30 bis 80 %. Die größeren Sanierungen der letzten 5 Jahre erzielen eine jährliche Stromeinsparung von ungefähr 400 MWh. Das entspricht vermiedenen Stromkosten von rund 80.000 Euro im Jahr. Da die Umrüstung auf die noch junge Technologie erst am Anfang ist, wird diese Ersparnis kontinuierlich ansteigen

### Photovoltaik: 70.000 Euro p.a.

Photovoltaikstrom der zur Deckung des Bedarfs im Gebäude genutzt wird senkt die Energiekosten. Nach Inbetriebnahme der geplanten stadteigenen PV-Anlagen wird ab Ende 2021 rund 350.000 Kilowattstunden Strom vom eigenen Dach kommen. Die prognostizierte Einsparung liegt bei bis zu 70.000 Euro pro Jahr.

### Fördergelder: 100.000 Euro p.a.

In den letzten 10 Jahren konnten für Energiesparmaßnahmen in Gebäuden rund 2,4 Millionen Euro Fördergelder generiert werden. Da sich die Förderlandschaft beinahe jährlich ändert und auch geeignete Energieprojekte vorliegen müssen, können diese Zuschüsse stark variieren. In der Vergangenheit waren dennoch meist Zuschüsse von mindestens 100.000 Euro im Jahr möglich.

## 8 Neue Anforderungen an Gebäude

### 35% des CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch Gebäude

Klimaschutz ist eng mit dem Gebäudesektor verbunden. Denn die Nutzung von Gebäuden verursacht in Deutschland rund ein Drittel der CO<sub>2</sub>-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.

### Heizwärmebedarf muss reduziert werden

Der größte Hebel ist die Einsparung von Heizenergie. Dafür muss in erster Linie der 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.

### 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 lokal 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 hinzu kommen. Mit dem Ausbau des Wasserstoffsektors könnten zusätzlich Gasspeicher sinnvoll werden.

### E-Mobilität ist auch Hochbauaufgabe

Durch die Zunahme der Elektromobilität werden Parkplätze an Gebäuden durch Lademöglichkeiten ergänzt. Hierdurch ergibt sich zukünftig die Möglichkeit, dezentral erzeugten Strom in Autobatterien zu speichern. Außerdem können die Fahrzeuge künftig auch umgekehrt zur Deckung von Lastspitzen eingesetzt werden.

### Nachhaltige Baumaterialien und Urban Mining

Auch die Herstellung und Sanierung von Gebäuden muss möglichst CO<sub>2</sub>-arm gestaltet werden. Neben dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffe 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

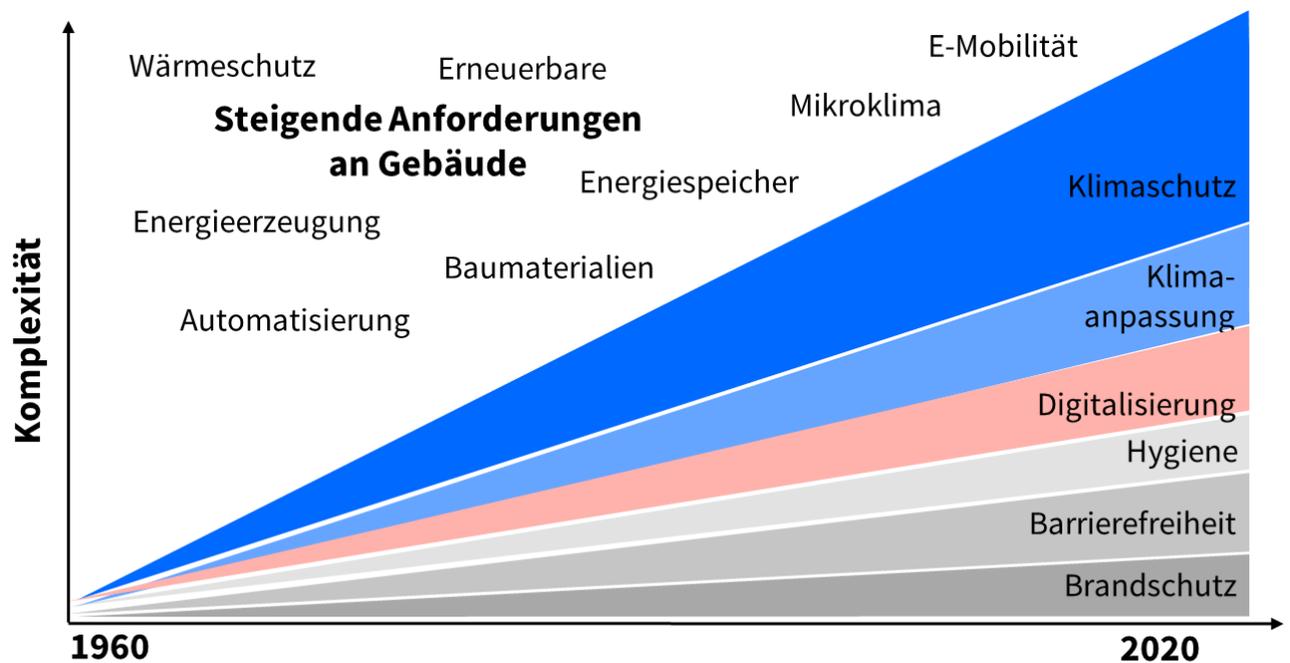


Abb. 23: *Stetig wachsende Anforderungen an Gebäude*

### Gebäude für gutes Klima

Neben diesen energetischen Anforderungen muss sich der urbane Raum auch an die fortschreitende Klimaerwärmung anpassen. So sind künftig 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.

### Ohne Ressourcen ist Transformation nicht möglich

Weiterhin sind im zunehmenden Maße Bauvorschriften und steigende Nutzeranforderungen zu berücksichtigen. Im Wesentlichen sind das strengere Brandschutzmaßnahmen, Barrierefreiheit, Hygieneanforderungen und Digitalisierung. Das alles führt dazu, dass das Bauen und Betreiben von Gebäuden in den letzten Jahrzehnten ständig an Aufgaben und Komplexität hinzugewonnen hat. Diese Transformation kann nur durch ausreichend finanzielle Mittel sowie Personal bewältigt werden. Die Chance darin liegt in der Stärkung der lokalen Wertschöpfung und mehr Unabhängigkeit von internationalen Energie- und Rohstoffquellen.

## 9 Auszug Gebäudestatistik

Tab. 12: Heizwärmebedarf der größten 60 wärmeverbrauchenden Liegenschaften

Gebäudebezeichnung	2015	2016	2017	2018	2019	Trend
	in MWh					
Technisches Schulzentrum	3.862	3.976	4.163	3.495	3.835	→
GWRS Frankenbach	1.406	1.426	1.334	1.277	1.466	→
Gustav-von-Schmoller-Schule	1.067	1.168	1.207	1.116	1.099	→
Fritz-Ulrich-Schule	763	859	890	805	941	↔
Technisches Rathaus inkl. Wilhelmsbau	802	941	951	876	883	→
Rathaus	900	851	940	823	848	→
Robert-Mayer-Gymnasium	887	969	851	855	837	↔
Rosenausschule	670	764	758	577	781	→
Ludwig-Pfau-/Luise-Bronner-Schule/Hoover-KiGa	712	733	795	671	742	→
Hauptfeuerwache	708	662	713	659	709	→
Hauptfriedhof Krematorium	504	657	591	577	700	↔
Bürgerhaus Böckingen	516	591	616	617	673	↔
Sonderschulzentrum Pestalozzi u. Gebrüder Grimm	614	677	696	737	636	→
Dammschule	750	807	830	701	629	↔
Helene-Lange-Realschule	534	658	670	615	619	↔
Leintalhalle	425	606	657	576	611	↔
Wilhelm-Hauff-Schule	577	666	702	554	604	→
Paul-Meyle-Sonderschule	552	544	539	450	591	→
Mörike-Realschule	614	572	550	553	564	↔
Stadtgärtnerei	428	484	512	488	530	↔
Stauwehrhalle	489	789	793	514	522	↔
Staufenbergschule	480	537	661	474	508	→
Mönchsee-Sporthalle	455	490	459	446	482	→
Albrecht-Dürer-Schule	629	670	749	500	478	↓
Staatliche Gemeinschaftsunterkunft	638	652	508	434	477	↓
Betriebsamt Werkstätten	428	474	423	512	473	↔
Olgajugendzentrum	367	665	508	381	425	↔
Heinrich-von-Kleist-Realschule	359	385	434	432	422	↔
Mönchsee-Gymnasium, THG Spange	348	390	354	376	409	↔
Elly-Heuß-Knapp Gymnasium	399	352	367	402	408	↔
Römerhalle	420	358	387	357	390	→
Wartbergschule	387	389	399	366	387	→
Silcherschule	352	385	350	317	365	→
Theodor-Heuß-Gymnasium	329	397	340	-	350	→
Deutschhof Museum	359	307	350	312	324	↔
Deutschhof Stadtarchiv	367	312	349	299	315	↔
Elly-Heuß-Knapp Sporthalle	171	209	325	325	309	↑
Elly-Heuß-Knapp Gemeinschaftsschule	276	301	274	247	285	→
Grünewaldschule	277	295	299	269	278	→
Technisches Schulzentrum P-Bau (ehem. Höhning)	355	387	341	288	271	↓
Grundschule Alt-Böckingen	290	291	332	305	251	↔
Deutschordenshalle	232	298	282	278	247	→
Betriebsamt Verwaltungsgebäude	226	189	247	240	243	↔
Bürgeramt Biberach	221	244	244	222	226	→
Böllingertalhalle	213	178	214	210	224	↔
Alte Kelter	257	244	261	210	217	↔
Grundschule Biberach	148	205	209	245	202	↑
Kindertagesstätte Charlottenkrippe	231	319	238	195	199	↓
Sozialamt	194	219	224	199	199	→
Grundschule Kirchhausen	201	132	198	195	191	↔
Rathaus Kirchhausen	148	164	171	148	190	↔
Silcherturnhalle	151	169	149	134	190	↔
Neckarhalle	201	200	198	201	188	→
Mörike-Sporthalle	209	210	213	211	187	↔
Grundschule Horkheim mit Mensa	235	220	206	155	183	↓
Alte Kelter Sontheim	162	236	228	221	180	→
Justinus-Kerner-Gymnasium Turnhalle	214	195	265	182	173	↔
Kindertagesstätte Olgakrippe	161	163	178	166	171	→
Magazin städt. Museen + Wohnungen	142	165	172	150	157	→
Technisches Schulzentrum R-Bau	186	168	153	151	153	↔

Tab. 13: Strombedarf der größten 60 stromverbrauchenden Liegenschaften

Gebäudebezeichnung	2015	2016	2017	2018	2019	Trend
	in MWh					
Technisches Schulzentrum	1.273	1.264	1.250	1.255	1.212	→
Rathaus	526	513	496	454	436	↘
Hauptfeuerwache	415	403	395	425	415	→
Technisches Rathaus inkl. Wilhelmsbau	415	436	407	361	361	↘
Betriebsamt	266	282	287	292	306	↗
Gustav-von-Schmoller-Schule	273	275	265	269	287	→
Kunsthalle Vogelmann	174	155	195	204	223	↑
K3 Stadtbücherei	217	227	225	225	220	→
Hauptfeuerwache Leitstelle	234	256	231	223	191	↘
Mörrike-Realschule	141	164	175	182	174	↗
Deutschhof Stadtarchiv	226	179	172	176	165	↓
GWRS Frankenbach	169	168	180	165	161	→
Staatliche Gemeinschaftsunterkunft	157	177	132	162	156	→
Justinus-Kerner-Gymnasium	147	153	162	161	147	→
Mönchsee-Gymnasium, THG Spange	137	133	135	142	141	→
Helene-Lange-Realschule	133	132	130	143	141	→
Robert-Mayer-Gymnasium	133	138	133	142	138	→
Elly-Heuß-Knapp Gymnasium	136	122	133	131	133	→
Heinrich-von-Kleist-Realschule	101	107	110	129	128	↗
Ludwig-Pfau-/Luise-Bronner-Schule/Hoover-KiGa	125	121	122	130	127	→
Römerhalle	143	133	148	116	124	↘
Paul-Meyle-Sonderschule	133	134	116	100	123	↘
Dammschule	106	102	104	110	119	↗
Deutschhof Museum	152	85	122	120	115	↘
Deutschhof Nordbau	133	129	106	112	114	↘
Theodor-Heuß-Gymnasium	119	113	112	108	105	↘
Sonderschulzentrum Pestalozzi u. Gebrüder Grimm	95	98	104	97	100	→
Frankenstadion	82	74	95	93	90	↗
Fritz-Ulrich-Schule	96	96	81	97	89	→
Bürgerhaus Böckingen	109	109	98	96	83	↘
Hauptfriedhof Krematorium	75	66	71	71	82	↗
Mensa Schulzentrum Ost	67	76	89	97	80	↗
Stauwehrhalle	100	132	134	95	78	↓
Mönchsee-Sporthalle	168	148	151	138	77	↓
Verwaltungsgebäude Wollhausstraße	-	76	76	73	77	→
Wartbergsschule	76	77	79	76	77	→
Kindertagesstätte Neckarbogen	-	-	-	-	73	
Leintalhalle	66	82	85	89	67	→
Sozialamt	78	73	73	67	67	↘
Silcherschule	49	49	45	58	67	↑
Staufenbergschule	59	60	64	64	64	→
Kindertagesstätte Olgakrippe	58	63	67	66	63	→
Albrecht-Dürer-Schule	77	79	71	66	62	↘
Elly-Heuß-Knapp Gemeinschaftsschule	59	57	59	61	62	→
Wilhelm-Hauff-Schule	54	58	65	62	62	↗
Grundschule Biberach	56	51	53	53	60	→
Böllingertalhalle	52	50	50	59	60	↗
Rosenausschule	61	62	61	58	55	↘
Deutschordenshalle	48	53	54	50	53	→
Neckarhalle	50	54	52	52	53	→
Olgajugendzentrum	63	95	63	49	50	↓
Elly-Heuß-Knapp Sporthalle	58	54	46	46	48	↘
Deutschhof Mittelbau	12	17	45	40	45	↑
Gerhart-Hauptmann-Schule (Interimsgebäude)			-	44	45	→
Alte Kelter	68	55	49	45	43	↓
Grundschule Alt-Böckingen	35	39	45	38	40	→
Staufenberg-Sporthalle	21	27	35	29	37	↑
Elly-Heuß-Knapp Grundschule	26	30	33	34	35	↑
Kindertagesstätte Charlottenkrippe	35	40	41	39	34	→
Gemeindehalle Frankenbach	25	28	26	36	34	↑

Tab. 14: Wasserbedarf der größten 60 wasserverbrauchenden Liegenschaften

Gebäudebezeichnung	2015	2016	2017	2018	2019	Trend
			in Kubikmeter			
Frankenstadion	13.506	13.228	6.897	6.062	12.584	↓
Betriebsamt	2.248	2.190	1.980	3.612	4.748	↑
Staatliche Gemeinschaftsunterkunft	8.953	9.581	7.903	7.200	4.374	↓
Technisches Schulzentrum	4.310	4.388	4.029	4.266	4.348	→
Alter Friedhof	5.901	4.304	3.621	6.451	4.190	↔
Hauptfriedhof Leichenhalle	3.960	4.078	2.367	3.133	3.762	↔
GWRS Frankenbach	2.731	2.794	3.225	2.801	2.801	→
Hauptfeuerwache	2.784	2.608	2.667	2.619	2.757	→
Bedürfnisanstalt Theresienwiese	1.614	1.751	1.733	3.160	2.542	↑
Stadtgärtnerei		2.235	1.448	2.209	2.488	↔
Justinus-Kerner-Gymnasium Sportplatz	3.569	1.605	3.428	2.620	2.454	↔
Gustav-von-Schmoller-Schule	3.066	2.751	2.312	2.297	2.407	↓
Friedhof Böckingen	1.720	1.420	1.492	2.505	2.373	↑
Brunnen Pfühlpark	2.648	2.079	1.977	2.725	2.327	→
Technisches Rathaus inkl. Wilhelmsbau	2.133	1.839	1.881	2.047	2.255	→
Hauptfriedhof Büro	2.924	1.910	1.872	3.158	2.206	→
Elly-Heuß-Knapp Sportplatz	3.935	3.005	1.586	3.540	1.964	↓
Friedhof Sontheim	1.330	1.096	1.138	2.175	1.844	↑
Bedürfnisanstalt	1.429	1.539	1.640	1.815	1.731	↔
Westfriedhof	1.873	1.296	1.408	2.262	1.683	↔
Paul-Meyle-Sonderschule	1.613	1.569	1.459	948	1.668	↔
Dammschule	840	1.309	1.403	1.219	1.610	↑
Rathaus	1.572	1.722	1.725	1.511	1.447	↔
Justinus-Kerner-Gymnasium	999	1.117	1.433	1.284	1.362	↑
Robert-Mayer-Gymnasium	1.012	1.283	1.045	1.175	1.283	↔
Mörike-Realschule	1.148	1.227	1.130	1.230	1.244	→
Bürgerhaus Böckingen	957	1.009	1.148	1.074	1.237	↔
Mönchsee-Gymnasium, THG Spange	1.652	1.429	1.370	1.172	1.203	↓
Sonderschulzentrum Pestalozzi u. Gebrüder Grimm	1.149	1.121	1.190	1.201	1.122	→
Heinrich-von-Kleist-Realschule	956	933	941	1.030	1.107	↔
Helene-Lange-Realschule	791	737	653	958	1.095	↑
Ludwig-Pfau-/Luise-Bronner-Schule/Hoover-KiGa	982	514	968	1.149	1.060	↑
Friedhof Horkheim	462	282	740	575	1.054	↑
Deutschhof Nordbau	-	-	1.170	987	1.036	↔
Elly-Heuß-Knapp Sporthalle	394	408	264	294	1.008	↑
Friedhof Frankenbach	1.429	683	856	1.057	877	↓
Kindertagesstätte Olgakrippe	846	888	791	916	861	→
Rosenausschule	813	802	852	857	837	→
Kindertagesstätte Charlottenkrippe	822	800	776	890	836	→
Wartbergsschule	894	822	786	822	787	↔
Elly-Heuß-Knapp Gymnasium	1.204	651	649	672	783	↓
Fritz-Ulrich-Schule	873	918	855	829	779	↔
Verwaltungsgebäude Bahnhofstraße	208	202	216	208	705	↑
Albrecht-Dürer-Schule	832	724	719	737	703	↔
Leintalhalle	-	-	-	416	696	↑
Stauwehrhalle	649	728	761	650	678	→
Wilhelm-Hauff-Schule	610	1.067	909	641	661	↔
Friedhof Neckargartach	676	493	543	806	612	↔
Sozialamt	582	568	607	608	585	→
Silcherschule	607	710	690	759	583	→
Kiosk Am Hohrain	540	738	506	674	574	→
Staufenbergschule	682	834	587	592	570	↓
Grundschule Biberach	397	330	460	476	526	↑
Grünwaldschule	349	361	478	437	517	↑
Elly-Heuß-Knapp Gemeinschaftsschule	512	471	461	484	507	→
Grundschule Alt-Böckingen	389	400	508	427	487	↔
Friedhof Biberach	534	377	413	589	456	→
Mörike-Sporthalle	-	-	-	359	446	↑
Olgajugendzentrum	933	3.989	1.444	687	432	↓
Hauptfriedhof Krematorium	893	1.811	1.365	592	418	↓