

Impressum

Stadt Heilbronn

Dezernat IV, Hochbauamt

Kommunales Energiemanagement

B. Isenmann, P. Plieninger

Heilbronn im Oktober 2017

Energiebericht 2017

Kommunales Energiemanagement der Stadt Heilbronn

Vorwort



Ich freue mich, dass Sie sich für den Energiebericht der Stadt Heilbronn interessieren. Er dokumentiert unsere laufenden Bemühungen zur Energieeinsparung und beschreibt die Herausforderungen für die Stadtverwaltung auf dem Weg der Energiewende.

Das kommunale Energiemanagement wurde im September 2016 wieder im Hochbauamt angesiedelt. So wird dem großen Einfluss der städtischen Gebäude beim Energieverbrauch Rechnung getragen. Die kurzen Wege zu den Hochbau-Fachabteilungen erleichtern die Bearbeitung von Energiefragen bei Planung und Bauunterhaltung entscheidend. Personell konnten wir den Bereich um eine Technikerstelle erweitern und dadurch die Handlungsfähigkeit des kommunalen Energiemanagements bereits spürbar verbessern.

Sparsamer Umgang mit Energie betrifft bekanntlich jeden von uns und ist auch bei der Stadt Heilbronn auf viele Schultern verteilt. Dazu gehören modernisierte Gebäudeheizungen, geplant von der Versorgungstechnik, genauso wie der Ausbau der LED-Beleuchtung durch die Elektroabteilung. Diese und zahlreiche weitere umgesetzte Maßnahmen zeigen, dass unsere Kommune auf dem richtigen Weg ist. Erfreulich ist außerdem der aktuell hohe Betrag bewilligter Fördergelder für energetische Maßnahmen. Diese Mittel erlauben uns, dass wir neben bereits finanzierten noch zusätzliche Projekte umsetzen können.

Daneben gibt es aber auch noch weitgehend ungenutzte Potenziale, die wir in den kommenden Jahren verstärkt angehen müssen. Gerade im Gebäudebetrieb kann durch bewusste Nutzung sowie optimierte Anlagen im großen Maße Energie eingespart werden. Zudem besteht durch den Sanierungsbedarf vieler städtischer Gebäude eine große Chance für grundlegende energetische Verbesserungen. Die Errichtung von weiteren Photovoltaik-Anlagen auf freien Dachflächen ist aufgrund fallender Modulpreise eine nicht nur sinnvolle, sondern auch wirtschaftliche Maßnahme. Und erweitert man den Blick auf die städtische Infrastruktur, so findet man weitere große Ansatzpunkte in den Bereichen Straßenbeleuchtung, Informationstechnik sowie Mobilität.

Ich wünsche Ihnen eine aufschlussreiche Lektüre und freue mich über Ihre Resonanz.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hajek'.

Wilfried Hajek,

Baubürgermeister

Inhalt

1	Einführung.....	6
1.1	Kommunales Energiemanagement (KEM).....	6
2	Energiebilanz der Stadt Heilbronn	8
2.1	Energieträger	8
2.2	Entwicklung des Energiebezugs	11
2.3	Verbrauchsstruktur	12
2.4	Energiepreise	14
2.5	CO ₂ -Ausstoß	16
2.6	Wasser.....	18
3	Handlungsfelder kommunales Energiemanagement.....	19
3.1	Energieberatung bei Baumaßnahmen	19
3.2	Nutzersensibilisierung.....	21
3.3	Anlagen- und Betriebsoptimierung.....	22
3.4	Energiedatenerfassung	24
3.5	Energieabrechnung	25
3.6	Energieeinkauf	26
3.7	Abgabenrückerstattung	26
3.8	Einwerben von Fördergeldern	27
3.9	Vernetzung und Erfahrungsaustausch	29
4	Energieeffiziente Technologien.....	30
4.1	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).....	30
4.2	LED-Beleuchtung.....	32
4.3	Photovoltaik (PV)	34
5	Ausblick	36
5.1	Wirtschaftlichkeit des Kommunalen Energiemanagements.....	36
5.2	Künftige Arbeitsschwerpunkte des KEM.....	38
5.3	Übergeordnete Energie- und Klimaschutzaufgaben.....	40
6	Auszug Gebäudestatistik	42

1 Einführung

Im Rahmen von Energieberichten veröffentlicht Heilbronn seit 1980 in größeren Abständen den Energiebedarf städtischer Liegenschaften und Betriebe. Aufgrund Umstrukturierungen auf kommunaler Ebene sowie veränderter politischer und technischer Aspekte hat sich auch der Inhalt der Berichte seitdem stets weiterentwickelt.

Seit Einrichtung des zentralen Energiemanagements 1999 liegt der Fokus auf dem Energiebedarf von städtischen Gebäuden und Liegenschaften ohne kommunale Eigenbetriebe. Es kamen neue Themen wie Energieeinkauf und -abrechnung, Wasserversorgung sowie eine systematische Erfassung von Verbrauchszahlen hinzu. Von 2008 an können Energie- und Rechnungsdaten softwaregestützt erfasst und ausgewertet werden - und die Digitalisierung ist erst am Anfang. In den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien entwickeln sich die Technologien ständig weiter – und kommen auch in städtischen Gebäuden zum Einsatz. Zusätzliche Aspekte sind diverse staatliche Förderinstrumente sowie verschärfte gesetzliche Energievorgaben bei Bau und Sanierung von Gebäuden.

Der vorliegende Bericht fasst den städtischen Bedarf sämtlicher Energieträger zusammen, zeigt Entwicklungen und ordnet den Verbrauch Bereichen zu. Dargestellt wird außerdem die Energiepreisentwicklung, der Wasserbedarf sowie der Ausstoß an CO₂. Darüber hinaus werden die Handlungsfelder und Ergebnisse des kommunalen Energiemanagements aufgezeigt. Es wird zudem über den aktuellen Stand beim Einsatz energieeffizienter Anlagen berichtet. Abschließend findet eine wirtschaftliche Bewertung der Tätigkeiten im Energiemanagement statt. Ausblickend werden Einsparpotenziale und notwendige Arbeitsschwerpunkte für die kommenden Jahre formuliert.

Da der letzte Energiebericht 2014 erstellt wurde, beziehen sich Zahlenreihen, sofern möglich mindestens auf die Jahre 2014 bis 2016.

1.1 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.

Im Hochbauamt angesiedelt, kann das KEM eng mit den dortigen Fachabteilungen bei Bau- und Gebäudeunterhaltsmaßnahmen zusammenarbeiten. Da Energiefragen häufig über die Verantwortung des Hochbauamts hinausgehen, arbeitet das KEM mit weiteren städtischen Bereichen zusammen. Das interdisziplinäre Arbeitsfeld umfasst sowohl technische als auch organisatorische und kaufmännische Tätigkeiten rund um das Thema Energie.

Ein wesentlicher 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.

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.

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.

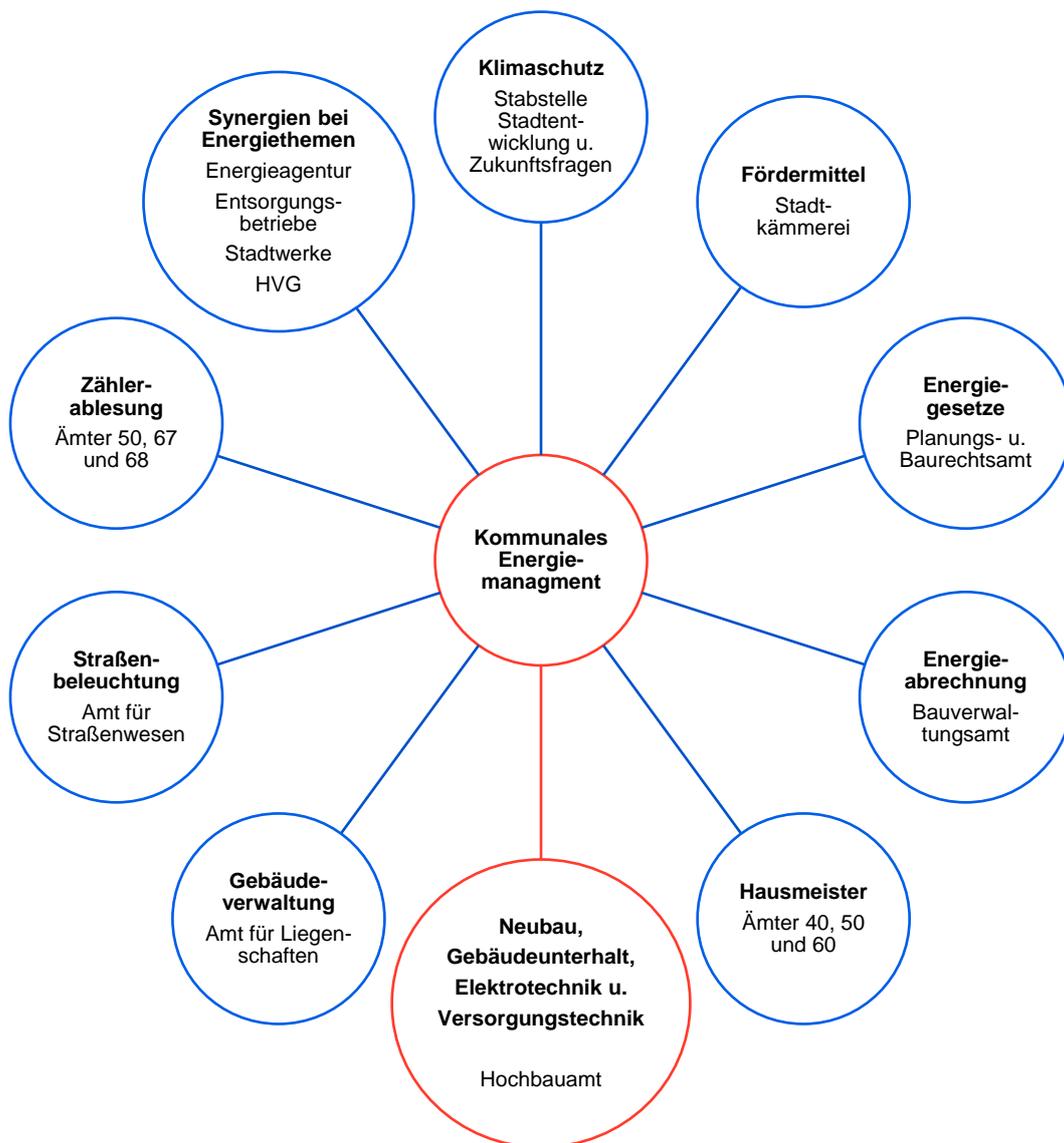


Abb. 1: Städtische Bereiche mit Schnittmengen zum kommunalen Energiemanagement

2 Energiebilanz der Stadt Heilbronn

2.1 Energieträger

Wie in jeder Stadt sind für den Betrieb kommunaler Gebäude und Infrastruktur verschiedene extern bezogene Energieträger erforderlich. In Heilbronn sind das elektrische Energie, Erdgas, Fernwärme und Holzpellets zum Einsatz in Gebäuden. Außerdem elektrische Energie zum Betrieb der Straßenbeleuchtung sowie die Kraftstoffe Benzin und Diesel für die städtischen Fahrzeuge. Aus diesen Zahlen bildet sich die städtische Energiebilanz, die grundsätzlich aus drei Perspektiven betrachtet werden kann:

1. Der Energiemenge in MWh
2. Den Kosten in Euro
3. Dem verursachten CO₂-Ausstoß in Tonnen

Je nach Kriterium ergeben sich unterschiedliche Gewichtungen. So stellt der Erdgasbedarf in MWh mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs dar, rangiert bei den Kosten aber nur an zweiter Stelle. Elektrische Energie verursacht dagegen mit über 3 Millionen Euro mehr als die doppelten Kosten und bildet den größten Posten im Energiebudget. 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 – aktuell noch verstärkt durch billiges Erdgas sowie relativ hohe Strompreise (siehe Kapitel 2.4).

Wertet man die Energieträger letztlich am CO₂-Ausstoß und somit nach Klima- und Umweltauswirkung, ergibt sich erneut ein anderes Bild (siehe Kapitel 2.5).

Aufgrund eigener Stromerzeugung in erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW) ist der Bezug von Strom geringer als der eigentliche Bedarf. Es werden derzeit ca. 5 % des städtischen Strombedarfs durch die vorhandenen BHKW erzeugt, das entspricht einer jährlichen Strommenge von ungefähr 800 Megawattstunden (siehe auch Kapitel 4.1). Die bestehenden Photovoltaik-Anlagen auf städtischen Dächern erzeugen jährlich ebenso rund 800 MWh Strom. Da diese erneuerbare Energie bisher vollständig in das öffentliche Netz eingespeist wird, ist sie hier nicht aufgeführt.

Die bezogene elektrische Energie wird zu etwa zwei Dritteln in städtischen Gebäuden und Liegenschaften verbraucht, das andere Drittel fließt in die Straßenbeleuchtung.

Die thermische Energie wird zu drei Vierteln aus Erdgas und einem Viertel aus Fernwärme bereitgestellt. Der Anteil an Holzpellets liegt inzwischen bei etwas über einem Prozentpunkt.

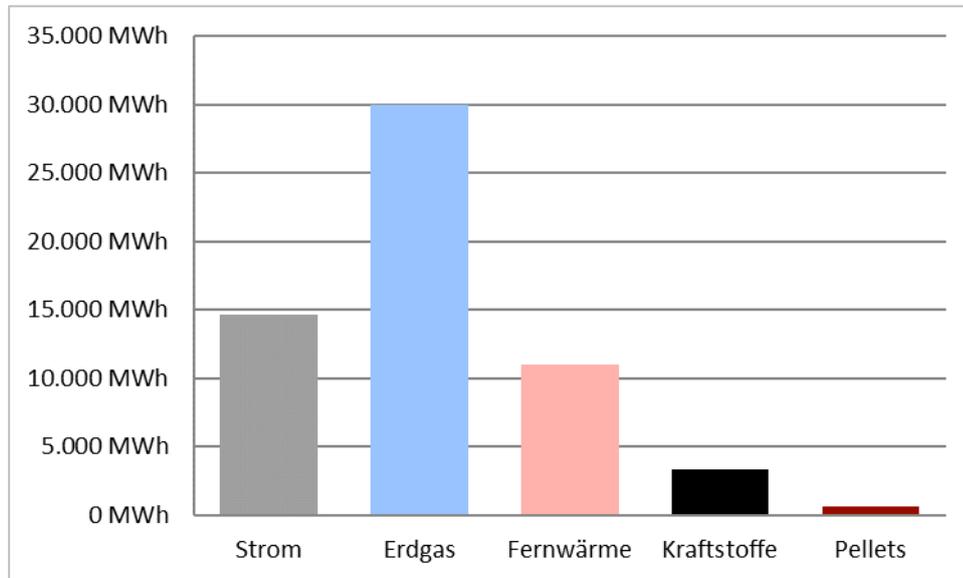


Abb. 2: Bezug von Energieträgern pro Jahr auf Basis des Jahres 2016

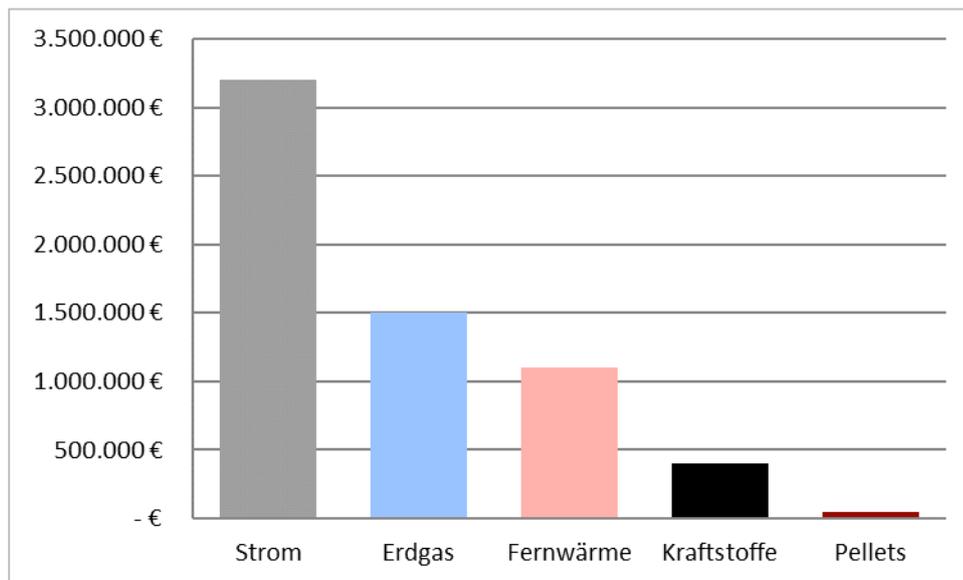


Abb. 3: Energiekosten nach Energieträgern auf Basis des Jahres 2016

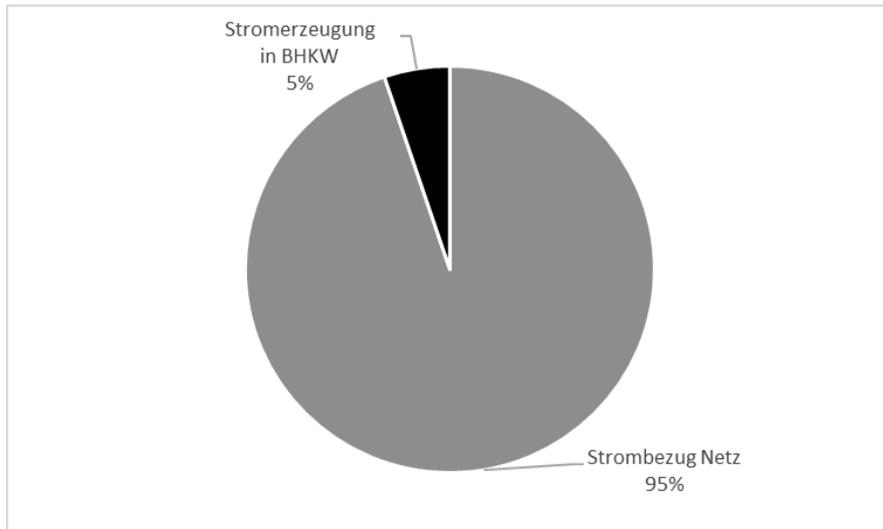


Abb. 4: Strombilanz nach Bereichen (Bezug, Erzeugung, Bedarf)

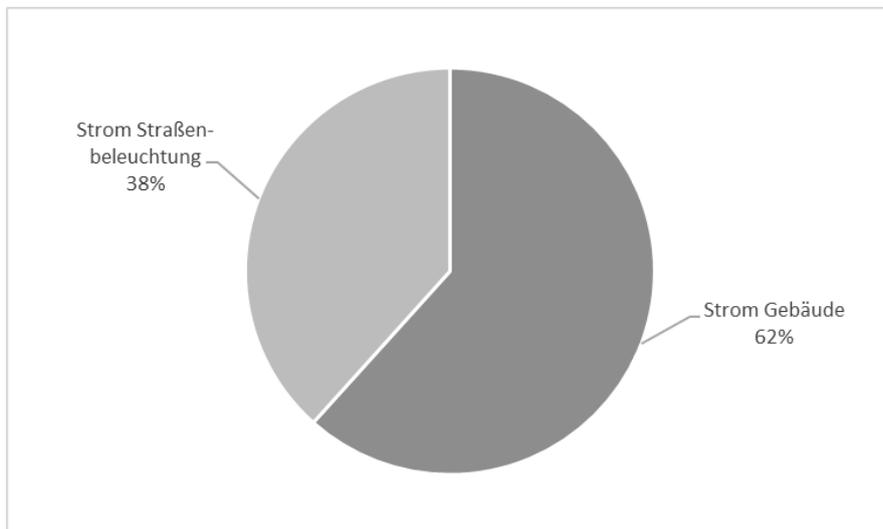


Abb. 5: Strombedarf für Gebäude und Straßenbeleuchtung

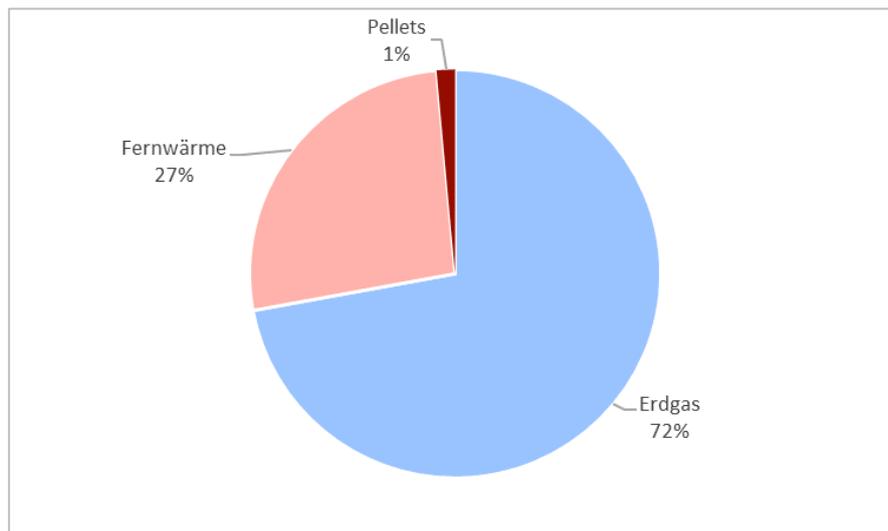


Abb. 6: Wärmebilanz (Erdgas, Fernwärme, Pellets)

2.2 Entwicklung des Energiebezugs

Die bei den Energieversorgern bezogene Energiemenge ist regelmäßigen Schwankungen unterworfen. Energieeinspareffekte machen hiervon nur einen kleinen Teil aus. Die größten Einflussfaktoren sind:

- Anzahl genutzter Gebäude bzw. Fläche (z.B. Flüchtlingsunterkünfte)
- Gebäudenutzung bzw. -auslastung (z.B. Ganztagesnutzung in Schulen)
- Entwicklung der technischen Ausstattung (z.B. IT)
- Witterung
- Umstellung des Energieträgers bzw. -versorgung
- Nutzerverhalten
- Energetische Modernisierungen und Optimierungen

Die Entwicklung des städtischen Energiebedarfs hängt somit neben energetischen Einflüssen und Effizienz-Maßnahmen stark von äußeren und strukturellen Faktoren ab. Daher lassen sich aus diesen absoluten Zahlen nur einige generelle Aussagen ableiten:

- Bedarfsanstieg beim Strom aufgrund größerer Auslastung in Schulen und Kindergärten durch Ganztagesbetrieb und steigende technischer Ausstattung in Schulen
- Relativ gleichbleibender Erdgasbedarf - langsame Fortschritte beim Wärmeschutz werden durch Mehrbedarf für Kraft-Wärme-Kopplung kompensiert.
- Leichte Verschiebung von Erdgas zur Fernwärme, da mit der Umstellung des Fernwärmenetzes von Dampf auf Heißwasser weitere Gebäude angeschlossen wurden.

Um eine bessere Aussage über den energetischen Zustand kommunaler Liegenschaften machen zu können, müssen einzelne Gebäude isoliert betrachtet werden (siehe Auszug Gebäudestatistik). Für den Energiebedarf kann zudem eine Witterungsbereinigung durchgeführt sowie der spezifische Energiebedarf je versorgter Fläche ermittelt werden. Hierdurch können verschiedene Jahre bzw. Gebäude miteinander verglichen werden und dadurch weitere Rückschlüsse über technischen Zustand und Nutzung gezogen werden.

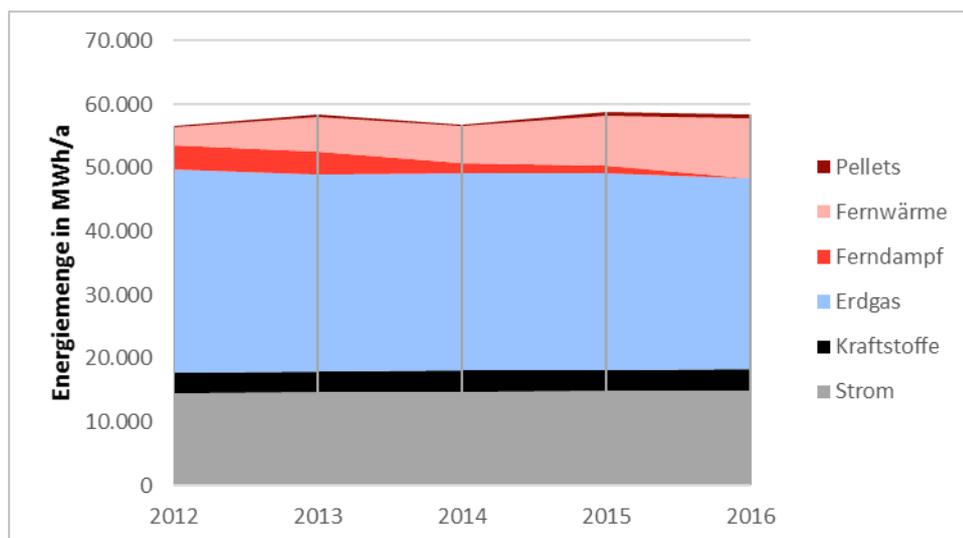


Abb. 7: Entwicklung des Energiebezugs städtischer Gebäude und Liegenschaften (ohne Eigenbetriebe)

2.3 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 10 Prozent weitestgehend von deren Gebäudefläche geprägt ist, so fällt beim Stromverbrauch die höhere technische Ausstattung mit IT deutlich ins Gewicht (27%). Spezifische Stromkennwerte von Verwaltungsgebäuden liegen daher bei 20-50 kWh_{el}/m², jene von Schulen bei nur 10-20 kWh_{el}/m².

Die Wärmekennzahlen des städtischen Gebäudebestands liegen im Bereich von 100 bis 200 kWh je Quadratmeter Fläche und Jahr. Energetisch vorbildliche Neubauten können dagegen Werte von unter 15 kWh/m²a erreichen. Auch wenn dieser Standard nicht das Ziel für jedes städtische Gebäude sein kann wird deutlich, welche enormen Anstrengungen im Bereich der Gebäudesanierung noch erforderlich sein werden.

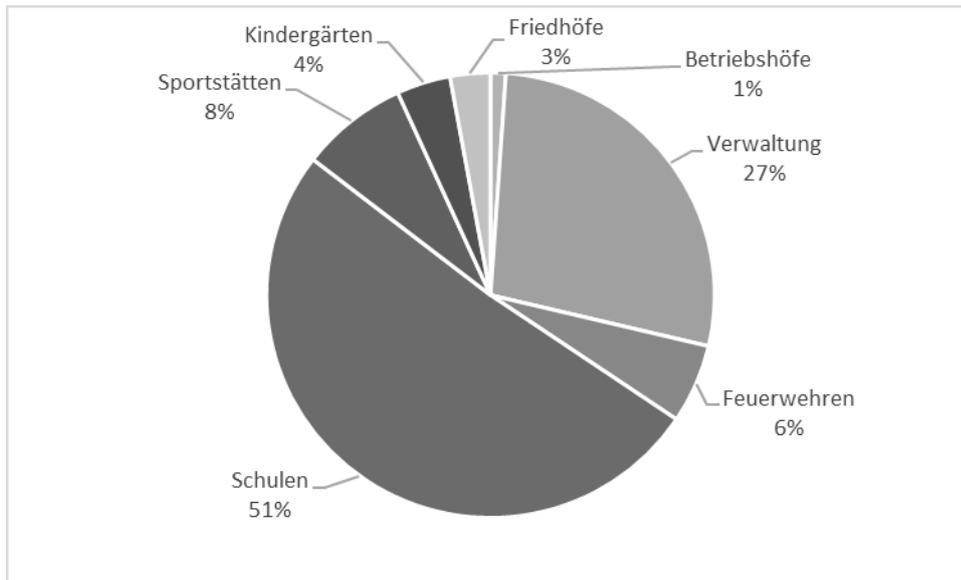


Abb. 8: Strombedarf nach Gebäudegruppen

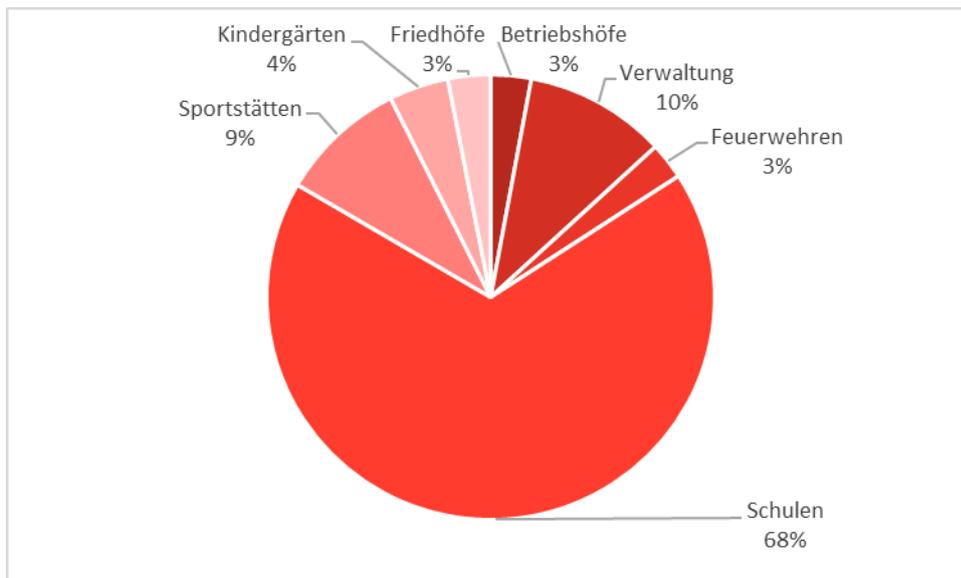


Abb. 9: Wärmebedarf nach Gebäudegruppen

2.4 Energiepreise

Die Bezugskonditionen für Strom und Erdgas ändern sich in der Regel jährlich, was durch die Stadt als Endverbraucher nur bedingt beeinflusst werden kann. Der Energiepreis setzt sich im Wesentlichen aus den folgenden Bestandteilen zusammen:

- Energieeinkauf am Großhandelsplatz bzw. Energiebörse (Rohstoff)
- Entgelte für überregionale und örtliche Netznutzung bzw. Durchleitung
- Stromsteuer bzw. Energiesteuer u.a. auf Erdgas
- Umlagen für den Ausbau Erneuerbarer Energien, Kraft-Wärme-Kopplung etc. (insbesondere bei Strom)
- Konzessionsabgaben, Abrechnung und Messstellenbetrieb
- Deckungsbeitrag und Marge des Lieferanten

Die Mehrzahl dieser Preiskomponenten wird von äußeren Rahmenbedingungen vorgegeben, auf die der Endverbraucher keinen Einfluss hat. Aber auch der Preiszuschlag des Energielieferanten ist inzwischen so gering, dass auch hier wenig Bewegungsspielraum besteht. Entscheidenden Einfluss auf die Preise haben dagegen die globale Marktentwicklung, die Gesetzgebung sowie der Zubau erneuerbarer Energien bei Strom. So gab es in den letzten Jahren Preisschwankungen an den Energiemärkten von über 40 €/MWh bei Strom und 10 €/MWh beim Erdgas.



Abb. 10: Preisentwicklung für Strom und Erdgas in €/MWh am Terminmarkt (KJ 2018) an der Energiebörse EEX

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.

Die Bezugspreise für Strom haben sich in den letzten Jahren nur geringfügig verändert und lagen so zwischen 20 und 23 ct/kWh brutto (17-19 ct/kWh netto). Die gestiegenen Kosten für die EEG-Umlage wurden größtenteils durch gefallene Großhandelspreise kompensiert.

Hingegen hat sich der Erdgasbezug in den letzten vier Jahren deutlich verbilligt. Dies ist eine Folge der weltweiten Entwicklung von Angebot und Nachfrage beim fossilen Energieträger Erdgas. Vergleichbar mit Rohöl oder Kohle ist Erdgas mehr denn je ein global gehandelter Rohstoff und unterliegt somit den Marktmechanismen. Aufgrund des börsennahen Beschaffungsmodells der Stadt fließt die Marktentwicklungen seit 2014 zeitnah in die Energiepreise ein.

Mit der Liberalisierung der Energiemärkte seit Ende der 1990er Jahre ist der Wettbewerb unter den Energielieferanten stark gestiegen. So liegt der übliche Dienstleistungsaufschlag der Versorger nur noch bei ca. 2-3 % des Gesamtpreises, und bildet damit die kleinste aller Preiskomponenten.

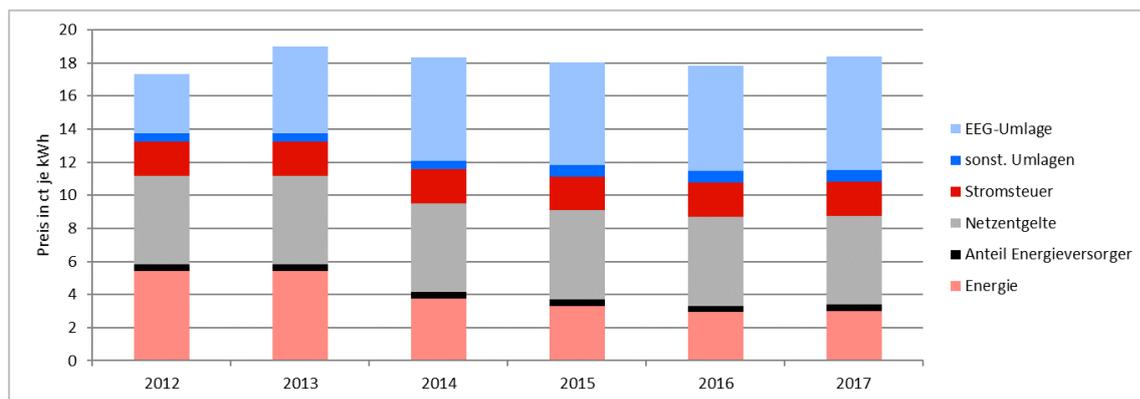


Abb. 11: Entwicklung der Netto-Strompreise, gemittelt

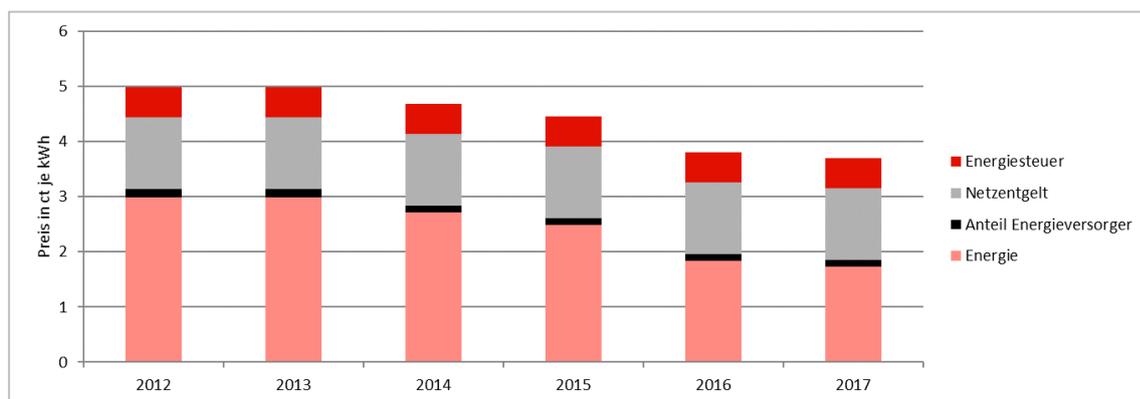


Abb. 12: Entwicklung der Netto-Erdgaspreise, gemittelt

2.5 CO₂-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 (CO₂). Die weltweiten CO₂-Emissionen steigen seit Beginn der Industrialisierung kontinuierlich an. Neben anderen menschlich verursachten Quellen werden sie besonders durch die Verbrennung fossiler Energieträger verursacht.

Diese durch fossile Energienutzung verursachten CO₂-Emissionen können den drei Sektoren Wärmeerzeugung, Stromerzeugung und Verkehr zugeordnet werden. Hiernach entfallen auf das Stadtgebiet Heilbronn bezogen knapp die Hälfte auf die Stromnutzung und etwa ein Drittel auf die Wärmeerzeugung.

Analog hierzu kann man den energiebezogenen CO₂-Ausstoß der städtischen Liegenschaften und Infrastruktur darstellen. Eine Besonderheit ist, dass seit 2017 vollständig zertifizierter Grünstrom bezogen wird, somit ist der Stromverbrauch nunmehr bilanziell klimaneutral. Aufgrund der Tatsache, dass dieser Strom aus bestehenden Wasserkraftwerken stammt, geht davon in erster Linie ein symbolischer Wert aus.

Die eingesetzte Wärme aus dem Fernwärmenetz der HVG stammt größtenteils aus effizienter Kraft-Wärme-Kopplung, die mit Biomethan sowie örtlichem Deponiegas betrieben wird. Diese Art der Wärmeerzeugung ist deutlich klimaschonender als herkömmliche Wärmeerzeugung in Erdgasheizungen. Daher kann hier im Ergebnis von einem physikalisch verminderten CO₂-Ausstoß ausgegangen werden.

Um in der nachfolgenden CO₂-Bilanz ein komplettes Bild wiederzugeben, werden auch die bilanziell CO₂-neutralen Energieträger Strom und Fernwärme einbezogen. Für Strom wurde der mittlere deutsche CO₂-Emissionsfaktor (Strommix) angesetzt, die Fernwärme wurde zum Vergleich mit Erdgasäquivalenten gewertet.

Geht man von einer rechnerisch vollständig CO₂-neutralen Strom- und Fernwärmeerzeugung aus, beliefe sich der jährliche CO₂-Ausstoß städtischer Liegenschaften auf rund 8.500 Tonnen. Gewichtet man Strom und Fernwärme mit den Emissionsfaktoren vom Strommix sowie von Erdgas ergäbe sich ein Kohlenstoffdioxidausstoß von rund 20.100 Tonnen pro Jahr. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der physikalische CO₂-Ausstoß durch städtischen Energiebezug wohl zwischen diesen beiden Extremwerten liegt.

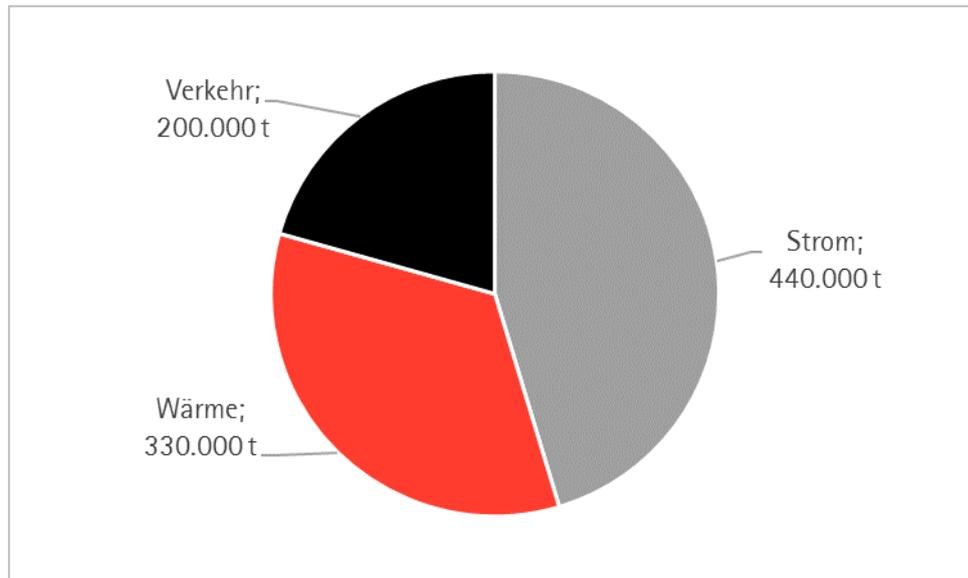


Abb. 13: Jährlicher energiebezogener CO₂-Ausstoß im Stadtkreis Heilbronn (2013)

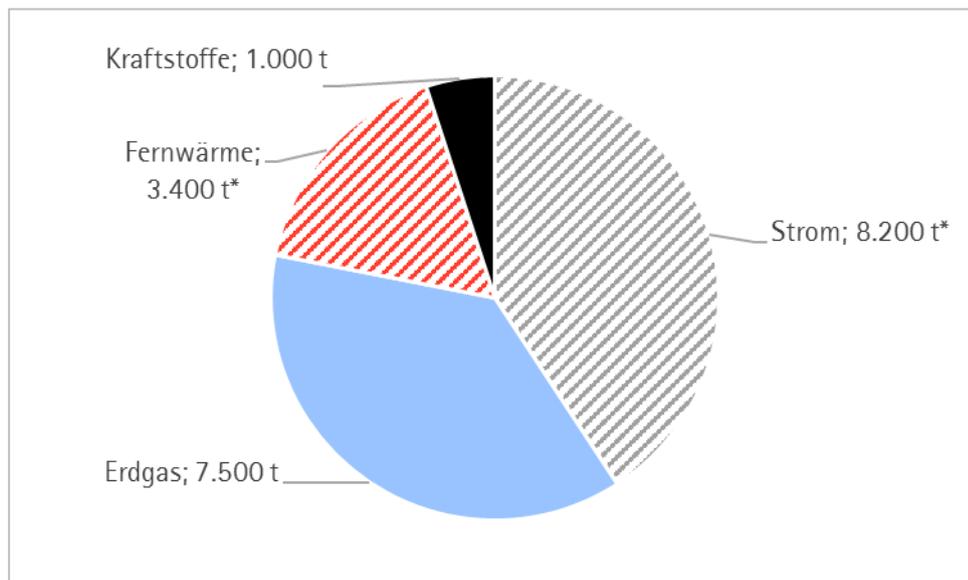


Abb. 14: Jährlicher energiebezogener CO₂-Ausstoß städtischer Infrastruktur,
* schraffierter Bereich bilanziell CO₂-neutral

2.6 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. 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/m³, wovon etwa die Hälfte durch den Transport des Bodenseewassers verursacht wird. Am gesamten Trinkwasserumsatz der Stadtwerke Heilbronn haben die städtischen Liegenschaften einen Anteil von ungefähr 2 %.

Wie auch bei Wärme und Strom wird auch beim Wasserverbrauch der größte Teil von den Schulen verursacht. Die teilweise zugehörigen Sporthallen finden sich aufgrund der häufigen Nutzung durch Sportvereine und bei Veranstaltungen im Bereich Sportstätten wieder. Der hohe Wasserbedarf auf Friedhofsgeländen erklärt sich durch den Bedarf an Gießwasser. In Gebäuden wird das Frischwasser hauptsächlich für Toilettenspülung und Waschbecken verwendet.

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.

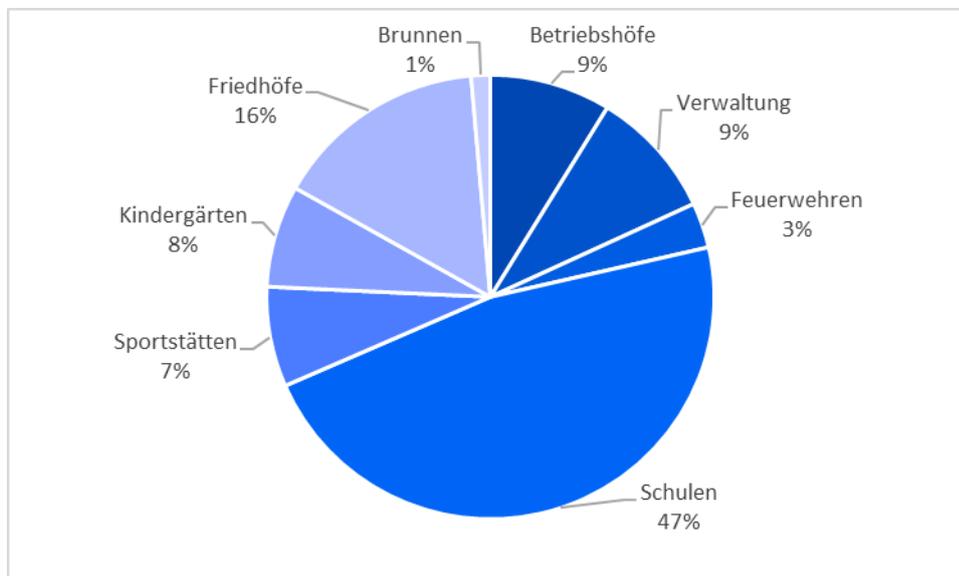


Abb. 15: Wasserbedarf nach Bereichen

3 Handlungsfelder kommunales Energiemanagement

3.1 Energieberatung bei Baumaßnahmen

Das Alter und der technische Zustand von städtischen Gebäuden haben einen enormen Einfluss auf den Energiebedarf. Da Gebäude gewöhnlich eine Nutzungsdauer von mindestens 30 Jahren aufweisen, finden grundlegende Sanierungsmaßnahmen sehr selten statt. Aus diesem Grund werden bei größeren Umbaumaßnahmen die Weichen für den kommenden Energiebedarf vieler nachfolgender Jahre gestellt. In noch verstärktem Maß gilt das für Neubauten. Hier bestehen noch weitreichendere Einflussmöglichkeiten, wie zum Beispiel die Gebäudekubatur oder die Erschließung erneuerbarer Energiequellen.

Da das Thema Energie nahezu alle Fachbereiche und Baugewerke betrifft, ist das kommunale Energiemanagement von Anfang an in den Planungsprozess eingebunden. Bei größeren Baumaßnahmen mit vorgelagertem Wettbewerb werden zudem Kriterien für das Auswahlverfahren formuliert. Nach der Inbetriebnahme ist ein besonderes Monitoring des Gebäudes durchzuführen, um die energetischen Spezifikationen auch während der Nutzung zu erreichen. Nach Bauende werden die erforderlichen Nachweise (Energieausweis, EwärmeG-Nachweise etc.) vom KEM für das Baurechtsamt vorbereitet.

Bei Sanierungs- und Neubaumaßnahmen schreibt der Gesetzgeber energetische Mindeststandards sowie die Nutzung erneuerbarer Energien vor. Für kommunale Gebäude gelten teilweise strengere Vorgaben, um der staatlichen Vorbildfunktion gerecht zu werden. Zur Erfüllung der Energiegesetzgebung, werden verschiedene technische Lösungen angeboten, die einzeln oder in Kombination ausgeführt werden können. Die Herausforderung für Hochbauamt und KEM liegt daher regelmäßig darin, aus den bestehenden Optionen die technisch, ökologisch und wirtschaftlich sinnvollsten zu ermitteln.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Energieeffizienz-Technologien können in der Praxis oft nur eingeschränkt eingesetzt werden. So steht beispielsweise erhöhter Wärmeschutz häufig im Konflikt mit gestalterischen Anforderungen, Holzpellets scheiden oft aus Platzgründen aus. Die Eignung von Wärmepumpen beschränkt sich in der Regel auf Neubauten mit entsprechend geringem Wärmebedarf und Lüftungsgeräte sind nicht für jede Nutzung geeignet. Darüber hinaus gibt es enorme Unterschiede bei Investitionshöhe sowie Wirtschaftlichkeit dieser Technologien. Als sinnvoll und nachhaltig haben sich gerade im Bestand der Einsatz von Blockheizkraftwerken sowie Photovoltaikanlagen erwiesen.

Tab. 1: Mögliche energetische Maßnahmen bei Neubau und Sanierung von Gebäuden

Energetische Verbesserungsoption	Technische Maßnahmen
Verbesserter Wärmeschutz der Gebäudehülle	Fenster, Fassade, Geschossdecke, Dach etc.
Erzeugung erneuerbarer Wärme	Holzpellets, Biogas, Wärmepumpe
Erzeugung erneuerbarem Stroms	Photovoltaik
Kraft-Wärme-Kopplung	Blockheizkraftwerk, Brennstoffzelle etc.
Wärmerückgewinnung	Entsprechende Lüftungsgeräte
Bezug von Fernwärme mit geringem Primärenergiebedarf	

Tab. 2: Projektbeispiele energetischer Sanierungen an der Gebäudehülle

Fassadensanierung Heinrich-von-Kleist-Realschule, 2009	
Investition: 1.600.000 €	
Davon rein energetisch: ca. 200.000 €	
Jährliche Erdgaseinsparung: 300-400 MWh	
Einsparung: 50%, ca. 15.000 €/a	
Fenstersanierung Robert-Mayer-Gymnasium, 2013	
Investition: 1.300.000 €	
Davon rein energetisch: ca. 200.000 €	
Jährliche Fernwärmeeinsparung: 200-400 MWh	
Einsparung: 30%, ca. 30.000 €/a	
Fassadensanierung Sozialamt, 2013	
Investition: 350.000 €	
Davon rein energetisch: ca. 100.000 €	
Jährliche Fernwärmeeinsparung: 80-100 MWh	
Einsparung: 30%, ca. 9.000 €/a	

3.2 Nutzersensibilisierung

Die Nutzer von Gebäuden und Infrastruktur haben in erheblichem Maße Einfluss auf den Energieverbrauch der Stadt Heilbronn. Überwiegend handelt es sich bei diesen Nutzern um Beschäftigte der Stadt und Externe wie Lehrer und Schüler oder Bewohner von Flüchtlingsunterkünften.

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 (Stand-by-Projekt), in Kooperation mit der Energieagentur Heilbronn



Abbildung 1 Hausmeisterschulung

3.3 Anlagen- und Betriebsoptimierung

Der technische Betrieb von Gebäuden erfolgt sowohl durch den Nutzer gesteuert als auch automatisiert. Automatisierte Bereiche werden beispielsweise in Abhängigkeit von Temperaturen, der Uhrzeit oder der Anwesenheit von Personen gesteuert und geregelt. Diese grundlegenden Einstellungen werden gewöhnlich bei der Inbetriebnahme durch eine Fachfirma in Abstimmung mit den Fachabteilungen festgelegt. Im Anschluss übernimmt der verantwortliche Hausmeister die Betriebsführung. Kommt es nicht zu Störungen oder Beschwerden seitens der Nutzer, werden diese Parameter häufig nicht hinterfragt und bleiben so unverändert bestehen. Die Einstellungen der Gebäudeautomation entsprechen jedoch nach einigen Jahren meistens nicht mehr dem Bedarf oder basierten gar von Anfang an auf nichtzutreffenden Annahmen. Wenn ein Defekt auftritt oder Nutzer unzureichend versorgt werden fällt dies sofort auf. Zu ausgeprägte Fahrweisen von Anlagen gehen dagegen häufig unter und führen zu einem erhöhten Verbrauch von Energie. Daher sind eine regelmäßige Betriebsanalyse und die darauffolgende Optimierung in bestehenden Gebäuden ebenso wie in Neubauten unerlässlich.

Tab. 3: Ansatzpunkte für die energetische Betriebsoptimierung von Gebäude- und Anlagentechnik

Art der Anlage	Einstellungsmöglichkeiten
Zu- und Abluftanlagen	Schaltzeiten, Luftmenge, Außenluftanteil, Heizregister
Wärmeversorgung	Heizkurven, Absenkbetrieb, Hydraulik, BHKW-Laufzeiten
Pumpen	Druckhöhe, Hydraulik, Schaltzeiten
Raumheizung	Einzelraumregelung, Hydraulik
Warmwasserbereitung	Schaltzeiten, Temperaturen, Zirkulation
Beleuchtung	Schaltzeiten, Beleuchtungsstärke, Grenzwerte
Sonnenschutz	Schaltzeiten, Grenzwerte

Tab. 4: Beispiele für im Jahr 2017 durchgeführte Betriebsoptimierungen mit Prognose der Einsparung

Technisches Rathaus, Lüftungsanlagen
Anpassung der Betriebszeiten an den Bedarf
Stromeinsparung: 10 MWh/a
Wärmeeinsparung: 30 MWh/a
Kostensparnis: ca. 5.000 €/a
Technischen Schulzentrum, Warmwasserbereitung
Abschaltung der BHKW und Warmwasserzirkulation in den Sommerferien
Erdgaseinsparung: 20 MWh/a
Kostensparnis: ca. 1.000 €/a
Stauwehrhalle, Lüftungsanlage
Anpassung der Betriebszeiten an den Bedarf und bessere Nutzung von Umluft
Stromeinsparung: 30 MWh/a
Wärmeeinsparung: 300 MWh/a
Kostensparnis: ca. 18.000 €/a

3.4 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 Ablesezeitpunkt 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 Einspar-effekte. So werden Gebäudeverantwortliche und Nutzer allein durch das Bestehen regelmäßiger Verbrauchserfassungen sensibilisiert (siehe Kapitel 3.2). 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%.

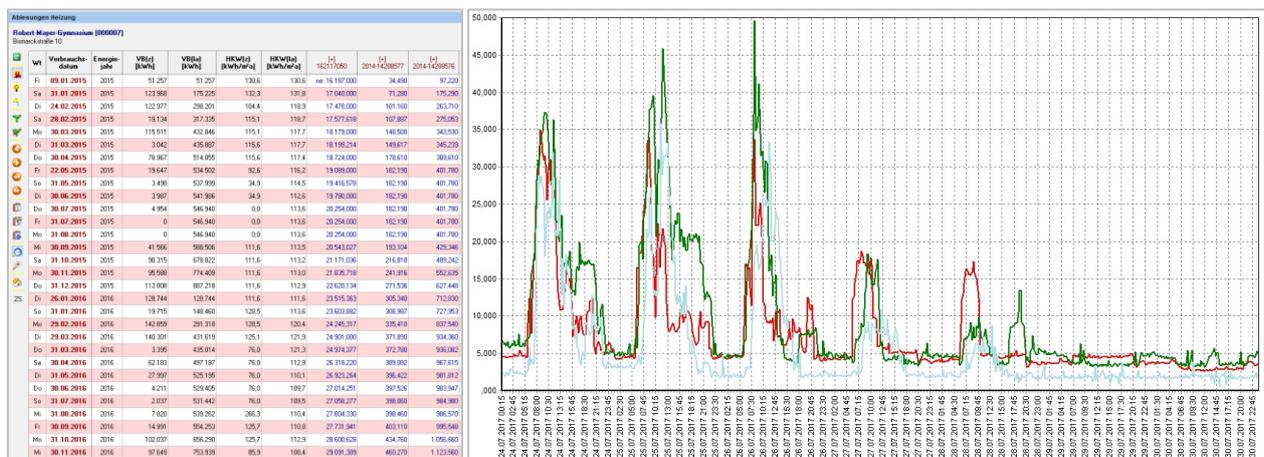


Abb. 16: Beispielhafte Verbrauchsaufzeichnungen - Monatswerte für Wärme und 15-Minuten-Lastgangkurven für Strom

3.5 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 Energieeinsparmaßnahmen zu fokussieren.

3.6 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 2.5).

3.7 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. Mit aktuell 16 Blockheizkraftwerken beläuft sich die Gesamterstattung auf jährlich etwa 20.000 Euro.

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.

3.8 Einwerben von Fördergeldern

Finanzielle Anreize für Investitionen in Energieeffizienz werden von zahlreichen 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 Nichtbeachtung festgelegter Fristen führt in der Regel zum vollständigen Ausfall der Fördergelder.

In den letzten Jahren konnten in erster Linie über das landeseigene Förderprogramm Klimaschutz-Plus Zuschüsse generiert werden. Der Schwerpunkt lag auf der Förderung von Wärmeschutzmaßnahmen durch Fassaden-, Dach- und Fenstersanierungen. Zudem konnten LED-Beleuchtungen, Pellet-Kessel, Blockheizkraftwerke sowie Lüftungsanlagen bezuschusst werden. Der geringere Fördermittelabruf in den Jahren 2015 und 2016 ist vor allem der vorübergehenden Unterbesetzung im KEM geschuldet.

Aktuell kann die Stadt zusätzlich von Geldern aus dem Kommunalen Investitionsfördergesetz – kurz KInvFG – profitieren. Dieses Sonderprogramm des Bundes fördert bis Ende 2018 insbesondere energetische Maßnahmen an öffentlichen Gebäuden mit einer überdurchschnittlich hohen Förderquote von bis zu 90 Prozent. Zum Abruf dieser Mittel wurden vom Hochbauamt bereits zahlreiche Maßnahmen angemeldet, weitere sind vorgesehen. Solange Gelder aus dem KInvFG-Programm verfügbar sind werden die übrigen Förderprogramme mit schlechterer Förderquote nur in Einzelfällen angefragt.

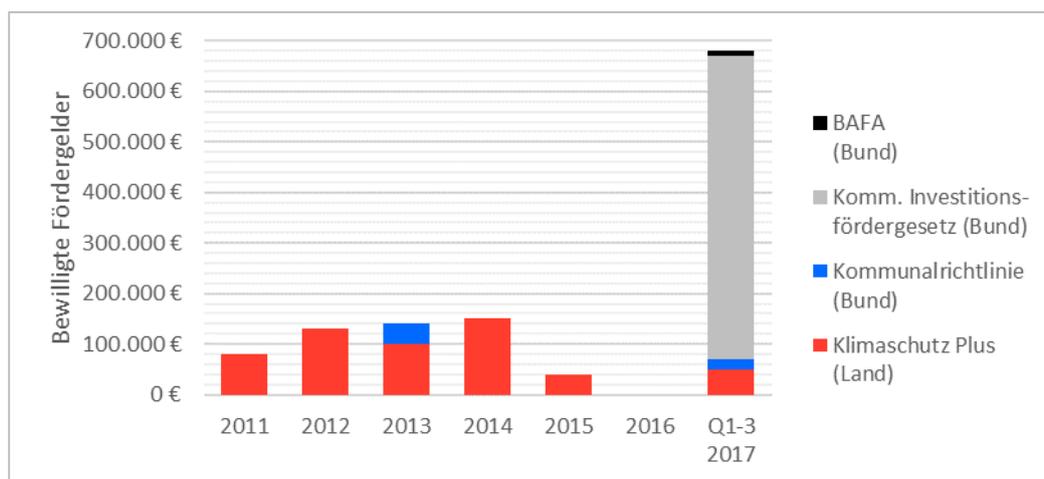


Abb. 17: Bewilligte Fördermittel für investive Energiemaßnahmen seit 2011 (2017 nur Quartale 1-3)

Tab. 5: *Bewilligte Fördermittel für investive Energiemaßnahmen seit 2011 (2017 nur Quartale 1-3)*

Jahr der Bewilligung	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 Q1-3
Klimaschutz Plus (Land)	80.000 €	130.000 €	100.000 €	150.000 €	40.000 €	-	50.000 €
Kommunalrichtlinie (Bund)	-	-	40.000 €	-	-	-	20.000 €
BAFA (Bund)	-	-	-	-	-	-	10.000 €
KInvFG (Bund)	-	-	-	-	-	-	600.000 €
Summe	80.000 €	130.000 €	140.000 €	150.000 €	40.000 €	0 €	680.000 €

3.9 Vernetzung und Erfahrungsaustausch

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. Der Kraftstoffbedarf für den städtischen Fuhrpark hängt wiederum von der Fahrzeugbeschaffung und Nutzung der verschiedenen Ämter ab. Daher ist ein enger amtsübergreifender Austausch mit dem Kommunalen Energiemanagements sehr wichtig.

Daneben gibt es auf städtischer Ebene Stellen und Funktionen, wo fachliche Überschneidungen bestehen. 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.

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 oder die HVG.

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.

4 Energieeffiziente Technologien

Die Umsetzung der Energiewende erfordert den Einsatz besonders effizienter Technologien sowie die Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Schlagworte sind hier zum Beispiel Solarthermie, Wärmepumpen oder Holzheizungen, die bereits in zahlreichen Liegenschaften zum Einsatz kommen. Im Folgenden wird der aktuelle Umsetzungsstand der drei Schlüsseltechnologien Kraft-Wärme-Kopplung, LED und Photovoltaik beschrieben. Diese haben sich im städtischen Gebäudebestand bereits in der Breite bewährt und bieten dennoch große Ausbaupotenziale.

4.1 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Die Stadt Heilbronn betreibt 16 Blockheizkraftwerke (BHKW). Diese erdgasbetriebenen Verbrennungsmotoren erzeugen dezentral elektrischen Strom, der zur Versorgung der Gebäude eingesetzt wird. Die hierbei entstehende Motor- und Abgasabwärme wird in das Heizungssystem geführt. Der Oberbegriff für diese technische Anwendung lautet daher Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Blockheizkraftwerke werden seit 2002 in Gebäuden nachgerüstet, in denen entsprechender Strom- und Wärmebedarf vorhanden ist. Die Anlagen erhalten nach Inbetriebnahme eine Förderung je erzeugter Kilowattstunde Strom gemäß dem KWK-Gesetz. Nach zehn Betriebsjahren läuft die Förderung aus und eine Generalüberholung der Anlagen ist technisch sinnvoll. Wird diese Modernisierung durchgeführt, entsteht erneut ein Förderanspruch. Im EWärmeG dient der Einsatz von KWK-Anlagen zudem als Erfüllungsoption zum Nachweis des Einsatzes erneuerbarer Wärme in Gebäuden.

Die bestehenden Anlagen erzeugen jährlich über 800 Megawattstunden Strom, der damit nicht mehr aus dem öffentlichen Netz bezogen wird. Hinzu kommen rund 1.800 Megawattstunden Wärme, welche dadurch ebenfalls nicht konventionell erzeugt werden muss. Das eingesetzte Erdgas von ca. 3.000 Megawattstunden wird durch eine jährliche Antragstellung beim Hauptzollamt von der Energiesteuer befreit.

Die bisher umgesetzten BHKW weisen eine Kapitalrückflussdauer von rund fünf Jahren auf und entlasten die städtischen Energiekosten insgesamt um jährlich rund 160.000 €.



Abb. 18: Neues BHKW mit Brennwertkessel im Technischen Schulzentrum, P-Bau

Tab. 6: Bestehende Erdgas-Blockheizkraftwerke BHKW in städtischen Gebäuden

KWK-Anlage	Inbetriebnahme	Modernisierung	Elektr. Leistung in kW	Therm. Leistung in kW
Bürgerhaus Böckingen	2013	2017	5	13
Elly-Heuss-Knapp Schulzentrum	2012	-	15	30
Frankenbach, Schule	2012	-	15	30
Frankenstadion	2014	-	6	13
Fritz-Ulrich-Schule Modul 1	2013	-	6	13
Fritz-Ulrich-Schule Modul 2	2002	2014	6	13
Gustav von Schmoller Schule	2009	-	15	30
Hauptfeuerwehr Modul 1	2003	2014	6	13
Hauptfeuerwehr Modul 2	2003	2014	6	13
Heinrich-von-Kleist Realschule	2014	-	20	39
Justinus Kerner Gymnasium, Modul 1	2009	-	15	30
Justinus Kerner Gymnasium, Modul 2	2013	-	15	31
Paul-Meyle-Schule	2007	2016	6	13
Techn. Schulzentrum A-Bau, Modul 1	2008	-	6	13
Techn. Schulzentrum A-Bau, Modul 1	2008	-	6	13
Techn. Schulzentrum C-Bau	2005	2016	50	97
Techn. Schulzentrum P-Bau	2017	-	16	38
		Gesamt	211 kW	437 kW

4.2 LED-Beleuchtung

Weit über die Hälfte des städtischen Strombedarfs wird durch Beleuchtung verursacht. Zum einen ist das die Straßenbeleuchtung, die allein schon rund ein Drittel des Strombedarfs ausmacht, zum anderen die Innenbeleuchtung in Klassenzimmern und Büros, Fluren und Treppenhäusern sowie in Hallen und Tiefgaragen. Aufgrund des technischen Fortschritts durch effiziente und hochwertige LED-Technologie bestehen hier Einsparpotenziale von in der Regel über 50%.

Um diese Einsparungen zu generieren, ist der Einsatz von LED-Technologie mit geeigneter Lichtsteuerung ein wirksames Mittel. Zügig umgerüstet werden sollten Beleuchtungssysteme mit langer Betriebsdauer wie in Tiefgaragen oder solche mit großer Leistungsaufnahme, wie sie häufig in Sporthallen verbaut sind. Hier rechnen sich Umrüstungen in deutlich unter zehn Jahren. Zusätzlich ist es sinnvoll im Zuge von Baumaßnahmen in Innenräumen die Beleuchtung ebenso zu erneuern. Dadurch können beispielsweise bei Deckensanierungen oder Brandschutzmaßnahmen Synergien genutzt werden.

Die Umrüstung auf LED bedeutet häufig nur einen kleinen baulichen Eingriff. Eine flächendeckende Sanierung der Beleuchtung städtischer Gebäude und Straßen könnte die jährlichen Stromkosten um bis zu 1 Mio. Euro reduzieren.



Abb. 19: Modernisierte Beleuchtung mit LED in der Römerhalle

Tab. 7: Beispiele für Beleuchtungsmodernisierungen mit LED-Technik

Gebäude	Bereich	Beleuchtungstechnik	Art der Steuerung	Jahr der Umsetzung
Technisches Schulzentrum	Sporthalle, Bauteil G	LED-Beleuchtung	manuell	2014
Harmonie	Theodor-Heuss-Saal	LED-Beleuchtung	manuell	2014
Harmonie	Wilhelm-Maybach-Saal	LED-Beleuchtung	manuell	2015/2016
Technisches Schulzentrum	u.a. Bauteil A, F	LED-Beleuchtung	manuell, Präsenz	2017
Römerhalle	Halle	LED-Beleuchtung	Präsenz, Tageslicht	2017
Rosenausschule	Schulräume	LED-Beleuchtung	manuell	2017/18
Stauwehrhalle	Halle	LED-Beleuchtung	Präsenz, Tageslicht	2017
Technisches Rathaus	Büroräume Wilhelmsbau	LED-Beleuchtung	manuell	2017/18
Sporthalle Schanz	Halle	LED-Beleuchtung	Präsenz, Tageslicht	geplant
Mönchseehalle	Bogenhalle	LED-Beleuchtung	Präsenz, Tageslicht	geplant
Deutschordenshalle	Halle	LED-Beleuchtung	Präsenz, Tageslicht	geplant

4.3 Photovoltaik (PV)

Städtische Gebäude sind aufgrund überdurchschnittlich großer Dachflächen sehr geeignete Standorte für die solare Energiegewinnung. Das wurde bereits früh von Investoren erkannt, die durch den lukrativen Förderrahmen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) bundesweit auf der Suche nach Dachflächen waren.

Seit 2005 wurden daher zahlreiche städtische Dachflächen an verschiedene Privatinvestoren verpachtet, die dort eigene PV-Anlagen gegen Miete betreiben. Mit der Gründung der Bürgerenergiegenossenschaft Heilbronn durch die Hauptgesellschafter Stadt Heilbronn und ZEAG erfolgte der zweite Ausbau-schub. Dieser endete mit der Errichtung der bisher größten Anlage (260 kW) auf den Hallen des Betriebsamtes im Jahr 2013.

Alle bis dato errichteten Anlagen speisen bilanziell ausschließlich ins öffentliche Stromnetz ein. Die Betreiber erhalten dafür während des 20-jährigen Pachtvertrags die garantierte EEG-Einspeisevergütung. Aufgrund der schrittweisen Herabsetzung der Fördersätze wurde die Investition in neue Anlagen für externe Betreiber zuletzt uninteressanter, was auch den Grund für den stockenden Zubau bei der Stadt seit 2013 darstellt.

Heute machen der Preisverfall bei den Modulen und Komponenten die Solarstromerzeugung wieder attraktiv. Kann ein Teil der erzeugten elektrischen Energie in der Liegenschaft verbraucht werden – sog. Eigenbedarf – steigt die Wirtschaftlichkeit zusätzlich. Voraussetzung für dieses Versorgungsmodell ist, dass der Gebäudeeigentümer bzw. Stromverbraucher die PV-Anlagen selbst betreibt.

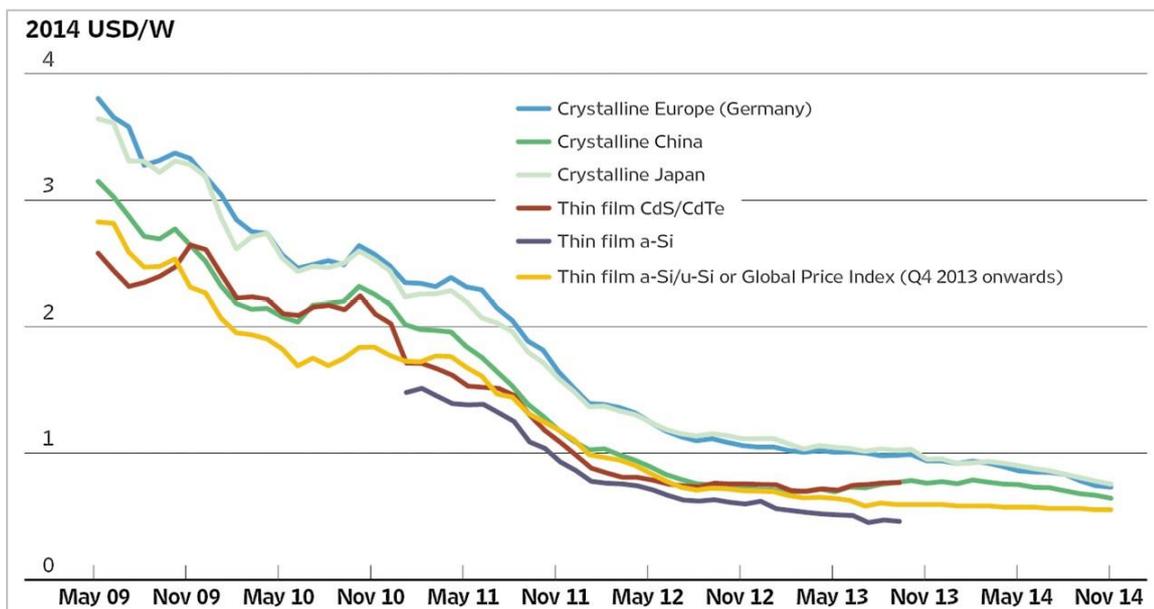


Abb. 20: Preisentwicklung von PV-Modulen in US-Dollar je Watt (IRENA 2014)

Vor diesem Hintergrund besteht auf städtischen Dächern noch ein enormes Potenzial für die solare Stromerzeugung. Besonders weiterführende Schulen und Verwaltungsgebäude verfügen über eine technische Ausstattung und Auslastung, wodurch ein hoher tageszeitlicher Strombedarf entsteht, der wirtschaftlich mit eigenem Photovoltaikstrom gedeckt werden kann.

Nach wie vor wird eine 20-jährige EEG-Vergütung für den ins öffentliche Netz eingespeisten Strom garantiert. Zwar wurde diese Förderung deutlich gekürzt, die gefallenen Modulpreise kompensieren dies jedoch. Zudem ist Photovoltaik als Erfüllungsoption für das Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg (EWärmeG) anerkannt. Dieses greift immer dann, wenn ein Heizkessel in Gebäuden saniert werden muss. So ist auch ohne Eigenbedarf die PV-Stromerzeugung die in der Regel wirtschaftlichste Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energie in städtischen Gebäuden.

Tab. 8: Photovoltaik auf städtischen Dächern

Gebäude	Eigentümer	Jahr der Errichtung	Nennleistung in kWp
8 städtische Kleinanlagen	Stadt Heilbronn	1997-2000	15
Solartankstelle Technisches Schulzentrum	ZEAG	2005	9
Gustav-von-Schmoller-Schule	Kruck	2005	68
Justinus-Kerner-Gymnasium Sporthalle	Kruck	2005	29
Gerhard Hauptmann Sporthalle	Schmitt	2006	8
Grund- und Hauptschule Biberach	Schmitt	2006	31
Gemeindehalle Frankenbach	Rembold	2007	35
Fritz Ulrich Schule	Kruck	2007	60
Wartbergschule Turnhalle	Wittmann	2009	15
Albrecht Dürer Schule	Wieczorek	2009	81
Staufenbergschule Altbau	Denzinger	2009	43
Neckarhalle	BürgerEnergie	2010	18
Gerhard Hauptmann Schule	BürgerEnergie	2010	57
Römerhalle	BürgerEnergie	2010	45
Mönchsee Gymnasium Südflügel	BürgerEnergie	2011	16
Justinus Kerner Gymnasium Mensa	BürgerEnergie	2012	32
Paul Meyle Schule	BürgerEnergie	2013	39
Betriebsamt	BürgerEnergie	2013	262
Kindergarten Blumenstraße	Stadt Heilbronn	2017	10
Betriebsamt Fahrzeughalle	Stadt Heilbronn	geplant 2018	61
Gesamtleistung			ca. 930 kW

5 Ausblick

5.1 Wirtschaftlichkeit des Kommunalen Energiemanagements

Energieeinsparung und damit verbundener Klimaschutz erfordert zunächst in Personal und Technik zu investieren. Dass sich Energiemanagement in Kommunen oder auch im Gewerbe mehr als rechnet, zeigen die Erfahrungen aus unzähligen Betrieben und Gemeinden. Seit Einrichtung des kommunalen Energiemanagements in Heilbronn werden investive und organisatorische Energiemaßnahmen zentral entwickelt und koordiniert. An der Umsetzung sind in der Regel verschiedene städtische Bereiche beteiligt. Das sind in erster Linie die Fachbereiche des Hochbauamtes, die Hausmeister oder auch Abteilungen anderer Ämter. Das KEM nimmt in den Projekten entweder eine federführende oder eine beratende Rolle ein.

Eine Zuordnung, welche Einsparungen vollständig oder nur indirekt Ergebnis eines funktionierenden Energiemanagements sind, ist fast unmöglich, da Energiesparen immer eine Gemeinschaftsaufgabe darstellt. Besonders schwer zu beziffern sind die Einsparungen durch Energieberatung in Baumaßnahmen, da sich hier allein aufgrund des technischen Fortschritts sowie gesetzlicher Vorgaben Energieeinsparungen ergeben. Im Folgenden sind daher nur Zahlen dargestellt, die eindeutig ermittelt werden können oder mit Hilfe von Erfahrungswerten hochgerechnet werden können.

Die jährlichen Kosteneinsparungen an denen das kommunale Energiemanagement direkt oder indirekt beteiligt war beliefen sich in der Vergangenheit zwischen mindestens 300 und 500 Tausend Euro jährlich. Unter anderem aufgrund der personellen Verstärkung in Verbindung mit der Wiederansiedlung im Hochbauamt konnte dieser Betrag in den ersten 12 Monaten bereits auf über 500 Tausend Euro gesteigert werden. Mit verstärktem Ressourceneinsatz ist eine schrittweise Erhöhung der jährlichen Einsparung auf über 1,5 Millionen Euro pro Jahr möglich.

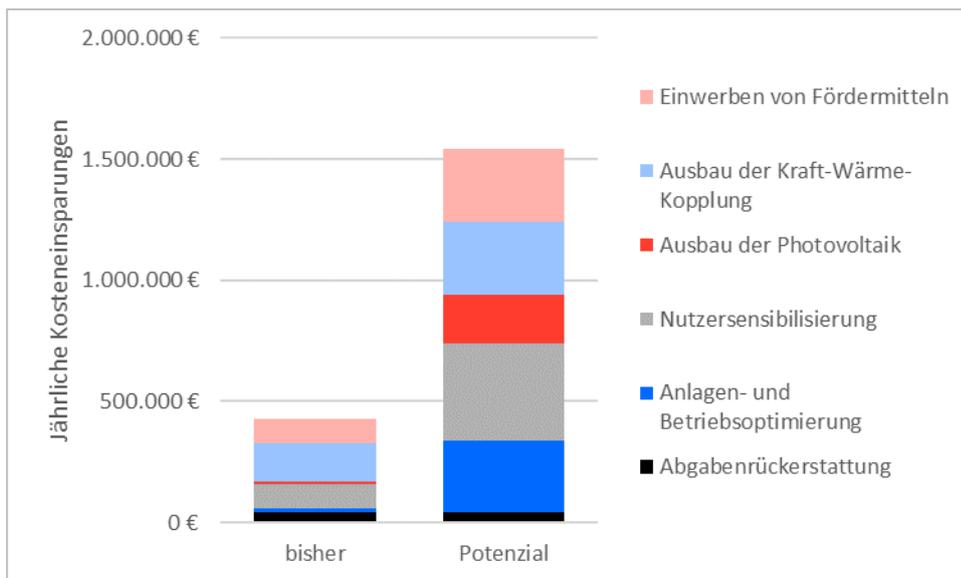


Abb. 21: Jährliche Kosteneinsparungen durch kommunales Energiemanagement, Ist-Zustand und Potenzial

Tab. 9: Jährliche Kosteneinsparungen durch kommunales Energiemanagement, Ist-Zustand und Potenzial

Arbeitsbereich	Jährliche Kosteneinsparung bisher	Weitere Einsparpotenziale
Abgabenrückerstattung	Energiesteuer 20.000 € Abwasserabsetzung 20.000 €	bereits vollständig ausgeschöpft
Energieeinkauf	Jahre 2016/17 ca. 40.000 € einmalig	<u>gering</u> maßgeblich von Energiemärkten geprägt
Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung	derzeit 160.000 € durch bestehende Anlagen	<u>groß</u> über 300.000 €/a möglich
Energieberatung bei Baumaßnahmen	indirekte Auswirkung	<u>groß</u> im Zuge ganzheitlich entwickelter Energiekonzepte
Einwerben von Fördermitteln	im Mittel 100.000 € im Jahr 2017 über 600.000 €	<u>groß</u> durch optimale Ausnutzung beste- hender Förderprogrammen
Ausbau der Photovoltaik	bisher ca. 10.000 € durch Mieteinnahmen	<u>sehr groß</u> über 200.000 €/a möglich bei Er- richtung eigener Anlagen
Nutzersensibilisierung	Bisher mindestens 100.000 € 1-2 % der Energiekosten	<u>sehr groß</u> weit über 400.000 €/a realistisch
Anlagen- und Betriebsoptimierung	Jahr 2017 ca. 20.000 € durch konkrete Maßnahmen	<u>sehr groß</u> weit über 300.000 €/a realistisch

5.2 Künftige Arbeitsschwerpunkte des KEM

Große Energie-Einsparpotenziale bestehen, wenn Sanierungs- und Neubauvorhaben stattfinden. Dann können Gebäudehülle und Anlagentechnik von Grund auf energieeffizient gestaltet werden. Angestoßen werden diese Baumaßnahmen meist nicht aufgrund energetischer Mängel, sondern durch übergeordnete Erfordernisse wie Schulplanung, Betriebssicherheit oder Brandschutz. Größeren Gestaltungsspielraum hat das KEM bei weniger investiven sowie organisatorischen Projekten. Finanziell gesehen sind das Maßnahmen mit einer Kapitalrückflusszeit von 0-10 Jahren. Im Folgenden sind die aus heutiger Sicht wichtigsten sieben Arbeitsschwerpunkte des kommunalen Energiemanagements aufgeführt.

1. Anlagen- und Betriebsoptimierung

Mit zunehmender Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen steigt auch die Komplexität der Technik. Erfahrungsgemäß weichen jedoch die realen Betriebsdaten deutlich von den geplanten Energiekennwerten ab. Will man daher die hohen Energiestandards auch in der Praxis erreichen, ist eine intensiv begleitete Inbetriebnahmephase sowie eine regelmäßige Überwachung von Anlagen immer wichtiger. Das betrifft im Übrigen nicht nur neue, sondern auch bestehende Gebäude. In der Regel rechnet sich der Aufwand für Anlagenoptimierungen innerhalb weniger Monate (Kap. 3.3).

2. Nutzersensibilisierung

Auch mit fortschreitender Technologie wird der Nutzer einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch behalten. Es hat sich gezeigt, dass einfachere und vom Nutzer bedienbare Technik oft sinnvoller ist, als hochgradig automatisierte Gebäude und Anlagen. Dies erfordert jedoch das Mitwirken eines energiebewussten Nutzers. Daher sollten Schüler, Lehrer und städtische Beschäftigte verstärkt für das Energiesparen gewonnen werden, möglicherweise ergänzt durch finanzielle Anreize (Kap. 3.2).

3. Ausbau der Photovoltaik

Städtische Gebäude besitzen ein sehr großes, bisher nur ansatzweise genutztes Potenzial für die solare Stromerzeugung. Durch stark gefallene Preise für Komponenten kann diese Technologie trotz reduzierter EEG-Vergütung wirtschaftlich betrieben werden. Wird der Strom direkt im Gebäude verbraucht, verbessert sich die Rendite zusätzlich, zudem dient PV als Erfüllung des Erneuerbare-Wärme-Gesetz. 2018 sollen die Potenziale in einer umfassenden Dächerstudie näher untersucht werden. Um das Solarpotenzial zügig anzugehen sind sowohl städtische Investitionen in eigene Photovoltaik als auch weitere Dachverpachtungen an externe Betreiber erforderlich (Kap. 4.3).

4. Einwerben von Fördermitteln

Für Energieeffizienz gibt es Fördergelder auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene. Bisher werden Zuschüsse überwiegend für bereits genehmigte Haushaltsmittel beantragt. Für die Zukunft sollten sinnvolle energetische Maßnahmen gezielt auch auf Grundlage bestehender Förderprogramme angestoßen werden und so in den Haushalt gelangen (Kap. 3.8).

5. Energieberatung bei Baumaßnahmen

Um Bauvorhaben in Hinblick auf Energiefragen optimal zu gestalten, ist es erforderlich, dass das KEM frühzeitig im Planungs- und Bauprozess eingebunden ist. Dadurch erst können ganzheitliche Energiekonzepte für Gebäude entwickelt und spätere Probleme vermieden werden. Durch die Wiederansiedlung des KEM im Hochbauamt wurde der Austausch mit den Bau-Abteilungen deutlich erleichtert und verbessert. Um Energieeffizienz im Bauwesen schneller voranzubringen, ist eine interne Abstimmung bereits im Rahmen der Haushaltsanmeldungen sinnvoll. Dies ermöglicht einen ganzheitlicheren Ansatz beim Energiesparen und die Minimierung späterer Energiekosten (Kap. 3.1).

6. Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

Durch die sukzessive Errichtung von Blockheizkraftwerken in großen Gebäudekomplexen konnten die Energiekosten bereits nachhaltig reduziert werden. Auch wenn Kraft-Wärme-Kopplung bisher überwiegend mit fossilem Erdgas betrieben wird, können dadurch Klimaauswirkungen deutlich verringert werden und zugleich gesetzliche Anforderung (E-WärmeG) erfüllt werden. Das KWK-Potenzial städtischer Gebäude ist schätzungsweise erst zur Hälfte erschlossen (Kap. 4.1).

7. Energiedatenerfassung

Eine belastbare energetische Bewertung von Liegenschaften setzt voraus, dass detaillierte und vollständige Verbrauchsdaten zur Verfügung stehen. Heute beschränken sich die Datenaufzeichnungen der Stadt weitestgehend auf manuell erhobene Monatsverbrauchswerte. Eine fehlerfreie Erhebung der Daten vom Zähler bis zur Datenbank ist zudem mit großem personellen Aufwand verbunden. Es ist daher erforderlich, die Verbrauchserfassung verstärkt zu digitalisieren. Dazu gehören nicht nur die geeigneten Zähler, sogenannte Smart Meter, sondern vor allem ein automatisiertes System, welches die Daten einsammelt und zusammenführt. Das würde die Qualität der Verbrauchsanalysen deutlich erhöhen den zeitlichen Aufwand für die Datenerhebung reduzieren (Kap. 3.4).



Abb. 22: Künftige Arbeits-Schwerpunkte des KEM mit größtem Einspar- und Verbesserungspotenzial

5.3 Übergeordnete Energie- und Klimaschutzaufgaben

Sanierungstau und Wärmewende

Im Bereich elektrischer Energie wurde durch erneuerbare Energien und sparsamere Technik schon viel erreicht. Die Umstellung der Wärmeversorgung von Gebäuden, die sogenannte Wärmewende, kommt stattdessen nur langsam voran. Um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, sind besonders Anstrengungen im Gebäudebestand nötig. Deutlich wird das besonders am Ist und Soll des Heizwärmebedarfs je Quadratmeter Nutzfläche. Dieser Wert liegt beim städtischen Gebäudebestand zwischen 100 und 200 kWh/m²a, der Zielwert von Passivhäusern bei geringen 15 kWh/m²a. Der energetischen Sanierung muss daher in den kommenden Haushaltsgesprächen dringend ein höherer Stellenwert beigemessen werden, nicht zuletzt um der kommunalen Vorbildfunktion gerecht zu werden.

Nachhaltiges Bauen und CO₂-Fußabdruck

Der Energieverbrauch von Gebäuden hat an Bedeutung gewonnen. Der Fokus richtet sich jedoch auf den Bedarf für Wärme und Strom während der Nutzungsphase. Bisher kaum Beachtung findet der Energieverbrauch für die Errichtung eines Gebäudes sowie für die Herstellung verwendeter Baumaterialien. Daher wird es gerade bei Neubaumaßnahmen immer wichtiger werden, den CO₂-Fußabdruck sowie weitere Nachhaltigkeitskriterien (Baustoffe, Mobilität, Stadtklima etc.) in die Bewertung einfließen zu lassen.

Temperaturanstieg und Klimatisierungs-Bedarf

Da auch in unseren Breiten heiße Sommertage häufiger werden, wächst der Bedarf an gekühlten Räumen. Davon sind nicht nur provisorische Bauwerke wie Container betroffen. Aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht kann das Ziel nicht sein, sukzessive städtische Gebäude mit Klimageräten auszurüsten. Andererseits muss auf die Befindlichkeit der Gebäudenutzer eingegangen werden. Zur Lösung dieses Dilemmas ist eine Kombination aus einfachen technischen Lösungen verbunden mit organisatorischen Maßnahmen nötig. Ist mechanische Kühlung nicht vermeidbar, hat diese zumindest mit klimaneutralem Strom zu erfolgen.

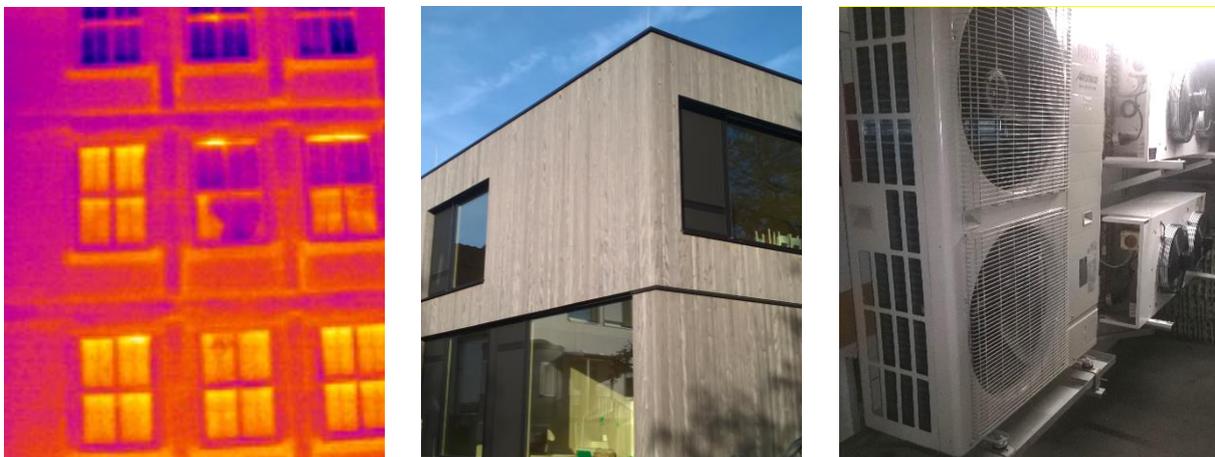


Abb. 23: Thermografie einer ungedämmten Fassade, nachhaltige Holzfassade und nachgerüstete Klimageräte

Informationstechnik und Digitalisierung

Mit fortschreitender Digitalisierung steigt der Bedarf an elektrischer Energie. Server und Computer sowie deren Kühlung verursachen inzwischen 15-25 % des städtischen Strombedarfs. Daher gewinnen Effizienzmaßnahmen in der IT stark an Gewicht. Bei Investition und Betrieb von Informationstechnik ist der Energieverbrauch noch stärker in Entscheidungen zu berücksichtigen. Dies betrifft neben städtischer auch stadtfremde IT in Schulen.

Straßenbeleuchtung

Über 5 Millionen Kilowattstunden Strom benötigt die Heilbronner Straßenbeleuchtung, das entspricht Kosten von rund 1 Million Euro im Jahr. Durch den Austausch herkömmlicher Leuchten durch LED-Technologie ist ein Einsparpotenzial von 50-70 % möglich. Von den rund 16.000 Lichtpunkten im Stadtgebiet konnten jedoch aufgrund begrenzter Ressourcen bisher nur rund 1.000 auf LED umgerüstet werden. Eine vollständige Umrüstung der Heilbronner Straßenbeleuchtung könnte den Strombedarf um etwa die Hälfte reduzieren.

Elektromobilität

Städtische Kraftfahrzeuge sind überwiegend auf Kurzstrecken innerhalb des Stadtgebiets unterwegs. Dadurch ist bereits heute der Einsatz von Elektrofahrzeugen problemlos möglich, wie Beispiele anderer Kommunen verdeutlichen. Statt pauschaler Umstellung aller Autos sollten besonders Fahrzeuge mit hoher Laufleistung auf E-Antrieb umgerüstet und dann möglichst hoch ausgelastet werden. Das Mobilitätskonzept sollte neben E-Autos auch elektrische Zweiräder und eine Reorganisation des Fuhrparks berücksichtigen.



Abb. 24: Serverschränke, LED-Straßenbeleuchtung und Elektrotankstelle

6 Auszug Gebäudestatistik

Tab. 10: Heizwärmebedarf der größten 60 wärmeverbrauchenden Liegenschaften

Gebäudebezeichnung	2014	2015	2016		
				in MWh	
Technisches Schulzentrum	3.260	3.860	3.980	3.980	
Schulzentrum Ost	1.920	2.350	2.510	2.510	
GWRS Frankenbach	1.130	1.410	1.430		
Gustav-von-Schmoller-Schule	990	1.070	1.170		
Robert-Mayer-Gymnasium	540	890	970		
Technisches Rathaus	770	800	940		
Gerhart-Hauptmann-Schule	750	750	870		
Fritz Ulrich Schule	900	800	860		
Rathaus	950	900	850		
Dammschule	580	750	810		
Stauwehrhalle	390	490	790		
Rosenausschule	590	670	760		
Ludwig-Pfau-Schule/Kiga	600	710	730		
Sonderschulzentrum Pestalozzischule	560	610	680		
Wilhelm-Hauff-Schule	520	580	670		
Olgajugendzentrum	270	370	670		
Hauptfeuerwache	730	730	660		
Helene-Lange-Realschule	530	530	660		
Hauptfriedhof Krematorium	660	500	660		
Staatliche Gemeinschaftsunterkunft	480	640	650		
Theodor-Heuß-Gymnasium	590	560	620		
Albrecht-Dürer-Schule	600	630	610		
Leintalhalle	400	420	610		
Bürgerhaus	430	520	590		
Paul-Meyle-Sonderschule	530	550	540		
Staufenbergschule	420	480	540		
Mönchsee-Sporthalle	360	460	490		
Stadtgärtnerei	400	430	480		
Elly-Heuß-Knapp Hauptschule	410	440	480		
Bauhof Werkstätten	500	430	470		
Elly-Heuß-Knapp Gymnasium	460	460	470		
Mönchsee-Gymnasium und Spange	360	420	390		
Wartbergschule	340	390	390		
Technisches Schulzentrum P-Bau (ehem. Höhr	290	360	390		
Silcherschule	290	350	390		
Heinrich-von-Kleist-Realschule	330	360	380		
Römerhalle	400	420	360		
Charlottenkrippe	160	230	320		
Deutschhof Stadtarchiv	340	370	310		
Deutschhof Museum	320	360	310		
GHS Biberach	210	250	300		
Deutschordenshalle	200	230	300		
Grünwaldschule	240	280	300		
Grundschule Alt-Böckingen	250	290	290		
Alte Kelter	230	260	240		
Bezirksamt Biberach	210	210	240		
Alte Kelter Sontheim/Flüchtlingsunterkunft	160	150	240		
Grundschule Horkheim, Mensa, Ganztagesbet	170	230	220		
Sozialamt	170	190	220		
Elly-Heuß-Knapp Sporthalle	280	170	210		
Neckarhalle	170	200	200		
Bauhof Sozialgebäude	90	230	190		
Böllingertalhalle	190	210	180		
Silcherturnhalle	140	150	170		
Technisches Schulzentrum R-Bau	160	190	170		
Stadion	130	120	160		
Rathaus Kirchhausen	140	150	160		
Elly-Heuß-Knapp Grundschule	140	150	160		
Leinbachschule	140	150	150		
Stadt- und Kreisjugendring	130	140	150		

Tab. 11: Strombedarf der größten 60 stromverbrauchenden Liegenschaften

Gebäudebezeichnung	2014	2015	2016	in MWh		
Technisches Schulzentrum	1.076	1.051	951			
Rathaus	532	526	513			
Technisches Rathaus	444	415	421			
Hauptfeuerwache	632	653	333			
Gustav-von-Schmoller-Schule	282	275	278			
Bauhof Sozialgebäude	255	266	249			
K3 Stadtbücherei	216	217	227			
Mönchsee-Gymnasium und Spange	385	137	219			
GWRS Frankenbach	146	147	183			
Mörikeschule	134	108	179			
Deutschhof Stadtarchiv	313	226	179			
Staatliche Gemeinschaftsunterkunft	132	157	177			
Kunsthalle Vogelmann	204	174	155			
Mönchsee-Sporthalle	177	168	148			
Elly-Heuß-Knapp Gymnasium	132	112	144			
Robert-Mayer-Gymnasium	139	134	138			
Justinus-Kerner-Gymnasium	255	184	135			
Römerhalle	140	143	133			
Helene-Lange-Realschule	122	133	132			
Stauwehrhalle	99	100	132			
Deutschhofstr.y1/Deutschhof Nordbau	108	133	129			
Heinrich-von-Kleist-Realschule	92	178	127			
Ludwig-Pfau-Schule/Kiga	120	125	121			
Theodor-Heuß-Gymnasium	100	119	113			
Paul-Meyle-Sonderschule	89	103	111			
Bürgerhaus	62	206	109			
Dammschule	132	106	102			
Sonderschulzentrum Pestalozzischule	81	95	98			
Gerhart-Hauptmann-Schule	89	96	96			
Olgajugendzentrum	66	63	95			
Deutschhof Museum	143	152	85			
Leintalhalle	71	66	82			
Albrecht-Dürer-Schule	72	77	79			
Mensa fürs Schulzentrum Ost	84	67	76			
Stadion	71	82	74			
Sozialamt	78	78	73			
Hauptfriedhof Krematorium	70	75	66			
Notariat	67	53	64			
Olgakrippe	52	58	63			
Rosenausschule	58	61	62			
Staufenbergschule	60	59	60			
Fritz Ulrich Schule	61	57	59			
Mehrzweckhalle Augarten	8	8	58			
Wilhelm-Hauff-Schule	46	54	58			
Elly-Heuß-Knapp Hauptschule	59	59	57			
Alte Kelter	64	68	55			
Elly-Heuß-Knapp Sporthalle	53	58	54			
Neckarhalle	52	50	54			
Deutschordehalle	48	48	53			
GHS Biberach	55	56	51			
Böllingertalhalle	49	52	50			
Silcherschule	48	49	49			
Alte Kelter Sontheim/Flüchtlingsunterkunft	17	22	49			
Gemeindehalle Horkheim	11	16	42			
Silcherturnhalle	41	40	40			
Charlottenkrippe	30	35	40			
Grundschule Alt-Böckingen	31	35	39			
Stadtgärtnerei	41	38	38			
Verwaltungsgebäude Bahnhofstraße	43	35	35			
Friedhof Frankenbach	27	31	33			

Tab. 12: Wasserbedarf der größten 60 wasserverbrauchenden Liegenschaften

Gebäudebezeichnung	2014	2015	2016	in Kubikmetern		
Technisches Schulzentrum	4.065	4.310	4.388	4.388		
Alter Friedhof	3.377	5.901	4.304	4.304		
Hauptfriedhof Leichenhalle	2.938	3.960	4.078	4.078		
Olgajugendzentrum	557	933	3.989	3.989		
GWRS Frankenbach	2.636	2.731	2.794	2.794		
Gustav-von-Schmoller-Schule	3.211	3.066	2.751	2.751		
Justinus-Kerner-Gymnasium	2.977	4.567	2.722	2.722		
Hauptfeuerwache	2.424	2.784	2.608	2.608		
Mehrzweckhalle Augarten	156	149	2.415	2.415		
Stadtgärtnerei	2.477	6.080	2.235	2.235		
Bauhof Sozialgebäude	2.559	2.248	2.189	2.189		
Brunnen Pfühlpark	2.027	2.648	2.079	2.079		
Hauptfriedhof Büro	2.440	2.924	1.910	1.910		
Hauptfriedhof Krematorium	867	893	1.811	1.811		
Bedürfnisanstalt Theresienwiese	1.122	1.614	1.751	1.751		
Rathaus	1.702	1.572	1.722	1.722		
Flüchtlingsunterkunft			1.708	1.708		
Paul-Meyle-Sonderschule	1.363	1.613	1.569	1.569		
Bedürfnisanstalt	1.416	1.429	1.539	1.539		
Mönchsee-Gymnasium und Spange	1.260	1.652	1.429	1.429		
Friedhof Böckingen	1.373	1.720	1.420	1.420		
Dammschule	1.188	840	1.309	1.309		
Westfriedhof	1.694	1.873	1.296	1.296		
Robert-Mayer-Gymnasium	1.084	1.012	1.283	1.283		
Mörikeschule	1.170	1.148	1.227	1.227		
Gemeindehalle Horkheim	56	230	1.216	1.216		
Alte Kelter Sontheim/Flüchtlingsunterkunft	125	107	1.140	1.140		
Sonderschulzentrum Pestalozzischule	1.166	1.149	1.121	1.121		
Friedhof Sontheim	1.184	1.330	1.096	1.096		
Wilhelm-Hauff-Schule	623	610	1.067	1.067		
Bürgerhaus	379	957	1.009	1.009		
Heinrich-von-Kleist-Realschule	867	956	933	933		
Technisches Rathaus	982	1.266	921	921		
Gerhart-Hauptmann-Schule	961	873	918	918		
Technisches Rathaus	968	939	918	918		
Olgakrippe	836	846	888	888		
Staufenbergschule	578	682	834	834		
Wartbergschule	729	894	822	822		
Rosenausschule	783	813	802	802		
Charlottenkrippe	804	822	800	800		
Kiosk Am Hohrain	452	540	738	738		
Helene-Lange-Realschule	774	791	737	737		
Stauwehrhalle	652	649	728	728		
Albrecht-Dürer-Schule	880	832	724	724		
Silcherschule	534	607	710	710		
Friedhof Frankenbach	1.076	1.429	683	683		
Fritz Ulrich Schule	728	823	671	671		
Elly-Heuß-Knapp Gymnasium	1.446	1.204	651	651		
Stadion	1.054	802	642	642		
Mönchsee-Sporthalle	610	558	583	583		
Sozialamt	562	582	568	568		
Theodor-Heuß-Gymnasium	559	503	562	562		
Stadt- und Kreisjugendring	215	238	515	515		
Ludwig-Pfau-Schule/Kiga	754	982	514	514		
Friedhof Neckargartach	599	676	493	493		
Elly-Heuß-Knapp Hauptschule	467	512	471	471		
Elly-Heuß-Knapp Sporthalle	361	621	414	414		
Grundschule Alt-Böckingen	312	389	400	400		
Friedhof Biberach	433	534	377	377		
Böllingertalhalle	286	290	374	374		