

ENERGIEBERICHT

Fortschreibung
für das Jahr 2018

Vorwort



Peter Pätzold
Bürgermeister



Dr. Hans-Wolf Zirkwitz
Stadtdirektor

Die Bedeutung des Klimaschutzes ist durch die Coronakrise etwas in den Hintergrund gerückt. Dies darf allerdings nur von kurzer Dauer sein, denn um die Klimaschutzziele von Paris und die Ziele der Stadt Stuttgart zu erreichen sind weitere zügige Anstrengungen nötig. Der Gemeinderat hat dazu im Jahr 2019 mit dem Aktionsplan Klimaschutz „Weltklima in Not – Stuttgart handelt“ deutliche und klare Beschlüsse gefasst. Dies wird dem Klimaschutz in Stuttgart einen deutlichen Schub geben.

Die Stadt Stuttgart hat sich auf den Weg gemacht und wichtige Meilensteine zur Umsetzung des Aktionsprogramms schon beschlossen: für städtischen Neubauvorhaben gilt der Plusenergiestandard. Auch Sanierungen werden mit dem Ziel angegangen, dass unsere bestehenden Gebäude klimaneutral werden. Ein weiteres Highlight ist der Stuttgarter CO₂-Preis. Für alle städtischen Wirtschaftlichkeitsberechnungen setzen wir ab sofort 50 Euro pro Tonne CO₂ an, wobei der Betrag jährlich um 15 Euro erhöht wird. Damit berücksichtigen unsere Berechnungen zukünftig den Klima-Einfluss und zwar nochmal deutlicher, als es der Bund macht. Auch werden städtische Gebäude zukünftig nach Möglichkeit in Holzbauweise errichtet.

Weiter konnten wir unser größtes Förderprogramm in Stuttgart, das Energiesparprogramm, stark ausbauen. Mit dem Programm fördern wir bereits seit 1998 energieeinsparende Maßnahmen in privaten Bestandsgebäuden. Das Programm wurde im Rahmen des Aktionsprogramms bis 2024 auf insgesamt 75 Millionen Euro erhöht. Die Richtlinien werden vereinfacht, die Zuschüsse erhöht und das Programm mieterfreundlich ausgestaltet. Kombiniert man die Zuschüsse noch mit den Förderungen von Bund und Land bietet sich eine einmalige Chance, ambitionierte Energiestandards zu einem sehr fairen Preis zu erhalten.

Der jetzt vorliegende Energiebericht 2018 ist allerdings ein Blick zurück und fasst die Entwicklungen im Bereich Energieeinsparung und erneuerbare Energien im Jahr 2018 zusammen. Darüber hinaus zeigt er auf, dass sich Stuttgart schon früh auf den Weg in Richtung Klimaschutz gemacht hat. Das Ziel 2020 gegenüber 1990 20 % CO₂ einzusparen haben wir mit einer 33 %-igen Einsparung bei der Wärmeerzeugung 2018 vor allem durch Wärmedämmmaßnahmen deutlich erreicht. Gegenüber 1990 wurde der CO₂-Ausstoss insgesamt um 67 % reduziert. Allerdings müssen wir diese Einsparungen weiterhin konsequent steigern.

2018 wurde das Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Stuttgart weiter vorangetrieben. Neben dem politischen Ziel, den Primärenergiebedarf bis zum Jahr 2020 um 20 % zu senken und der Entwicklung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen, wurde ein Entwicklungspfad für die Zielvision 2050 „100 % klimaneutral“ entwickelt.

Die Stadtverwaltung mit ihren öffentlichen Gebäuden ist ein wichtiger Akteur bei der Umsetzung der Energiewende. Zwar haben die städtischen Liegenschaften lediglich einen Anteil am gesamtstädtischen Primärenergiebedarf von 4 %, dennoch kommt ihr eine Vorbildfunktion zu. Die Ämter, Referate und Eigenbetriebe

der Landeshauptstadt machen es vor und gehen mit gutem Beispiel voran. Seit mehreren Jahrzehnten setzt sich die Stadtverwaltung nachhaltig für Energieeinsparung, -effizienz und die Verwendung erneuerbarer Energieträger ein. Mit dem Beschluss des Gemeinderats im Jahr 2020 zur Fortschreibung der Energierichtlinie besteht eine politische Selbstverpflichtung zum energiesparenden Bauen und Energieeffizienz. Dabei werden bei der Umsetzung der Maßnahmen die ökologischen und ökonomischen Aspekte gleichrangig bewertet und berücksichtigt.

Ein großer Erfolg des kommunalen Energiemanagements ist die Verringerung des Heizenergiebezugs um 50 %, seit Beginn des Energiemanagements im Jahr 1977 in der Stadtverwaltung. Dies entspricht dem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.500 Vier-Personen-Haushalten. Gegenüber 1990 wurde 2018 über 23 % weniger Heizenergie verbraucht. Im gleichen Zeitraum stieg der Stromverbrauch jedoch um 24 %. Unter Berücksichtigung des 100 %-Ökostrombezugs der Stadtverwaltung reduzieren sich die CO₂-Emissionen um dennoch 67 %.

Seit Beginn des Energiemanagements 1977 wurde in den städtischen Liegenschaften die Energie- und Wassereinsparung in Summe auf über 682 Mio. Euro gesteigert. Dies verdeutlicht den ökonomischen und ökologischen Nutzen der umgesetzten Maßnahmen und unseres Handelns. Wollen wir jedoch unsere langfristigen Ziele einer klimaneutralen Stadt erreichen sind weitere Anstrengungen notwendig.

Wir hoffen und wünschen, dass dieser Bericht die Leserinnen und Leser motiviert und anregt, sich an der Umsetzung der „Urbanisierung der Energiewende in Stuttgart“ zu beteiligen. Nur gemeinsam können wir unsere Ziele erreichen und eine lebenswerte Umwelt für zukünftige Generationen sichern.

Stuttgart, im Oktober 2020



Peter Pätzold
Bürgermeister
Referat Städtebau und Umwelt



Dr. Hans-Wolf Zirkwitz
Stadtdirektor
Amtsleiter, Amt für Umweltschutz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Energiekonzept Gesamtstadt	7
1.1 Energiebilanz	7
1.2 Beteiligung zu Energiekonzept und Masterplan 100 % Klimaschutz	11
1.3 Energieleitplanung	14
1.4 Förderprogramme	16
1.5 Aktion Gebäudesanierung	17
2 Energie- und Wasserbilanz der städtischen Anlagen	19
2.1 Entwicklung des Energie- und Wasserverbrauchs	19
2.2 Entwicklung des Energie- und Wasserbezugs sowie deren Kosten	22
2.3 Verbrauchsentwicklung der städtischen Ämter und Eigenbetriebe	25
2.4 Kostenentwicklung der Ämter und Eigenbetriebe	27
2.5 Emissionen	27
2.6 Investitionen	31
2.7 Heizenergieeinsparung	33
2.8 Stromeinsparung	36
2.9 Wassereinsparung	39
2.10 Kosteneinsparung	41
3 Tätigkeiten der Energieabteilung	45
3.1 Energiedienst Heizung	45
3.2 Energiedienst Strom	53
3.3 Energiedienst Wasser	62
3.4 Tarifwesen und Energiebeschaffung	63
3.5 Energiepreisvergleiche	64
3.6 Straßenbeleuchtung	71
3.7 Lukratives Energiesparen in Stuttgarter Schulen (LESS)	73
3.8 Fachkongress der kommunalen Energiebeauftragten	75
3.9 Forschungsprojekte	78
3.10 Fördermittel	85
4 Statistik zu Verbrauch und Kosten städtischer Liegenschaften	89
4.1 Gesamtentwicklung	89
4.2 Entwicklung der Energieträger- und Wasserpreise	93
4.3 Gebäude- und Bedarfsstellen	98
5 Glossar	101
Schriftenreihe	105

Zusammenfassung

Der vorgestellte Bericht fasst die im vergangenen Jahr erzielten Entwicklungen im Energiebereich der Landeshauptstadt Stuttgart zusammen und beschreibt die Energie- und Wassereinsparungen der letzten Jahre. Zur Erreichung der gesamtstädtischen Energieziele wurde 2016 das Energiekonzept „Urbanisierung der Energiewende“ vom Gemeinderat zur Umsetzung beschlossen. Dieser sieht die Umgestaltung der heutigen Energienutzung in drei Schritten vor: Energieverbrauchsreduktion, Steigerung der Energieeffizienz und Bau von weiteren Anlagen auf Basis von erneuerbaren Energien.

2018 wurde der Weg zu einer klimaneutralen Stadt weiter konkretisiert. Dazu wurde mit Hilfe der Unterstützung durch eine Förderung des Bundesumweltministeriums im Rahmen des Programms „Masterplan 100 % Klimaschutz“ das entwickelte Konzept verfeinert und konkretisiert. Im Rahmen der Beteiligung wurden über 100 Akteure aus den relevanten Sektoren eingebunden. Mit ihnen wurde im Rahmen von mehreren Arbeitsgruppen, die in mehrfachen Sitzungen im Jahr 2018 die einzelnen Maßnahmen diskutiert und reflektiert haben, die Ansätze des Konzepts weiterentwickelt und konkretisiert. Damit ist Ende 2018 ein erster Entwurf für einen CO₂-Absenkpfad zur Erreichung der Pariser Klimaschutzziele für Stuttgart entstanden.

Dabei spielen die städtischen Liegenschaften eine wichtige Rolle, da die Stadt eine Vorbildfunktion innehat. Die langfristigen Einsparergebnisse bei den bei Heizenergie, Strom und Wasser zeugen von den Erfolgen, den Bedarf an Energie und Wasser zu verringern und damit negative Auswirkungen auf die Umwelt zu vermindern. 2018 verringerte sich der Gesamtstrombezug um 4,6 %. Der absolute Heizenergiebezug reduzierte sich gegenüber dem Vorjahr um 6,7 %. Witterungsbereinigt reduzierte er sich ebenfalls. Die jährliche Energiekosteneinsparung der Heiz-, Strom- und Wasserkosten, zusätzlich der tariflichen Einsparungen und Vergütungen beträgt gegenüber 1976 42,2 Mio. Euro/a. Über die vergangenen 42 Jahre lag das durchschnittliche Verhältnis der Energiekosteneinsparung zu den Kostenaufwendungen (Investition-, Personal-, EDV-, Ingenieurkosten) bei 5,5. Dieses Ergebnis führt zu einer städtischen Nettoeinsparung von jährlich 36,3 Mio. Euro im Jahr 2018.

Aufgrund der umgesetzten Maßnahmen zur CO₂-Einsparung wurden die CO₂-Emissionen 2018 um 67 % gegenüber dem Basisjahr 1990 reduziert. Dies entspricht seit Entwicklung des Energiemanagements im Jahr 1977 einer rechnerischen CO₂-Reduktion von 143.577 tCO₂. Der Stromanteil an der CO₂-Einsparung beträgt 110.231 tCO₂ und der Wärmeanteil 33.346 tCO₂. Die Beschaffung und Versorgung mit 100 % Ökostrom hat hierbei einen wesentlichen Anteil.

In 2018 wurden weitere Anlagen auf Basis von erneuerbaren Energien errichtet, sodass deren Anteil im Wärmebereich 13,5 % beträgt. Der erneuerbaren Energien im Strombereich blieb dem Vorjahr bei 7,8 % konstant. Insgesamt wurden 2018 innerhalb der Stadtverwaltung 112 Anlagen betrieben, die eine thermische Energie von 38.864 MWh/a und eine elektrische Energie von 16.289 MWh/a erzeugten. Um das angestrebte Ziel von 20 % zu erreichen, ist der Bau weiterer Anlagen auf Basis von erneuerbaren Energien dringend erforderlich.

Um die Verbrauchsreduktion und die Versorgung auf Basis von erneuerbaren Energien zu steigern, wird das stadtinterne Contracting auch 2018 eingesetzt. Damit ist es nun unter anderem möglich, die Schulsanierungen mit zusätzlichen energetischen Maßnahmen zu ergänzen. Parallel wurde damit begonnen, die ge-

planten Sanierungen im Bereich der Schulen und die im Zusammenhang mit der Erstellung der Energieausweise für jedes Gebäude entwickelten Sanierungsvorschläge abzugleichen. Daraus entwickelt sich die Liste der noch offenen energetischen Maßnahmen für den Schulbereich.

Für die kommenden Jahre gilt es, diese angedachten Maßnahmen im Bereich der Gebäudesanierung umzusetzen. Die Sanierung der Schulen, aber auch der anderen Gebäude, steht weiterhin im Vordergrund, um den Wärme- und Stromverbrauch und die damit verbundenen Energiekosten kontinuierlich zu reduzieren. Weiterhin ist geplant das Betriebscontrolling der Verbrauchswerte in den städtischen Liegenschaften über das Energiemanagement weiter auszubauen.

Der folgende Energiebericht ist in sechs Kapitel unterteilt. Kapitel 1 enthält einen Überblick über das Energiekonzept und die Energiebilanz der gesamten Stadt. In Kapitel 2 werden die Energie- und Wasserbilanzen der städtischen Liegenschaften mit den damit verbundenen Kosten und Emissionen erläutert. Kapitel 3 beschreibt anhand ausgewählter Beispiele die Erfahrungen der Abteilung Energiewirtschaft. Eine statistische Zusammenstellung zur Verbrauchs- und Kostenentwicklung findet sich in Kapitel 4 wieder. Kapitel 5 enthält eine Übersicht über die Veröffentlichungen und Vorträge der Abteilung Energiewirtschaft in 2017 und in Kapitel 6 ist ein Glossar beigelegt. Im Anhang befindet sich eine chronologische Auflistung der vom Amt für Umweltschutz veröffentlichter Schriftenreihen.

Hinsichtlich der Witterungs- bzw. Gradtagszahlbereinigung werden aus den vom Wetteramt bereitgestellten Tagesmitteltemperaturen die Gradtagszahlen errechnet. Der tatsächliche Heizenergieverbrauch eines Jahres wird mit der Gradtagszahl desselben Jahres auf ein Normjahr umgerechnet und ist damit unabhängig von der Witterung. Dieser Normverbrauch wird durch die Bezugsfläche dividiert und ergibt einen Kennwert für den flächenspezifischen Verbrauch. Auf Basis dieser ermittelten Kennwerte (Strom, Wärme, Wasser) wird die zeitliche Entwicklung des Energieverbrauchs einer Liegenschaft bewertet und Gebäuden gleicher Nutzung gegenübergestellt.

Um die Veränderungen der Energieverbräuche durch das Energiemanagement darzustellen, wird als Bezugsjahr für das Energiemanagement das Jahr gewählt, das dem Beginn des Energiemanagements in der jeweiligen Energieart vorausging. Das Bezugsjahr ist bei Heizenergie das Jahr 1977, bei Strom das Jahr 1982 und bei Wasser das Jahr 1991. Wurde ein Gebäude später errichtet, ist das erste Betriebsjahr das Bezugsjahr. Gemäß den Richtlinien der VDI 3807, Teil 1 bleiben für Vergleichsrechnungen die Bezugsjahre jeweils konstant. Bei der Betrachtung von Emissionen ist als Bezugsjahr das Jahr 1973 definiert. Dieses Bezugsjahr wurde zu Beginn des städtischen Energiemanagements für die Bewertung der Emissionen festgelegt und seitdem beibehalten. Da bei bundesweiten bzw. internationalen Berechnungen häufig das Bezugsjahr 1990 gewählt wird, ist, um die Vergleichbarkeit mit der Entwicklung der städtischen Liegenschaften und bei der Bilanzierung im Energiekonzept der Gesamtstadt zu erhalten, zusätzlich das Bezugsjahr 1990 ausgewiesen.

1 Energiekonzept Gesamtstadt

Das Energiekonzept „Urbanisierung der Energiewende in Stuttgart“ (GRDRs 1056/2015) wurde am 28. Januar 2016 vom Gemeinderat beschlossen. Mit der Verabschiedung des Energiekonzepts und der damit einhergehenden Bereitstellung von Haushalts- und Personalmitteln wurde mit der Umsetzung von Maßnahmen des Energiekonzepts begonnen. Mit den Sachstandsberichten (GRDRs 295/2016, 485/2017) wurde über die Entwicklung berichtet.

Ziel des Energiekonzepts ist die Umsetzung der Energiewende in Stuttgart. Es wurde ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der fortgeschrieben wird, um die anvisierten Ziele der Stadt zu erreichen. Bis zum Jahr 2020 soll der Primärenergieverbrauch um 20 % gegenüber 1990 reduziert und der Anteil der erneuerbaren Energien auf 20 % erhöht werden. Die Umsetzung des Energiekonzepts soll gemeinsam mit allen Einwohnerinnen und Einwohnern sowie allen relevanten Akteuren aus Industrie, Handwerk, Wohnungsbau und Forschung erfolgen. Die Federführung für das Energiekonzept liegt in der Abteilung Energiewirtschaft im Amt für Umweltschutz.

1.1 Energiebilanz

Die Energiebilanz wurde bis 2012 im Zwei-Jahres-Rhythmus erstellt und wird zur detaillierteren Analyse ab 2013 jährlich erarbeitet. Sie basiert auf Energiedaten der Netz- und Kraftwerksbetreiber, statistischen Größen sowie Berechnungsansätzen. Im Ausgangsjahr 1990 betrug der Primärenergieverbrauch in Stuttgart rund 22.400 GWh/a. Dieser Wert dient als Referenz zur Berechnung der angestrebten Verbrauchsreduktion um 20 % bis zum Jahr 2020.

Für das Jahr 2018 ergibt sich ein witterungsbereinigter Primärenergieeinsatz im Stadtgebiet von 16.212 GWh/a. Damit ist der Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2017 um 0,2 % gesunken. Die größte Einsparung wurde mit 3,3 % bei den städtischen Liegenschaften erreicht. Der Primärenergieverbrauch im Sektor Industrie wurde um 1,3 % und bei Gewerbe, Handel, Dienstleistungen um 0,1 % reduziert. Dagegen stiegen die Verbräuche der Haushalte um 0,5 % und beim Verkehr um 0,1 %.

Gegenüber 1990 wurden 2018 in Stuttgart 6.221 GWh/a weniger Primärenergie verbraucht (witterungsbereinigt). Dies entspricht einer Reduktion um 28 % (Bild 1). Damit wurde der Primärenergieverbrauch in den letzten Jahren deutlich reduziert und eines der beiden Ziele für 2020 (Senkung des Primärenergieverbrauchs um 20 % gegenüber 1990) bereits erreicht.

1

2

3

4

5

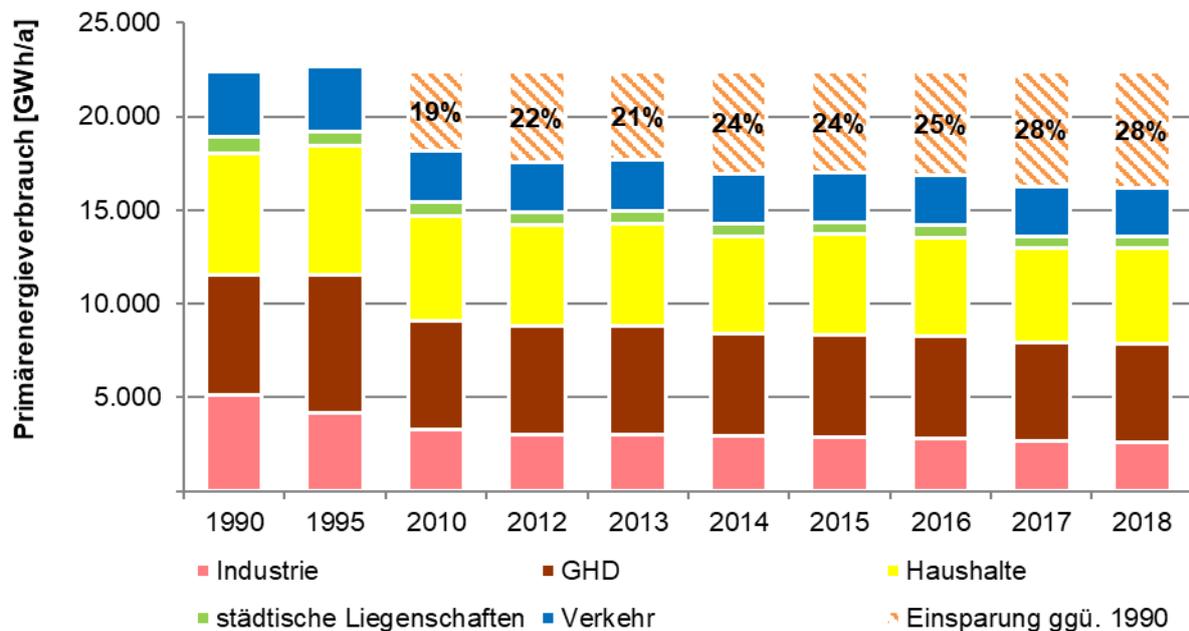


Bild 1 Entwicklung des witterungsbereinigten Primärenergieverbrauchs in Stuttgart bis 2018

Rund die Hälfte der Energie wird in den Sektoren Industrie und GHD verbraucht, gefolgt von den Stuttgarter Haushalten. Auf die städtischen Liegenschaften entfällt ein Anteil von 4 % am Gesamtenergieverbrauch im Stadtgebiet (Bild 2).

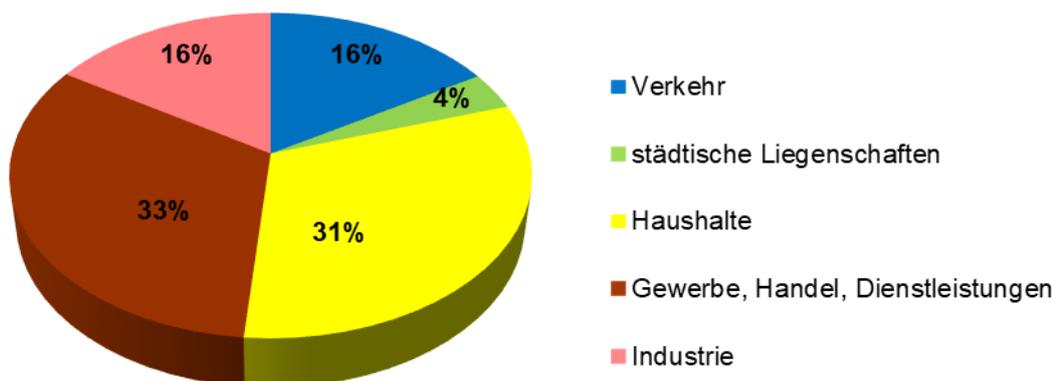


Bild 2 Primärenergieverbrauch 2018 nach Handlungsfeldern

Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Stuttgart beträgt 18,5 % und setzt sich aus den folgenden Bereichen zusammen:

- Strom- und Wärmeerzeugung innerhalb der Gemarkung Stuttgarts
- Anteil erneuerbarer Energien an der Fernwärmeerzeugung
- Ökostrombezug von städtischen Liegenschaften
- Ökostrombezug anderer öffentlicher Einrichtungen sowie Vertrieb der Stadtwerke

- Beteiligung der Stadt über die Stadtwerke an regenerativen Erzeugungskapazitäten außerhalb der Gemarkung Stuttgart
- Anteil erneuerbarer Energien am sonstigen Strombezug auf Basis des Strommix Deutschlands
- Anteil erneuerbarer Energien an den Kraftstoffen

Auf der Gemarkung Stuttgart wurden 2018 rund 208 GWh/a Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien erzeugt. Dies entspricht 2 % des Gesamtenergieverbrauchs. Davon entfallen 81 GWh/a auf die regenerative Stromerzeugung aus Wasserkraftwerken, Photovoltaikanlagen, Klärgas-/Biogas-Blockheizkraftwerken und Windkraft. Die restlichen 126 GWh/a werden als Wärme, durch Nutzung von Biomasse, Klär- und Biogas sowie Geo- und Solarthermie bereitgestellt. Die Entwicklung der auf der Gemarkung Stuttgart erzeugten erneuerbaren Energie ist in Bild 3 dargestellt.

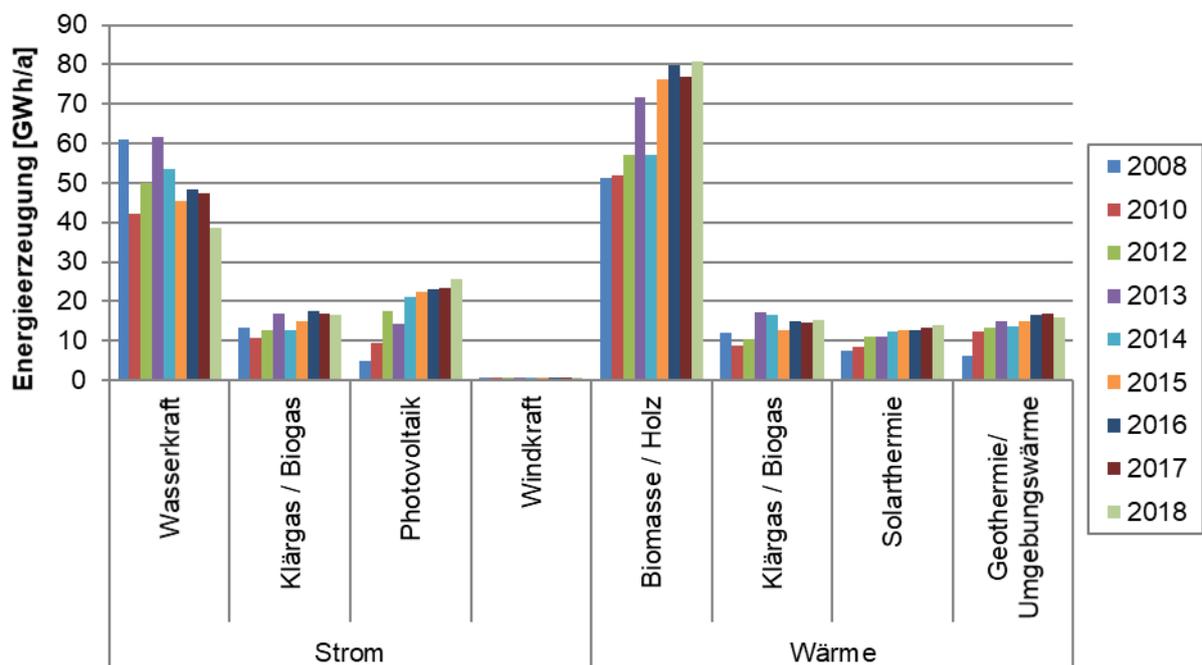


Bild 3 Entwicklung der erneuerbaren Energien bis 2018

Im Strombereich produzieren Wasserkraftanlagen mehr als die Hälfte der lokalen erneuerbaren Energie. Der verbleibende Anteil setzt sich im Wesentlichen aus Klärgas- / Biogas-Blockheizkraftwerken und Photovoltaikanlagen (PV) zusammen. Gegenüber dem Vorjahr hat die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien abgenommen (- 8 %).

Zwei Drittel der lokal erzeugten regenerativen Wärme wird durch die Verbrennung von Biomasse und Holz bereitgestellt. Die restliche Wärmemenge resultiert zu etwa gleichen Teilen aus dem Einsatz von Klär- und Biogas in Blockheizkraftwerken, der Nutzung von Solarthermie sowie der Nutzung Geothermie und Umgebungswärme mit Wärmepumpen.

Der Anteil der erneuerbaren Energien in der Fernwärme betrug 16,3 %. Dieser resultiert vor allem aus dem biogenen Anteil des Restmülls. Bei einem jährlichen Gesamtfernwärmeverbrauch von 1.157 GWh/a entspricht dies einer regenerativen Energiemenge von 189 GWh/a.

Innerhalb der Stadtverwaltung wurde die Zahl der Anlagen mit erneuerbaren Energien im Bilanzjahr 2018 auf 113 erhöht. Darin sind jetzt 58 Photovoltaikanlagen, 21 Anlagen für Solarthermie, 19 Anlagen für holzartige Brennstoffe, 5 Biogasanlagen und 10 Anlagen mit Umweltwärme enthalten. Zusammen werden 16,3 GWh/a Strom (8,1 % des Stromverbrauchs) sowie 27,3 GWh/a Wärme (9,4 % des Heizenergieverbrauchs) aus lokalen erneuerbaren Energien erzeugt. Die PV-Erzeugung konnte im Vergleich zum Vorjahr um 16 % gesteigert werden. Neben witterungsbedingten Einflüssen ist dies insbesondere auf den Zubau von insgesamt 290 kWp PV-Leistung in den Jahren 2017 und 2018 zurückzuführen. Zusätzlich zu den stadteigenen Anlagen sind im Bilanzjahr auf 37 Dächern von städtischen Gebäuden Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 3.383 kWp installiert, die von privaten Bauherren oder den Stadtwerken betrieben werden.

Einen weiteren Beitrag leisten die Stadtwerke Stuttgart mit der Beteiligung an regenerativen Erzeugungskapazitäten außerhalb des Stadtgebiets. Der erste Windpark mit Beteiligung der Stadtwerke ging Ende 2013 ans Netz. Im Bilanzjahr 2018 produzierten die sechs Windparks in Alpirsbach, Bad Hersfeld, Everswinkel, Dinkelsbühl, Lieskau und Schwanfeld insgesamt 145 GWh regenerativen Strom, die in die Bilanzierung der erneuerbaren Energien einfließen.

Rund 203 GWh/a erneuerbare Energie resultieren aus dem vollständigen Ökostrombezug der städtischen Liegenschaften. In Summe werden weitere 258 GWh/a Ökostrom von anderen öffentlichen Einrichtungen verbraucht oder durch die Stadtwerke vertrieben. Der sonstige Strombezug wird mit dem Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch des Strommix Deutschland bewertet. Um eine Doppelzählung des Energieverbrauchs aus erneuerbaren Energien zu vermeiden, werden die bereits separat bilanzierten Energiemengen der Stromerzeugung im Stadtgebiet, des Ökostrombezugs und der Beteiligungen der Stadtwerke aus den Strommengen herausgerechnet, da diese mit dem Anteil der erneuerbaren Energie aus dem Strommix Deutschland bewertet sind. Aus dem sonstigen Strombezug resultiert für Stuttgart ein Stromverbrauch aus erneuerbaren Energien von 1180 GWh/a (dies entspricht 9,5 % des gesamten Endenergieverbrauchs und 51,5 % der erneuerbaren Energien in Stuttgart).

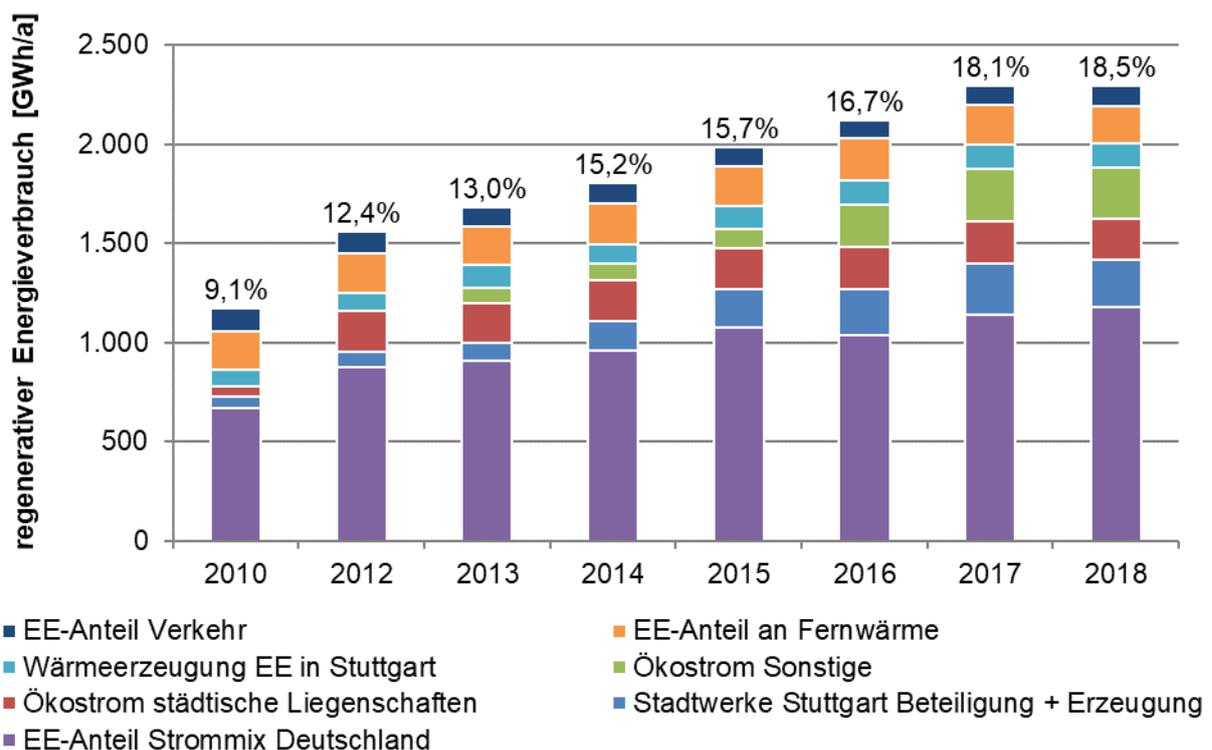
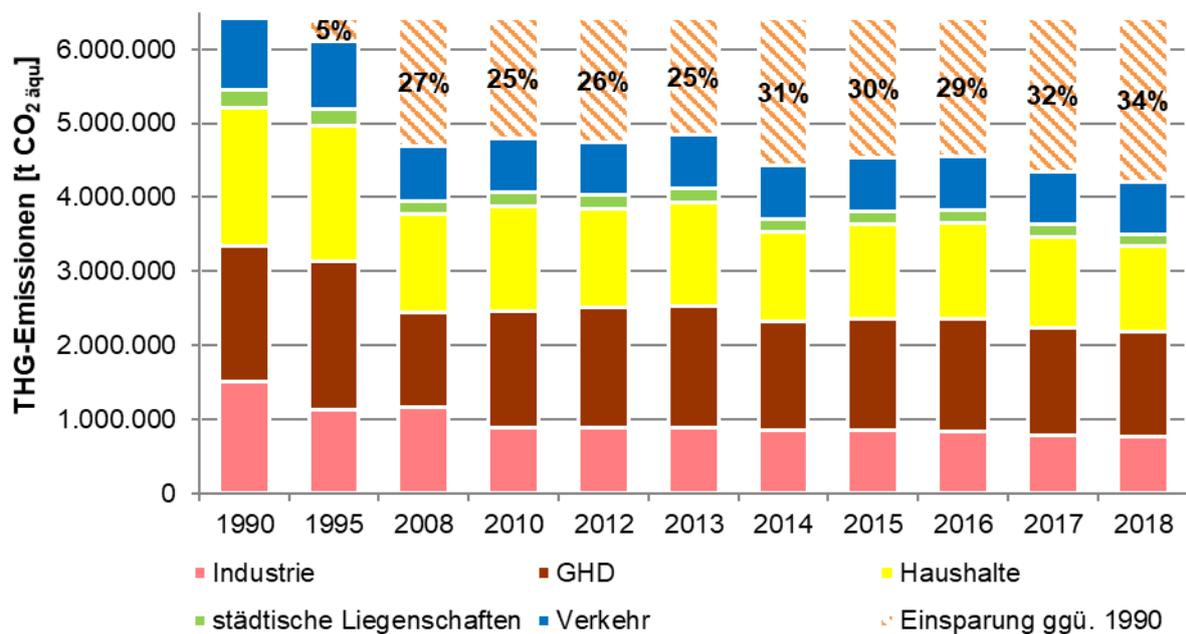


Bild 4 Regenerativer Endenergieverbrauch und Anteil erneuerbarer Energien an diesem in 2018

Durch den regenerativen Anteil in den Kraftstoffen von 4,6 % werden im Bereich Verkehr in Stuttgart weitere 99 GWh/a erneuerbare Energien genutzt.

Insgesamt betrug die im Jahr 2018 genutzte Energiemenge aus erneuerbaren Energien in Stuttgart 2.293 GWh/a und damit 1 GWh weniger als im Vorjahr. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr um 0,4 Prozentpunkte auf 18,5 % (Bild 4).

Die Zunahme der Nutzung erneuerbarer Energien und die Reduktion der Primärenergie führen zu einer Abnahme der Treibhausgasemissionen gegenüber 2017 um 3 % (ohne Witterungsberreinigung). Im Jahr 2018 lagen die Emissionen 34 % niedriger als im Bezugsjahr 1990 (Bild 5).

**Bild 5** Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Stuttgart bis 2018, nicht witterungsberreingt

1.2 Beteiligung zu Energiekonzept und Masterplan 100 % Klimaschutz

Um das Ziel der klimaneutralen Landeshauptstadt zu verwirklichen hat das Amt für Umweltschutz gemeinsam mit dem Akteursnetzwerk Strategien und Maßnahmen entwickelt, die in 2018 konkretisiert wurden. In insgesamt zwei Sitzungen des Fachbeirats und jeweils zwei Sitzungen der fünf Arbeitsgruppen zu den Handlungsfeldern des Energiekonzepts haben sich mehr als 100 Expertinnen und Experten aus Unternehmen, Verbänden, Bürgergruppierungen, Behörden und weiteren Organisationen eingebracht. Die Namen der Arbeitsgruppen lauten „Städtische Ämter und Eigenbetriebe“, „Energieversorgung“, „Gebäude und Wohnen“, „Stuttgarter Unternehmen“ und „Mobilität“. Diese Handlungsfelder sind die wesentlichen Bausteine für die urbane Energiewende.

In den Arbeitsgruppen wurden konkrete Maßnahmenideen diskutiert und die jeweiligen Koordinatoren für die Umsetzung ermittelt. Weiter wurde eine zeitliche Priorisierung vorgenommen. Dies lieferte die Grund-

lage dafür, aus den Maßnahmen mit der höchsten Priorisierung ein Arbeitsprogramm zu erstellen. Im Bereich der „Städtischen Liegenschaften“ sollen zukünftig Gebäude im Plusenergie-Niveau als Standard gebaut werden. Angeregt wurde auch, dass zukünftig bei Gemeinderatsvorlagen die Klimaschutzrelevanz obligatorisch berücksichtigt werden muss. Diese Maßnahme wurde vom Akteursnetzwerk sehr hoch priorisiert. Im Bereich „Gebäude und Wohnen“ sollen die bestehenden städtischen Förderprogramme unter besonderer Berücksichtigung sozialer Aspekte und gemeinsam mit dem Handwerk weiterentwickelt werden. Im Bereich der Wirtschaft soll die Förderung einer klimaneutralen Produktion und das gemeinsame Networking noch stärker vorangetrieben werden. Viele Akteure machen sich hierbei ebenfalls auf den Weg Richtung Klimaneutralität: Während der Sitzung der Arbeitsgruppe Stuttgarter Unternehmen hatte z. B. die Daimler AG ihre Planungen zum Klimaschutz vorgestellt. Ab 2022 werden laut Daimler die Mercedes-Benz Werke in Deutschland CO₂-neutral produzieren. Neue Fabriken in Europa werden dabei schon heute von Anfang an mit einer CO₂-neutralen Energieversorgung geplant.



Bild 6 Arbeitsphase in der Arbeitsgruppe „Städtische Ämter und Eigenbetriebe“

In den Sitzungen des Fachbeirats wurden strategische Entscheidungen für die Umsetzung der Energiewende in Stuttgart getroffen. In der Sitzung im Frühjahr 2018 wurde beispielsweise das Vorgehen des Amtes für Umweltschutz im Bereich der Wärmewende vorgestellt. Auf Basis spezifischer Rahmenbedingungen werden im Stadtgebiet unterschiedliche Fokusgebiete definiert und Instrumente zur Umsetzung der Wärmewende vor Ort angewendet. In der Sitzung kurz vor Jahresende wurde gemeinsam über den Absenkpfad der Treibhausgasemissionen abgestimmt. Dieser Pfad garantiert, dass der CO₂-Ausstoß der Landeshauptstadt Stuttgart bis 2050 dem 1,5 Gradziel von Paris entspricht.



Bild 7 Der Fachbeirat diskutiert über die Wärmewende in Stuttgart



Bild 8 Arbeitsgruppe „Stuttgarter Unternehmen“ zu Gast in der Energieerlebnisswelt bei Bosch

1

2

3

4

5

1.3 Energieleitplanung

Ein wichtiger Baustein zur Umsetzung des Stuttgarter Energiekonzepts ist die Energieleitplanung, bei der das strategische Vorgehen zur Identifikation von energetischen Entwicklungspotenzialen im Vordergrund steht. Damit werden energetische Quartierskonzepte entwickelt, mit dem Ziel den Energiebedarf zu senken und eine nachhaltige Energieversorgung für die Gesamtstadt sicherzustellen. Durch die ganzheitliche Betrachtung werden vorhandene Energieerzeugungspotenziale und bestehende Energiesenken vernetzt werden und dadurch ineffiziente Parallelentwicklungen vermieden.

Unter Zuhilfenahme des im Jahr 2016 entwickelten, GIS-basierten Energiekatasters wurden 46 Fokusgebiete identifiziert, die sich fünf Handlungsstrategien zuordnen lassen (Bild 9).

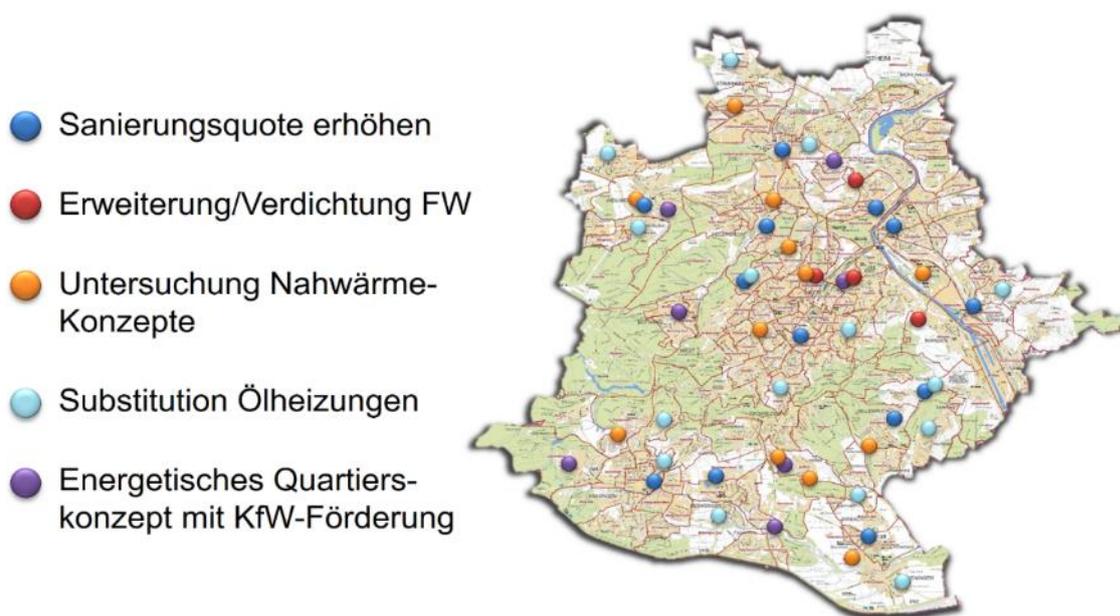


Bild 9 Fokusgebiete der Energieleitplanung

Das optimale Vorgehen, um in diesen Fokusgebieten einen Wandel herbeizuführen muss anhand der jeweiligen Randbedingungen entwickelt werden. In Bestandsgebieten, die eine sehr homogene Struktur bezüglich Baualter und vorhandener Energieversorgung aufweisen, entwickelt die Energieabteilung Handlungskonzepte, die kurzfristig umgesetzt werden können. Dabei liegt der Fokus auf Öffentlichkeitsarbeit und Beratungsangeboten. In Gebieten mit einem hohen spezifischen Heizwärmebedarf werden die Bürgerinnen und Bürger bspw. bei der Sanierung ihrer Gebäude durch die „Aktion Gebäudesanierung“ unterstützt um eine Steigerung der Sanierungsquote zu erreichen. Diese wird auch gezielt in Gebieten mit einem großen Anteil an Ölheizungen durchgeführt. Hierbei wird mit den Bürgerinnen und Bürgern auch die Realisierung von Nahwärmekonzepten diskutiert.

Für Bestandsquartiere mit einer Vielzahl energetischer Potenziale (z. B. Möglichkeit zur Realisierung eines Nahwärmenetzes, Nutzung von Abwasserwärme, Sanierungsbedarf, Vernetzung von Gewerbe- und Wohngebiet) bietet sich die Erstellung eines ganzheitlichen energetischen Quartierskonzepts an. Kommunen werden bei der Entwicklung und Umsetzung solcher Konzepte von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) finanziell unterstützt. Nach einer erfolgreichen Antragstellung im Jahr 2017 folgte in 2018 die Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts für das Gebiet Degerloch Hoffeld / Tränke. Alle Wohngebäude des

Quartiers wurden hinsichtlich des vorhandenen baulich-energetischen Standards erfasst. Hierbei wurden bereits durchgeführte energetische Modernisierungsmaßnahmen aufgenommen. Insgesamt ist festzuhalten, dass das Wohnquartier in Hoffeld einen höheren Sanierungsstand im Vergleich zum Bundesdurchschnitt aufweist. Im nächsten Schritt wurde untersucht, inwieweit die Möglichkeit besteht eine zentrale Wärmeversorgung, ausgehend vom Schulzentrums Degerloch, im nördlich gelegenen Wohngebiet aufzubauen.

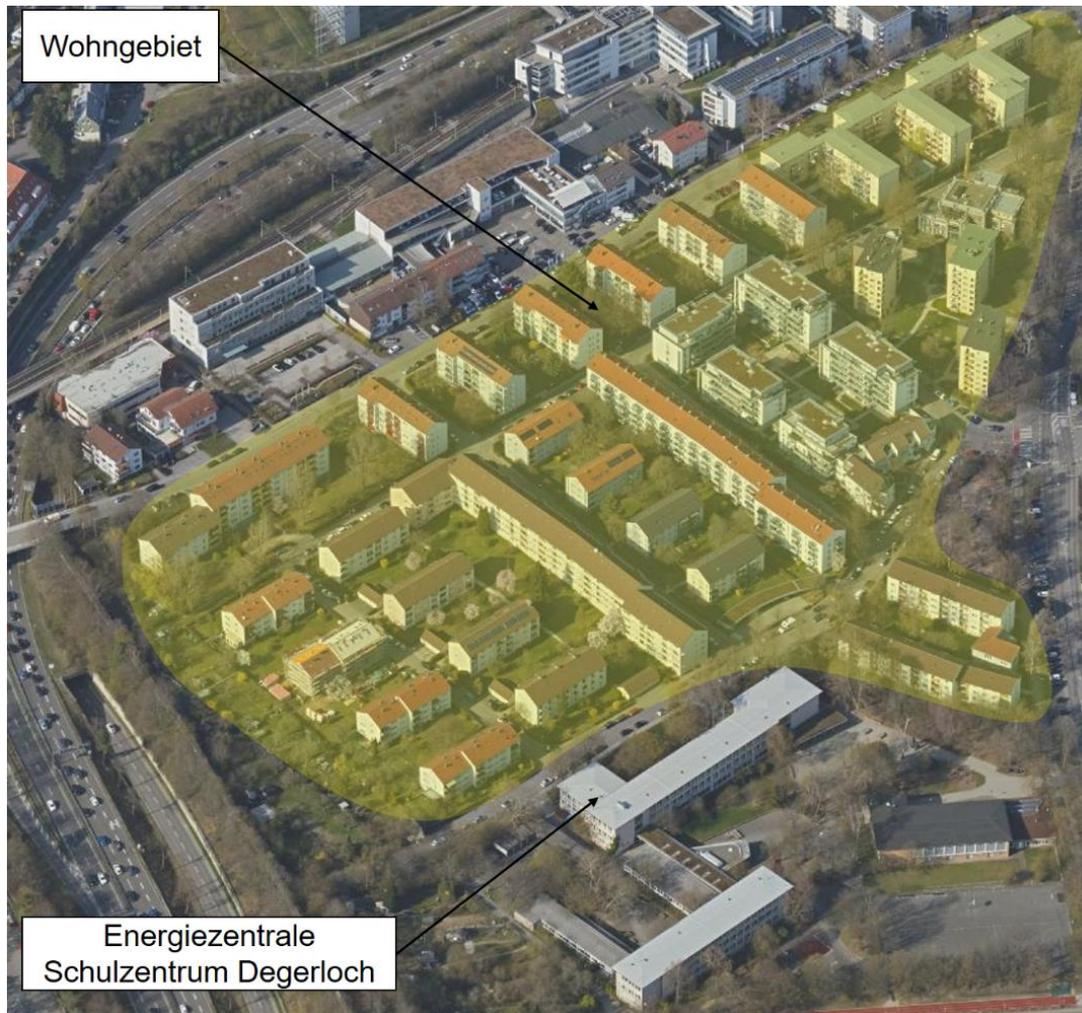


Bild 10 Mögliches Versorgungsgebiet nördlich des Schulzentrums Degerloch

Des Weiteren wurde im Jahr 2018 der Projektantrag zur Förderung eines energetischen Quartierskonzepts für das Gebiet Weilimdorf Süd von der KfW bewilligt. Das Gebiet Weilimdorf Süd liegt im gleichnamigen Stuttgarter Stadtbezirk Weilimdorf, in dem sich seit März 2017 die „Energieoffensive Weilimdorf“ für die lokale Energiewende engagiert. Die Mitglieder der Energieoffensive waren an der erfolgreichen Einreichung des Förderantrags beteiligt und haben ihre Kenntnisse über die lokalen Spezifika des Stadtbezirks eingebracht. Eine Herausforderung im Untersuchungsgebiet die heterogene Baustruktur für die im Quartierskonzept eine Lösung gefunden werden muss.

1.4 Förderprogramme

Energiesparprogramm (ESP)

Mit dem kommunalen Energiesparprogramm (ESP) fördert die Landeshauptstadt Stuttgart seit 1998 ohne Unterbrechungen Energie einsparende Maßnahmen in privaten Bestandsgebäuden. Bis zum 31.12.2018 wurden mit städtischen Investitionszuschüssen von rund 35 Mio. Euro über 20.000 Wohnungen gefördert. Insgesamt gibt es drei Rahmenmöglichkeiten der Förderung:

1. Komplettsanierung
2. Einzelmaßnahmen
3. Kombination von Einzelmaßnahmen

Im Rahmen einer Komplettsanierung werden aufeinander abgestimmte Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung gefördert. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass die Wärmeerzeugung und die Wärmeübergabe an die durch die Dämmung des Gebäudes reduzierte Heizleistung angepasst wird. In der Folge wird eine höhere Gesamteffizienz des Gebäudes erreicht. Hemmnisse für eine Komplettsanierung sind oftmals die hohen Investitionskosten. Aus diesem Grund wird auch die schrittweise Sanierung gefördert: die Dämmung des Dachs bzw. der Fassade oder der Austausch der Fenster. Weiterhin gibt es Zuschüsse für eine Heizungserneuerung, die erstmalige Einbindung von erneuerbarer Energien sowie den Einsatz einer KWK-Anlage, eines Energiemanagementsystems oder einer Einzelraumregelung. Da eine gleichzeitige Fenstersanierung und Fassadendämmung sowohl bauphysikalische als auch wirtschaftliche Vorteile beinhaltet, kann hierfür eine Kombination von Einzelmaßnahmen beantragt werden. Gleiches gilt für die Kumulierung von Einzelmaßnahmen der technischen Gebäudeausrüstung.



Bild 11 Sanierung im Rahmen des ESP (Quelle: MADER ARCHITEKTEN)

Insgesamt wurden 2018 im ESP 438 Anträge gestellt und Fördermittel in Höhe von über 2,6 Mio. Euro bewilligt. Darunter rund 0,7 Mio. Euro für Komplettsanierungen und 1,9 Mio. Euro für Einzelmaßnahmen bzw. Kombinationen von Einzelmaßnahmen.

Ölaustauschprogramm (ÖAP)

Noch immer heizen rund 16 % der Stuttgarter Haushalte mit Öl. Um dem entgegenzuwirken wird seit Januar 2018 der Heizungsaustausch von Öl-Kesselanlagen oder Kohleöfen gefördert. Durch die Substitution von Öl und Kohle durch die emissionsfreundlicheren Energieträger Umwelt- und Fernwärme, Gas und Holz-

Pellets (außerhalb der Innenstadt und Bad Cannstatt) soll neben der Verringerung der Luftschadstoffe auch eine zusätzliche Reduzierung des CO₂-Ausstoßes erreicht werden.

Bereits im Startjahr 2018 wurden 154 Anträge gestellt und über 1,4 Mio. Euro Zuschüsse bewilligt. Durch die ausgelösten Investitionen in emissionsfreundliche Wärmeerzeugungsanlagen werden jährlich über 800 Tonnen CO₂-Emissionen eingespart.



Bild 12 Öl-Kessel aus dem Jahr 1958 (Quelle: EBZ)

1.5 Aktion Gebäudesanierung

Die Energiewende ist ein ambitioniertes Projekt, das nur gemeinsam mit allen Stuttgarterinnen und Stuttgartern gelingen kann. Den Bürgerinnen und Bürgern kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da rund ein Drittel der Energie in den Haushalten verbraucht wird. Bei der Reduktion des Energieverbrauchs spielt die fachgerechte, energetische Sanierung der Gebäude eine entscheidende Rolle. Die Aktion Gebäudesanierung setzt genau an diesem Punkt an. Die Bürgerinnen und Bürger haben in ausgewählten Gebieten die Gelegenheit, sich einen qualifizierten Energieberater zu einer kostenlosen, individuellen Beratung direkt ins Haus zu holen. Den Auftakt bildet jeweils eine Abendveranstaltung, an der das Amt für Umweltschutz gemeinsam mit dem Energieberatungszentrum Stuttgart über Sanierungsmöglichkeiten und die attraktiven Förderprogramme der Stadt informiert. Die Aktion fand in den Jahren 2016 und 2017 insgesamt in 3 Gebieten statt.

1

2

3

4

5

Aufgrund des Erfolgs wurde sie 2018 in 4 weiteren Stadtteilen durchgeführt (Höhenrand, Lenzhalde, Feuerbacher Tal und Rohracker).



Bild 13 Informationsabend zum Auftakt der Aktion Gebäudesanierung im Stadtteil Rohracker

An den veranstalteten Informationsabenden im Jahr 2018 wurden über 140 Bürgerinnen und Bürger für das Thema Energiesparen sensibilisiert. In den darauffolgenden Wochen haben mehr als 70 Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer eine kostenlose Energieberatung in Anspruch genommen. Die Erfahrung aus den vorangegangenen Aktionen zeigt, dass rund zwei Drittel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer die empfohlenen Maßnahmen im Anschluss annehmen. Dies entspricht einer Sanierung von etwa 4 % der Gebäude in den ausgewählten Gebieten. Die Aktion leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Sanierungsrate in Stuttgart und wird deshalb auch zukünftig in weiteren Stadtteilen fortgesetzt.

2 Energie- und Wasserbilanz der städtischen Anlagen

Dieses Kapitel beschreibt die Energie- und Wasserbilanz der städtischen Liegenschaften und deren Entwicklung bis 2018.

2.1 Entwicklung des Energie- und Wasserverbrauchs

In Tabelle 1 ist der Strom-, Heizenergie- und Wasserverbrauch der städtischen Liegenschaften dargestellt. Der Verbrauch setzt sich aus dem Bezug der Energie- und Wassermenge, die von dem Versorgungsunternehmen bereitgestellt werden und der erzeugten Energiemenge der eigenen Anlagen zusammen. Der Wasserverbrauch entspricht dem Wasserbezug. 2018 reduzierte sich der Heizenergieverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 4,3 %, der Stromverbrauch reduzierte sich um 4,4 % und der Wasserbezug erhöhte sich um 9,6 %. Bezugswerte sind absolute und nicht witterungsbereinigte Werte.

Energie- und Wasserverbrauch	2018	Veränderung zum Vorjahr
Strombezug	175.766 MWh/a	-5,6 %
Strom Eigenproduktion (aus Klärgas und Klärschlamm)	15.685 MWh/a	-3,2 %
Strom Eigenproduktion (restlich)	10.463 MWh/a	16,6 %
Photovoltaik (Eigenverbrauch)	605 MWh/a	19,2 %
Photovoltaik + BHKW (eingespeist ins öffentliche Netz)	979 MWh/a	-9,4 %
Strom gesamt	202.518 MWh/a	-4,4 %
Heizenergiebezug	261.611 MWh/a	-4,3 %
Wärme aus Klärgas	14.164 MWh/a	-12,8 %
Wärme aus Holz hackschnitzelanlagen	4.608 MWh/a	3,9 %
Wärme aus Pelletanlagen	2.862 MWh/a	-5,6 %
Umweltwärme aus Wärmepumpen	3.867 MWh/a	20,4 %
Thermische Solarenergie	1.758 MWh/a	23,1 %
Heizenergie gesamt	288.869 MWh/a	-4,3 %
Wasserbezug	2.171.381 m³/a	9,6 %

Tabelle 1 Energie- und Wasserverbrauch 2018

Der Anteil des erzeugten Stroms und der Heizenergie aus Klärgas, Klärschlamm, Solarenergie und Umweltwärme muss nicht von einem Versorgungsunternehmen eingekauft werden und verursacht daher keine Energiekosten. Separat ausgewiesen ist die Heizenergie aus Biomasseanlagen (Holz hackschnitzel- und Pelletanlagen). Nachrichtlich ist die Strommenge angegeben, die bei der Eigenproduktion von Photovoltaikanlagen und Blockheizkraftwerken (BHKWs) ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird.

In der Landeshauptstadt Stuttgart wurde das Energiemanagement der städtischen Liegenschaften in unterschiedlichen Jahren eingeführt. Bei der Heizenergie begann das Energiemanagement in 1977, bei Strom in 1982 und bei Wasser in 1991. Werden der Flächen- und Gebäudezuwachs berücksichtigt wurden 2017 bei der Heizenergie bezogen auf das Jahr 1977 311.530 MWh, bei Strom bezogen auf das Jahr 1982 57.856 MWh und bei Wasser bezogen auf das Jahr 1991 1.223.435 m³ Wasser eingespart (Tabelle 2). Die

Heizenergieeinsparung entspricht einem Heizöläquivalent von 30,7 Mio. Liter mit einem Heizenergieverbrauch von 20.467 Vier-Personen-Haushalten. Die Stromeinsparung entspricht dem Jahresstromverbrauch von 20.498 Vier-Personen-Haushalten und die Wassereinsparung dem Jahreswasserverbrauch von 5.169 Vier-Personen-Haushalten. Die Einsparergebnisse sind auf Betriebsoptimierungen, Sanierungen und Umrüstung auf energieeffiziente Anlagen zurückzuführen.

Energie- und Wasserkosteneinsparung	2018	1977 - 2018
Heizenergieeinsparung (entspricht 1 Heizöl)	307.006 MWh/a 30.700.558 l/a	9.049.622 MWh 904.962.239 l
Stromeinsparungen	71.743 MWh/a	1.096.906 MWh (seit 1982)
Anzahl von 4-Personenhaushalten, die damit versorgt werden könnten	20.498	313.402
Wassereinsparung	959.377 m³/a	24.831.913 m³ (seit 1991)
Ausgaben für Personal-, Datenver- arbeitungs- und Ingenieurkosten	1.249 T€/a	26.539 T€
Abschreibung und Verzinsung von Investitionen	4.713 T€/a	74.116 T€ (der letzten 20 Jahre)
Gesamtausgaben	5.962 T€/a	100.655 T€
Bruttokosteneinsparungen	42.243 T€/a	737.590 T€
Nettoeinsparungen	36.281 T€/a	681.771 T€

Tabelle 2 Energie- und Wassereinsparung 2018 seit Einführung des Energiemanagements

Die Zahl der Anlagen mit erneuerbaren Energien hat sich von 2017 auf 2018 innerhalb der Stadtverwaltung von 105 Anlagen auf 112 erhöht. 2018 hat die Stadt 58 Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen), 21 Anlagen für Solarthermie, 19 Anlagen für holzartige Brennstoffe, 5 Biogasanlagen und 9 Anlagen mit Umweltwärme betrieben. Der Deckungsanteil der regenerativen Energien beim Heizenergieverbrauch liegt bei 13,5 % und beim Stromverbrauch 7,8 % (Tabelle 3). Der regenerative Anteil der Fernwärme für die städtischen Anlagen beträgt 11.601 MWh/a und wurde 2016 zum ersten Mal ausgewiesen.

Zusätzlich zu den von der Stadt betriebenen 58 PV-Anlagen sind im Jahr 2018 auf 37 städtischen Dächern PV-Anlagen installiert, die von privaten Investoren oder durch die Stadtwerke Stuttgart errichtet und betrieben werden. Die Fläche dieser Anlagen beträgt insgesamt 27.282 m² und deren rechnerisch ermittelter jährlicher Ertrag liegt 2018 bei ca. 3.315 MWh/a.

Regenerative Energien	2018	Veränderung zum Vorjahr
Wärme aus Klärgas	14.164 MWh/a	-12,8 %
Wärme aus Holzhackschnitzelanlagen	4.608 MWh/a	3,9 %
Wärme aus Pelletanlagen	2.862 MWh/a	-5,6 %
Summe Holz	7.470 MWh/a	0,0 %
Umweltwärme aus Wärmepumpen	3.867 MWh/a	20,4 %
Thermische Solarenergie	1.758 MWh/a	23,1 %
Anteil reg. Energien aus der Fernwärme	11.605 MWh/a	-9,1 %
Summe thermisch regenerativ erzeugt	38.864 MWh/a	
Heizenergieanteil reg. Energien	13,5%	-0,1 % Punkte
Strom Eigenproduktion (aus Klärgas und Klärschlamm)	15.685 MWh/a	-3,2 %
Photovoltaik (Eigenverbrauch)	605 MWh/a	19,3 %
Photovoltaik (eingespeist ins öffentliche Netz)	550 MWh/a	12,7 %
Summe Strom regenerativ erzeugt (Eigenverbrauch)	16.289 MWh/a	-2,6 %
Stromanteil regenerative Energien (Eigenverbrauch)	7,8%	0,0 % Punkte

Tabelle 3 Regenerative Energien 2018

Um den Anteil der regenerativen Energien bis 2020 auf mindestens 20 % und bis 2030 auf 100 % zu erhöhen, ist ein verstärkter Ausbau erforderlich. Im Wärmebereich zählt dazu z. B. der Bau weiterer Holzhackschnitzel- und Pelletanlagen. Auch der regenerative Anteil bei der Fernwärme sollte erhöht werden. Im Strombereich ist durch die Reduzierung der Einspeisevergütung nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) es sinnvoll, den in den Photovoltaikanlagen erzeugte Strom möglichst im jeweiligen Gebäude selbst zu nutzen.

Die Stadt strebt als weiteres Klimaschutzziel an, den Primärenergieverbrauch der städtischen Gebäude bis 2020 gegenüber 1990 um 20 % zu reduzieren. Der Primärenergieverbrauch leitet sich mit Hilfe der Primärenergiefaktoren aus dem Endenergieverbrauch ab. Ausgangspunkt der Berechnung ist der an der Gebäudengrenze anfallende Verbrauch an Heizenergie und elektrischer Energie unter Berücksichtigung der für den Transport benötigten Hilfsenergien und der vorgelagerten Prozessketten bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung. Die eingesetzten Brennstoffe bzw. Energieträger werden mit unterschiedlichen Primärenergiefaktoren berücksichtigt. D.h., je geringer der Endenergieverbrauch und die vorgelagerten Verteilverluste sowie je effizienter die Erneuerung und Umwandlung, desto geringer der Primärenergieverbrauch.

Der Primärenergiebezug ist der Primärenergieverbrauch aller eingekaufter Energiearten, d. h. ohne z. B. Solarenergie. Die Entwicklung des Primärenergiebezugs ist in Bild 14 dargestellt. Als Vergleichsmaßstab für die städtische Entwicklung des Primärenergiebezugs wurde in Anlehnung an die Entwicklung der Emissionen das gleiche Referenzjahr 1973 gewählt. 2018 hat sich der witterungsbereinigte Primärenergieverbrauch gegenüber 1973 um 60,0 % und gegenüber 1990 - dem international vereinbarten Jahr zur Darstellung der Klimaschutzziele - um 64,4 % reduziert. Der witterungsbereinigte Heizprimärenergiebezug ging gegenüber 1973 um 35,7 % und gegenüber 1990 um 23,7 % zurück. Der Stromprimärenergiebezug reduzierte sich gegenüber 1973 um 99,1 % und gegenüber 1990 um 99,4 %. Der starke Rückgang beim Stromprimärenergiebezug ist auf den Bezug der städtischen Liegenschaften mit Ökostrom zurückzuführen. Gleichzeitig erhöhte sich der Strombezug seit 1990 um 24 %. Dieser Anstieg ist durch eine generell höhere technische Ausstattung an elektrischen Geräten, das erweiterte Nutzungsangebot (EDV, Mensen, Betreuungsangebote, Abendschulen, usw.), sowie einen Flächenzuwachs von 17,1 % seit 1990 begründet.

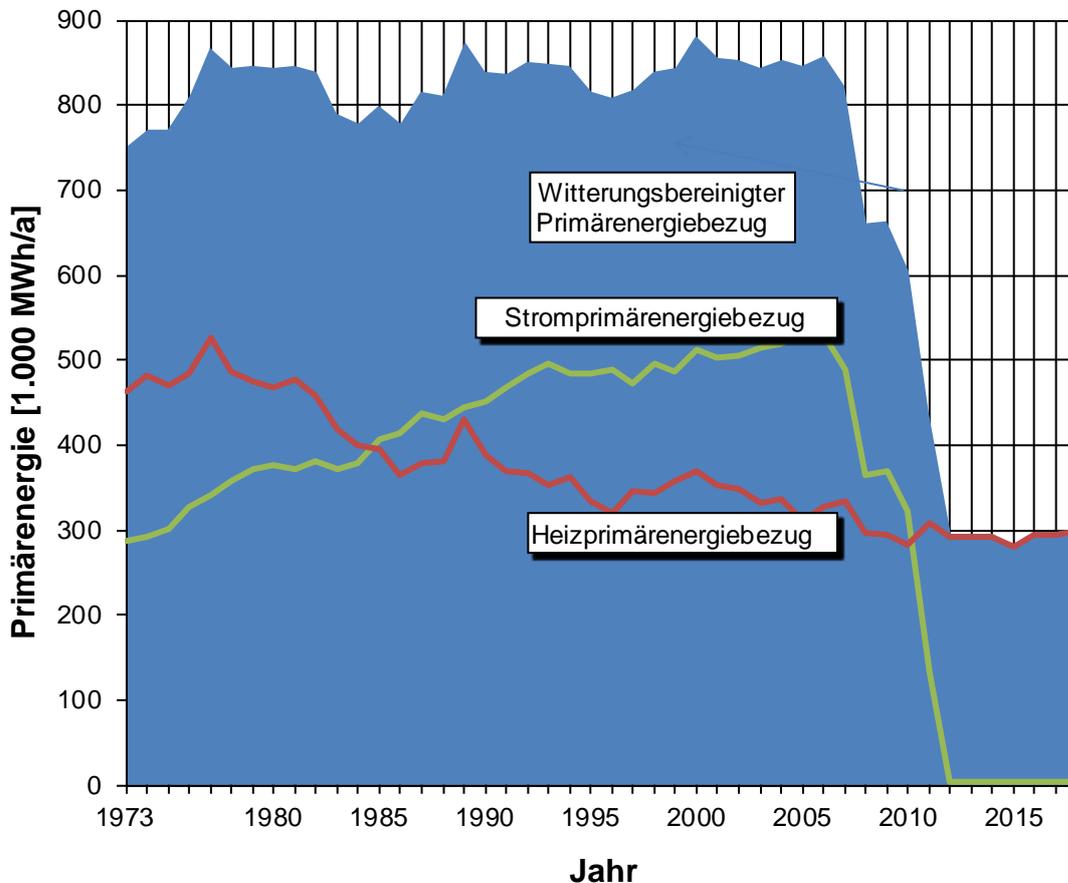


Bild 14 Entwicklung des Primärenergiebezugs von 1973 bis 2018

2.2 Entwicklung des Energie- und Wasserbezugs sowie deren Kosten

Der Energie- und Wasserbezug der städtischen Liegenschaften, die jährlichen Bezugskosten und die durchschnittlichen Preise in 2018 sind in Tabelle 4 dargestellt. Der Energiebezug fällt gegenüber dem Energieverbrauch etwas geringer aus, da im Bezug die Strom- und Wärmeerzeugung der Anlagen, die Klärgas, Klärschlamm, Solarenergie und Umgebungswärme nutzen, nicht enthalten sind.

Der Strombezug und die Stromkosten sind nach Verwendungsart und Eigenproduktion (aus erdgasbefeuerten BHKWs) unterteilt. Strom, der zu Heizzwecken (Heizstrom) eingesetzt wird, ist bei der Heizenergie erfasst. Der Heizenergiebezug und die Heizkosten sind nach Energieträger differenziert. Wasser wird unterschieden zwischen Frischwasser, Abwasser und Niederschlagswasser. Die energetischen Bezugsmengen sind in der Bezugseinheit und in MWh/a dargestellt. Deren prozentualen Anteile sind sowohl bei der Gesamtenergiemenge als auch innerhalb des Strom- und Heizenergiebedarfs angegeben. Die Kosten sind als Gesamtenergiekosten einschließlich der Wasserkosten ausgewiesen.

Aus den Jahreskosten und dem Jahresbezug errechnen sich die über das Jahr gemittelten Preise. In 2018 sind die Preise für den Bezug von Erdgas (6,8 %) gesunken. Der Fernwärmepreis (15,5 %) und der Heizölpreis stiegen um (24,4 %). Der durchschnittliche Preis des Heizenergiebezug stieg gegenüber dem Vorjahr

um 1,9 %. Diese Preiszunahme und die gleichzeitige Reduzierung der bezogenen Heizenergiemenge um 6,7 % reduzieren die Heizenergiekosten um 4,9 %. Aufgrund des erhöhten spezifischen Strompreises (+1,8 %) und des geringeren Bezugs von 4,6 % reduzierten sich die Stromkosten um 2,8 %. Insgesamt lagen die Gesamtenergie- und Wasserkosten der Ämter und Eigenbetriebe mit 63,8 Mio. Euro um 0,1 % minimal unter den Kosten des Vorjahrs. In Bild 15 ist die Entwicklung der Energie- und Wasserkosten seit 1973 dargestellt.

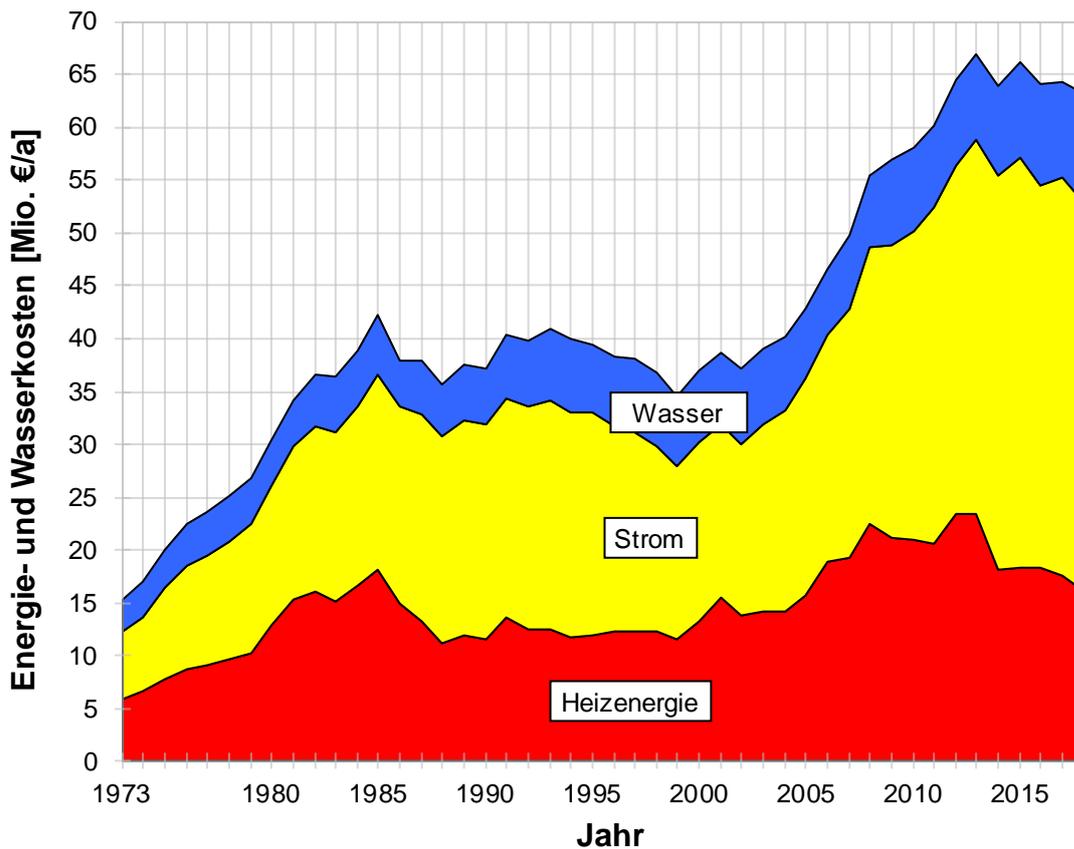


Bild 15 Entwicklung der Energie- und Wasserkosten bis 2018

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ENERGIESTATISTIK 2018	BEZUG				KOSTEN				PREIS		
	EIN- HEIT	BEZUGS- MENGE	MWh/a	STROM HEIZENER. Z. VORJ.	VERÄND. Z. VORJ.	GESAMT- ENERGIE	STROM HEIZENER. Z. VORJ.	VERÄND. Z. VORJ.	€/MWh	VERÄND. Z. VORJ.	
											€/a
Licht- und Kraftstrom	kWh	150.783.659	150.784	81,0 %	-5,9 %	33,7 %	81,0 %	-5,9 %	31.069.890	206,06	2,5 %
Straßenbel./Verkehrssignalanl.	kWh	24.982.189	24.982	13,4 %	-3,9 %	5,6 %	13,4 %	-3,9 %	5.020.321	200,96	3,1 %
Eigenproduktion	kWh	10.463.093	10.463	5,6 %	16,6 %	2,3 %	5,6 %	16,6 %	521.164	49,81	4,3 %
STROM GESAMT	kWh	186.228.941	186.229	100,0 %	-4,6 %	41,6 %	100,0 %	-4,6 %	36.611.375	196,59	1,8 %
Heizöl	l	979.353	9.794	3,7 %	3,4 %	2,2 %	3,7 %	3,4 %	656.248	67,01	24,4 %
Flüssiggas	l	53.305	350	0,1 %	40,5 %	0,1 %	0,1 %	40,5 %	29.207	83,40	54,2 %
Biomasse	kWh	7.470.002	7.470	2,9 %	0,0 %	1,7 %	2,9 %	0,0 %	145.909	19,53	-13,4 %
Fernwärme	kWh	71.198.079	71.198	27,2 %	-10,2 %	15,9 %	27,2 %	-10,2 %	7.026.878	98,69	15,5 %
Erdgas	kWh _{HD}	202.981.269	183.292	70,0 %	-5,1 %	40,9 %	70,0 %	-5,1 %	9.331.177	50,91	-6,4 %
dav. für Strompro.Eigen.Einspeis	kWh _{HD}	12.092.657	10.920	4,2 %	14,1 %	2,4 %	4,2 %	14,1 %	542.392	49,67	3,6 %
ERDGAS			172.372	65,9 %	-6,1 %	38,5 %	65,9 %	-6,1 %	8.788.785	50,99	-6,8 %
Heizstrom	kWh	571.231	571	0,2 %	-7,8 %	0,1 %	0,2 %	-7,8 %	116.297,78	203,59	3,2 %
Heizenergiebezug GESAMT			261.755	100,0 %	-6,7 %	58,4 %	100,0 %	-6,7 %	16.763.325	64,04	1,9 %
GESAMTENERGIE			447.984	100,0 %	-5,8 %	100,0 %		-5,8 %	53.374.700	119,14	2,5 %
Frischwasser	m³	2.171.381			9,6 %			9,6 %	5.489.083	2,53	3,0 %
Schmutzwasser	m³	1.965.073			14,4 %			14,4 %	3.262.021	1,66	0,0 %
Veriegelte Fläche	m²	2.393.759			-2,5 %			-2,5 %	1.699.569	0,71	0,0 %
WASSER GESAMT									10.450.672	4,81	0,5 %
ENERGIE-/WASSERKOSTEN									63.825.372		-0,1 %

Tabelle 4 Energiebezug und Energiekosten der städtischen Liegenschaften 2018

2.3 Verbrauchsentwicklung der städtischen Ämter und Eigenbetriebe

Ein Vergleich unterschiedlicher Heiz-, Strom- und Wasserkennwerte in verschiedenen genutzten Gebäuden ist in Tabelle 5 dargestellt. Die Kennwerte stellen die auf die beheizte Nettogrundfläche bezogenen durchschnittlichen Verbrauchswerte in den Gebäuden dar. Die Ausnahme bilden die Kennwerte der Hallenbäder, bei denen die Verbrauchswerte nicht auf die beheizte Nettogrundfläche, sondern auf die Beckenoberfläche bezogen sind.

Gebäudeart	Verbrauchsgröße	EnEV Referenzwert [kWh/m²a / l/m²a]	2015	2016		2017		2018	
			Kennwert	Kennwert	Veränder. z. Vorj. [%]	Kennwert	Veränder. z. Vorj. [%]	Kennwert	Veränder. z. Vorj. [%]
Verwaltungsgebäude	Heizung	120	107,1	100,8	-5,9	108,1	7,2	112,5	4,1
	Strom	90	42,7	45,3	6,1	48,2	6,4	43,0	-10,8
	Wasser		282,7	341,5	20,8	288,9	-15,4	365,0	26,3
Schulgebäude	Heizung	75	88,2	86,7	-1,7	84,5	-2,5	89,4	5,8
	Strom	7	25,6	27,2	6,2	26,8	-1,5	27,4	2,2
	Wasser		189,4	215,6	13,8	182,8	-15,2	181,4	-0,8
Schulgebäude mit Turnhalle	Heizung	90	98,0	96,8	-1,2	102,2	5,6	104,9	2,6
	Strom	22	19,8	20,6	4,0	20,7	0,5	21,3	2,9
	Wasser		174,1	183,9	5,6	181,8	-1,1	195,2	7,4
Hallenbad	Heizung		3.227,7	2.850,9	-11,7	3.124,4	9,6	3.013,4	-3,6
	Strom		944,5	856,5	-9,3	868,1	1,4	888,4	2,3
	Wasser		29.798,4	28.799,1	-3,4	30.850,4	7,1	33.346,0	8,1
Krankenhaus	Heizung	185	182,3	185,4	1,7	182,4	-1,6	183,6	0,7
	Strom	90	122,9	122,2	-0,6	119,3	-2,4	120,3	0,8
	Wasser		1.012,3	1.094,2	8,1	1.032,3	-5,7	1.121,6	8,7
Altenheim	Heizung	100	116,7	116,8	0,1	116,3	-0,4	136,0	16,9
	Strom	37	45,0	43,7	-2,9	41,8	-4,3	38,9	-6,9
	Wasser	-	873,8	826,7	-5,4	803,3	-2,8	816,1	1,6

Tabelle 5 Energiekennwertevergleich der Jahre 2015 bis 2018

Als Vergleichskennwerte für die Heiz- und Stromverbräuche der ausgewählten Gebäudearten sind die Verbrauchskennwerte der EnEV 2016 angeführt. In der EnEV sind nur Energie- und keine Wasserkennwerte angegeben, sodass sich Lücken bei den Vergleichswerten ergeben. Darüber hinaus sind die Vergleichswerte von Hallenbädern in der EnEV auf die Nettogrundfläche und nicht wie bei den städtischen Bädern auf die Wasserbeckenoberfläche bezogen.

Aus dem Kennwertevergleich kann abgelesen werden, dass der Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften zum Teil deutlich unter den Vergleichswerten der EnEV liegen. Einzige Ausnahme ist der Stromverbrauch der städtischen Schulen, der mit durchschnittlich 20,8 kWh/m²a im Vergleich zum Referenzwert von 10 kWh/m²a über diesem liegt. Der Unterschied kommt durch die hohe elektrische Ausstattung der städtischen Schulen mit z. B. Whiteboard, Aufzügen und Küchen bzw. Mensen im Vergleich zum Bundesmixin zustande und hat sich in den letzten Jahren erhöht.

In Bild 16 und Bild 17 ist der Verlauf der Heiz- und Stromkennwerte für Verwaltungsgebäude, Schulen, Altenheime und Krankenhäuser dargestellt. Die überwiegend positive Entwicklung der Heizkennwerte (Krankenhäuser, Verwaltungs- und Altenheime) hat sich 2018 nicht fortgesetzt. Die Veränderung im Bereich der Krankenhäuser liegt an der anhaltenden Umstrukturierung.

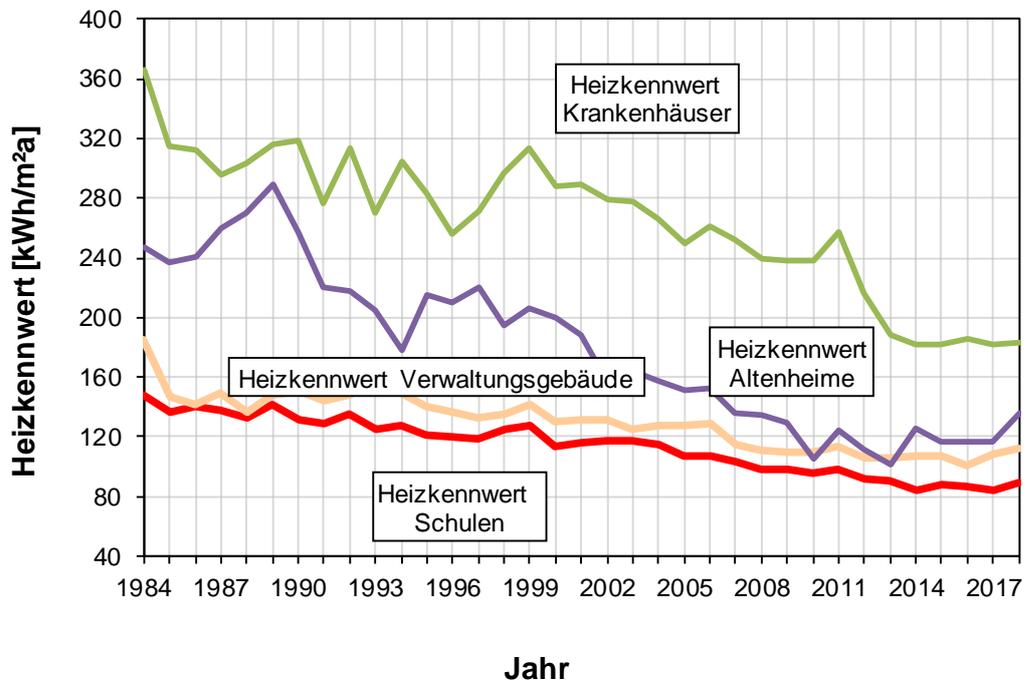


Bild 16 Entwicklung der Heizkennwerte in Verwaltungsgebäuden und Schulen

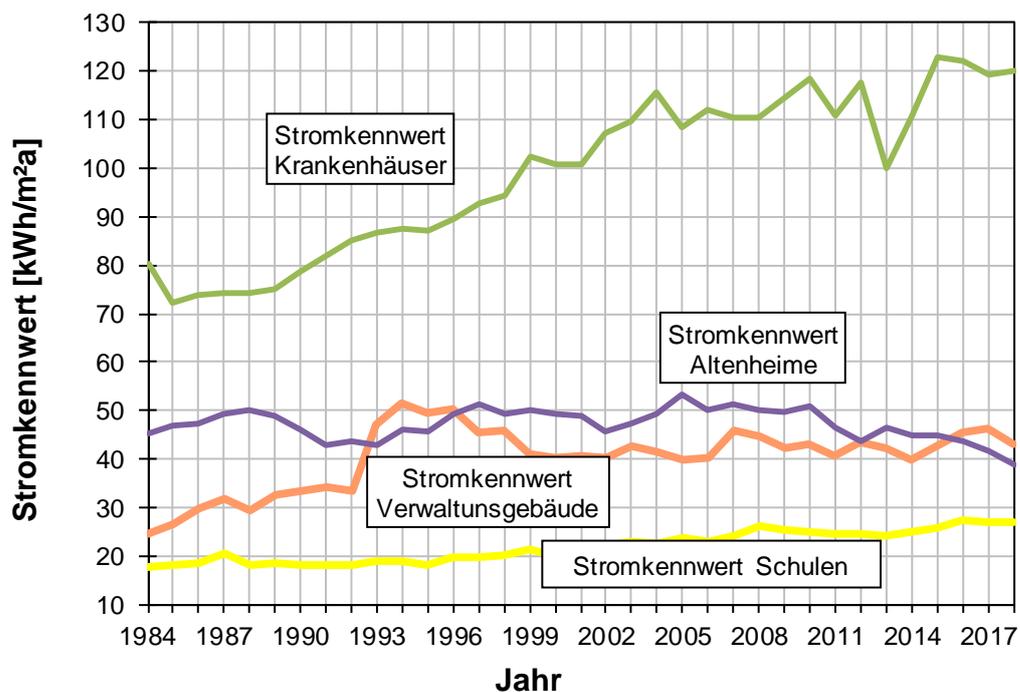


Bild 17 Entwicklung der Stromkennwerte in Verwaltungsgebäuden und Schulen

2.4 Kostenentwicklung der Ämter und Eigenbetriebe

Wie in den Jahren zuvor, entfällt der größte Teil der Energiekosten mit einem Anteil von 18,5 % (11,8 Mio. Euro) auf das Schulverwaltungsamt (Tabelle 6), gefolgt vom Klinikum Stuttgart mit einem Anteil von 15,4 % (9,9 Mio. Euro) und dem Tiefbauamt mit einem Anteil von 10,7 % (6,9 Mio. Euro).

	2015	2016			2017			2018		
	Mio. €	Mio. €	Ver- änder. z. Vorj. in %	Kosten- anteil in %	Mio. €	Ver- änder. z. Vorj. in %	Kosten- anteil in %	Mio. €	Ver- änder. z. Vorj. in %	Kosten- anteil in %
Schulverwaltungsamt	12,4	12,4	0,0	19,4	11,9	-4,2	18,6	11,8	-0,7	18,5
Krankenhäuser	11,3	9,5	-15,8	14,8	9,5	0,2	14,9	9,9	3,8	15,4
Tiefbauamt	7,4	6,7	-8,9	10,5	6,9	3,1	10,9	6,9	-1,4	10,7
SES	8,0	6,2	-22,6	9,7	6,5	4,7	10,2	6,5	0,1	10,2
BBS	4,6	4,3	-6,6	6,8	4,0	-7,8	6,2	4,1	3,5	6,4
Sozialamt	2,1	5,4	157,1	8,5	5,3	-3,1	8,2	6,1	16,9	9,6
Amt für Liegenschaften und Wohnen	2,9	2,8	-1,6	4,4	3,1	11,1	4,9	3,2	1,9	5,0
VMS/VMS KG	2,8	2,3	-17,6	3,6	2,7	17,3	4,3	2,9	7,2	4,6
Jugendamt	1,9	1,9	-1,1	3,0	2,0	7,3	3,2	1,9	-7,3	2,9
Garten-, Friedhofs- und Forstamt	1,7	1,5	-10,8	2,4	1,5	-4,0	2,3	1,6	12,7	2,6
ELW	1,6	1,4	-11,4	2,2	1,4	-4,1	2,1	1,4	1,3	2,2
Hauptamt mit Bezirksämtern	1,3	1,2	-4,9	1,9	1,2	-1,2	1,9	1,2	-2,1	1,9
Stadion Neckarpark	1,5	1,5	-3,3	2,3	1,5	3,2	2,4	---	---	---
Amt für Sport und Bewegung	1,1	0,9	-21,7	1,4	0,8	-14,6	1,2	0,8	5,4	1,3
AWS	0,8	0,7	-6,7	1,1	0,7	6,7	1,2	0,8	2,1	1,2
Kulturamt	0,8	0,8	3,6	1,3	1,0	13,7	1,5	1,1	9,6	1,6
Branddirektion	0,8	0,8	-2,7	1,3	0,8	4,0	1,3	0,9	1,9	1,3
Sonstige Ämter	1,4	1,8	24,7	2,8	1,3	-25,0	2,1	1,2	-5,6	2,0
Kosten für versiegelte Flächen	1,7	1,7	0,0	2,7	1,7	1,7	2,7	1,7	-2,5	2,7
Gesamt	66,2	64,0	-3,3	100,0	63,9	-0,2	100,0	63,9	0,1	100,0

Tabelle 6 Energie- und Wasserkostenentwicklung einzelner Ämter und Eigenbetriebe

2.5 Emissionen

Nachfolgend sind die Emissionen bilanziert, die durch Verbrennungsvorgänge in den städtischen Feuerungsanlagen der Kohle-, Holz-, Gas- und Biomassefeuerungen entstehen und die Emissionen, die aus der Energieversorgung der städtischen Liegenschaften resultieren. Der Vergleich der Emissionen aus den Feuerungsanlagen erfolgt anhand von Emissionsfaktoren, die sich aus den Immissionsgrenzwerten der Schadstoffe ableiten. Die Emissionen der städtischen Liegenschaften sind ermittelte CO₂-Äquivalente entsprechend den

eingesetzten Energieträgern. Als Referenzjahre ist das Jahr 1973 und das im internationalen Vergleich der Klimaschutzziele festgelegte Jahr 1990 angegeben. Das Referenzjahr 1973 wurde zu Beginn des städtischen Energiemanagements für die Bewertung der Emissionen festgelegt und seitdem beibehalten.

Emissionen der städtischen Feuerungsanlagen

In Tabelle 7 sind die Emissionen der städtischen Feuerungsanlagen in 2018 und zum Vergleich die Werte vom Vorjahr und der Referenzjahre 1973 und 1990 dargestellt.

Emissionsmengen									
		Energie MWh	SO ₂ kg/a	NO _x kg/a	CO kg/a	CnHm kg/a	Staub kg/a	CO ₂ kg/a	Summe
1973	Koks	104.243	187.637	26.269	2.514.341	3.753	18.764	47.951.780	
	Heizöl	103.300	52.063	18.594	44.626	5.578	1.859	32.952.700	
	Gas	155.509	112	19.594	53.184	6.687	112	40.432.340	
	Gesamt	363.052	239.813	64.457	2.612.151	16.018	20.735	121.336.820	
	Bewertete Emissionen		239.813	112.800	36.570		19.284		408.467
1990	Koks	5.112	9.202	920	18.403	184	920	2.351.520	
	Heizöl	37.947	12.978	6.830	6.147	683	205	12.105.093	
	Gas	179.596	323	25.862	29.095	3.233	65	46.694.960	
	Gesamt	222.655	22.503	33.612	53.645	4.100	1.190	61.151.573	
	Bewertete Emissionen		22.503	58.822	751		1.113		83.189
2017	Heizöl	9.469	2.625	1.568	545	89	58	3.020.582	
	Gas	193.085	348	22.243	7.646	369	21	48.271.224	
	Biomasse	7.468	840	1.460	2.190	358	240	201.631	
	Gesamt	202.554	3.812	25.272	10.382	816	319	51.493.437	
	Differenz zu 1973		-98,4%	-60,8%	-99,6%	-94,9%	-98,5%	-57,6 %	
	Differenz zu 1990		-83,1 %	-24,8 %	-80,6 %	-80,1 %	-73,2 %	-15,8 %	
	Vermeidung ab 1973		236.001	39.185	2.601.769	15.202	20.416	69.843.383	
	Bewertete Emissionen		3.812	44.226	145		296		48.480
2018	Heizöl	9.794	2.715	1.622	564	92	60	3.124.136	
	Gas	183.292	330	21.115	7.258	350	20	45.823.022	
	Biomasse	7.470	840	1.461	2.191	359	240	201.690	
	Gesamt	193.086	3.885	24.198	10.014	800	320	49.148.848	
	Differenz zu 1973		-98,4 %	-62,5 %	-99,6 %	-95,0 %	-98,5 %	-59,5 %	
	Differenz zu 1990		-82,7 %	-28,0 %	-81,3 %	-80,5 %	-73,1 %	-19,6 %	
	Vermeidung ab 1973		235.927	40.260	2.602.137	15.218	20.415	72.187.972	
	Bewertete Emissionen		3.885	42.346	140		297		46.669

Tabelle 7 Emissionsstatistik der städtischen Kohle-, Holz-, Gas- und Biomassefeuerungen

Die Emissionswerte sind durch Multiplikation des Energiebezugs mit den in den jeweiligen Jahren gültigen Emissionsfaktoren ermittelt. Um die Emissionen unterschiedlicher Schadstoffe miteinander vergleichen zu können, werden die Komponenten anhand der Immissionsgrenzwerten der TA-Luft gewichtet: Der Immissionsgrenzwert für Schwefeldioxid (SO₂) dient als Vergleichsmaßstab und wird mit dem Faktor 1 angesetzt. Für die übrigen Stoffe wird als Faktor das Verhältnis aus dem Grenzwert für SO₂ und dem Grenzwert der

jeweiligen Komponenten gebildet. Entsprechend höher fallen bei niedrigen Immissionsgrenzwerten die Emissionsfaktoren aus.

Im Zeitraum 1973 bis 2018 verringerten sich die Emissionen bei Schwefeldioxid (SO_2) um 98,4 % auf 3.885 kg/a, bei den Stickoxiden (NO_x) um 62,5 % auf 24.198 kg/a, bei Kohlenmonoxid (CO) um 99,6 % auf 10.014 kg/a, bei den Kohlenwasserstoffen (C_nH_m) um 95,0 % auf 800 kg/a, bei Staub um 98,5 % auf 320 kg/a und bei Kohlenstoffdioxid (CO_2) um 59,5 % auf ca. 49.149 t/a. Im Vergleich zu 1990 verringerten sich die CO_2 -Emissionen der städtischen Verbrennungsanlagen um 19,6 %. Der Rückgang der Emissionen wird vor allem durch die Substitution der Energieträger verursacht. Koks als Energieträger wird in den Feuerungsanlagen nicht mehr verwendet und stattdessen die Nutzung von Biomasse sukzessive ausgebaut. Seit Anfang der neunziger Jahre bleibt das Emissionsniveau annähernd konstant da inzwischen die Umstellung der Heizöl- und Kohlefeuerungen auf leitungsgebundene Energien, wie Fernwärme und Gas, weitestgehend abgeschlossen ist. Gegenüber dem Vorjahr blieben die CO_2 -Emissionen weitgehend konstant. In Bild 18 ist die Entwicklung der bewerteten Emissionen der städtischen Feuerungsanlagen von 1973 bis 2018 aufgetragen. Bewertete Emissionen umfassen die Schwefeldioxide (SO_2), Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO) und Staub. Kohlenstoffdioxide (CO_2) und Kohlenwasserstoffe (C_nH_m) werden nicht dazu gezählt.

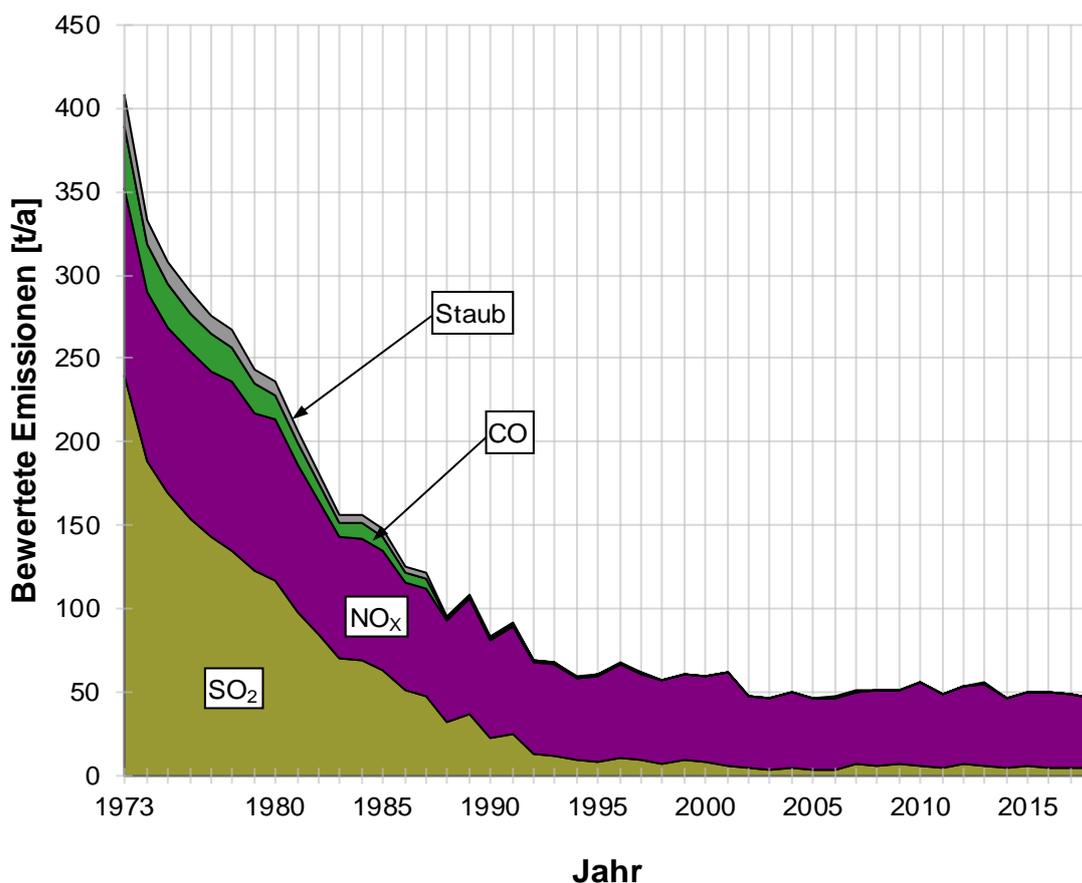


Bild 18 Bewertete Emissionen aus Kohle-, Heizöl-, Gas-, und Biomassefeuerungsanlagen

Emissionen der städtischen Liegenschaften

Neben den CO₂-Emissionen aus Kohle-, Heizöl- und Gasfeuerungsanlagen verursacht die Nutzung der übrigen Energieträger, wie Fernwärme und Strom, ebenfalls CO₂-Emissionen. In Bild 19 sind die CO₂-Emissionen als CO₂-Äquivalente der gesamten städtischen Liegenschaften für alle Energiearten seit 1973 dargestellt. Die spezifischen Treibhausgas-Emissionsfaktoren der Fernwärme werden aus den in den Stuttgarter Kraftwerken eingesetzten Energieträgern berechnet. Für Strom wird mit der Datenbank Ecoinvent der spezifische Treibhausgasfaktor des Ökostrombezugs der städtischen Liegenschaften ermittelt. In den Emissionsfaktoren sind die Emissionen vorausgegangener Umwandlungen und Vorketten berücksichtigt.

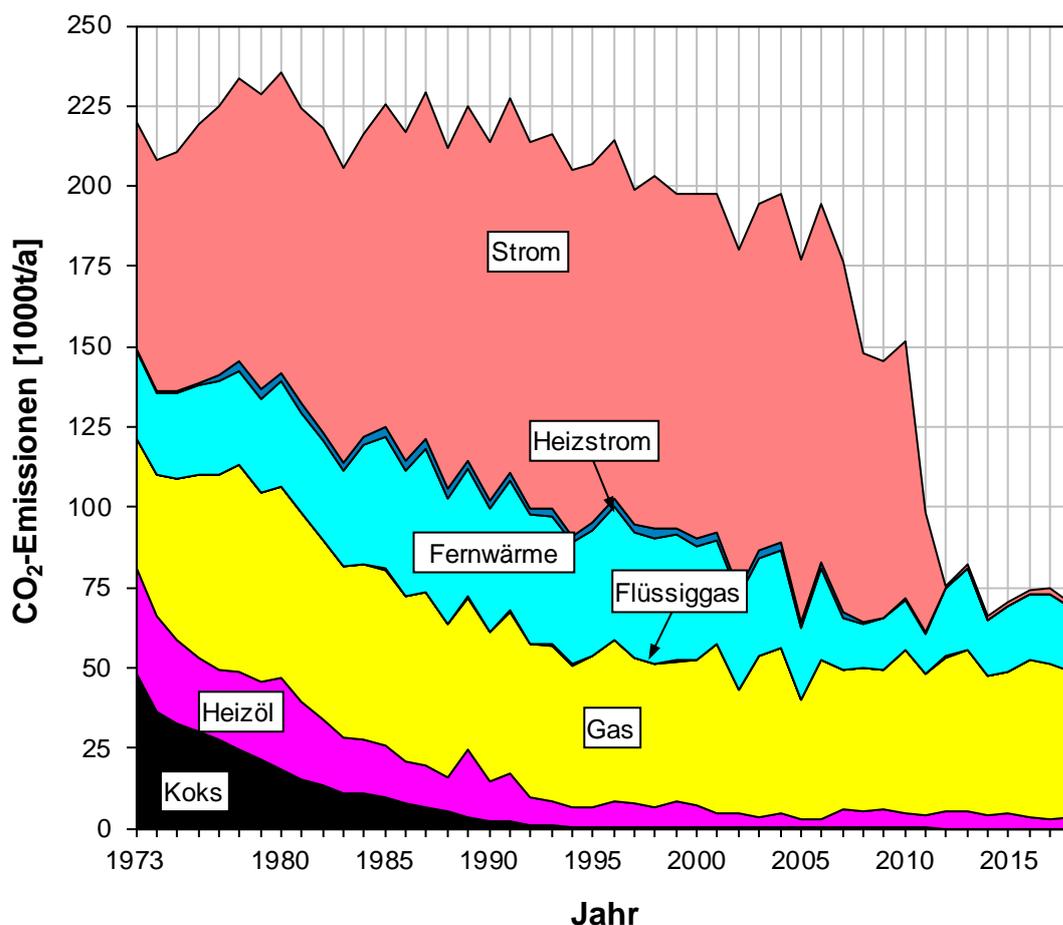


Bild 19 Entwicklung der CO₂-Emissionen in den städtischen Liegenschaften

1990 lag der Ausstoß an CO₂-Emissionen der Brennstoffe, die zur städtischen Wärmeversorgung beitragen, bei 102.237 t/a. In 2018 reduzierte sich dieser Ausstoß gegenüber 1990 um ca. 32,8 % (33.346 t/a) auf insgesamt 68.891 t/a. Bis 2010 ist der Strombereich bei den CO₂-Emissionen dominierend. Der CO₂-Ausstoß stieg in den Jahren 2001 bis 2005 kräftig an. In den Jahren 2008 bis 2010 wurde durch die Beschaffung von 25 % Ökostrom eine erste Reduktion erreicht. Die Erhöhung des Ökostromanteils auf 67 % im Jahr 2011 und auf 100 % ab dem Jahr 2012 brachte noch einmal eine starke Senkung des CO₂-Ausstoßes mit sich. 2018 reduzierte sich der CO₂-Ausstoß gegenüber 2017 um 6,2 %.

Bei dem angestrebten Reduktionsziel der CO₂-Emissionen von 40 % bis 2020 orientiert sich die Landeshauptstadt Stuttgart an den bundespolitischen Zielen und geht über die Verpflichtungen aus dem Konvent

der Bürgermeister hinaus (CO₂-Einsparung um mindestens 20 %). Die Anstrengung zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes zeigt Erfolg. So sanken durch Energieeinsparungen, den vermehrten Einsatz regenerativer Energien und vor allem durch den erhöhten Bezug von Ökostrom die gesamten CO₂-Emissionen von 213.681 tCO₂ (1990) auf 70.104 tCO₂ in 2018. Dies entspricht einer Reduzierung um 67,2 %. Damit wurde das Einsparziel für 2020 bereits erreicht. Da langfristig eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes von 100 % angestrebt wird, müssen vor allem im Wärmebereich zusätzliche CO₂-Einsparpotenziale gefunden und genutzt werden.

2.6 Investitionen

Die Investitionen für zusätzliche energiesparende Maßnahmen im Rahmen von Sanierungsarbeiten basieren auf einer Umfrage bei den städtischen Ämtern und Eigenbetrieben (Tabelle 8). Die einzelnen Maßnahmen werden in drei Kategorien zusammengefasst: Baulicher Wärmeschutz (Wärmedämmung, Fenstererneuerung), Gebäudetechnik (Wärmeerzeugung, -rückgewinnung, Regelanlagen, Wassereinsparung, Elektrotechnik) und neue Technologien (regenerative Energien, Blockheizkraftwerke / Wärmepumpen (BHKW/WP), Sonstiges).

Maßnahme	2015		2016		2017		2018	
	Mio.€/a	%	Mio.€/a	%	Mio.€/a	%	Mio.€/a	%
Wärmedämmung	1,044	21,7	1,124	20,1	0,298	9,7	0,101	3,0
Fenstererneuerung	0,834	17,3	0,117	2,1	0,245	8,0	0,023	0,7
Baulicher Wärmeschutz	1,878	38,9	1,242	22,3	0,543	17,7	0,124	3,6
Wärmeerzeug./Rückgew.	0,770	16,0	0,652	11,7	0,197	6,4	0,228	6,7
Regelanlagen	0,429	8,9	0,272	4,9	0,083	2,7	0,258	7,6
Wassereinsparung	0,014	0,3	0,737	13,2	0,916	29,9	0,000	0,0
Elektrotechnik	0,581	12,0	0,964	17,3	0,910	29,7	1,752	51,3
Gebäudetechnik	1,794	37,2	2,625	47,0	2,106	68,8	2,239	65,6
Regenerative Energien	0,178	3,7	0,448	8,0	0,120	3,9	0,408	11,9
BHKW/WP	0,959	19,9	0,226	4,0	0,290	9,5	0,640	18,7
Sonstiges	0,014	0,3	1,039	18,6	0,000	0,0	0,004	0,1
Neue Technologien	1,152	23,9	1,713	30,7	0,411	13,4	1,052	30,8
Gesamt	4,824	100,0	5,581	100,0	3,060	100,0	3,414	100,0

Tabelle 8 Investitionen für Energiesparmaßnahmen

Die Investitionen im Neubaubereich, die über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehen, werden in dieser Darstellung nicht berücksichtigt. Die investiven Maßnahmen werden in der Regel vom Hoch- bzw. Tiefbauamt geplant und umgesetzt. Im Jahr 2018 wurden insgesamt 3,414 Mio. Euro in energiesparende Maßnahmen investiert. Bei den Investitionen wird zwischen den Kosten für den baulichen Wärmeschutz, der Gebäudetechnik und für neue Technologien unterschieden. In Bild 20 ist die Entwicklung der Investitionen von 1976, dem Jahr vor Einführung des städtischen Energiemanagements, bis 2018 dargestellt.

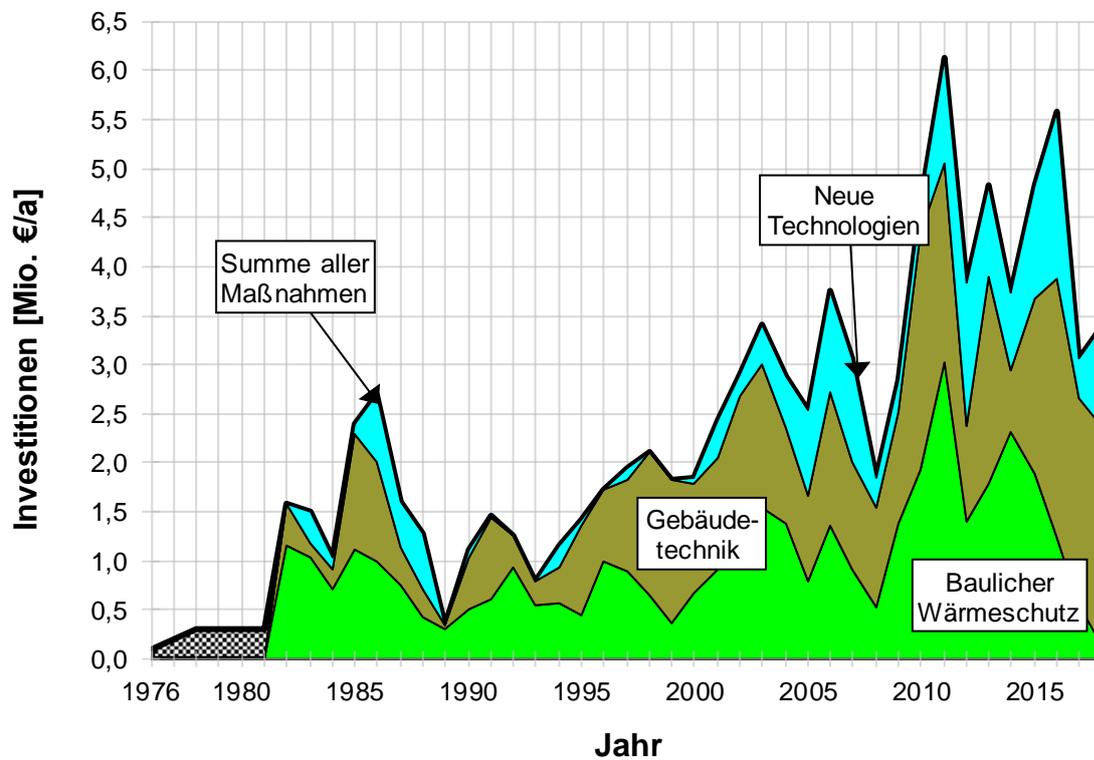


Bild 20 Investitionen für energiesparende Maßnahmen

Beim baulichen Wärmeschutz reduzierten sich im Vergleich zum Jahr 2017 die Investitionen um 0,419 Mio. Euro. Im Bereich neue Technologien erhöhten sich die Investitionen um 0,641 Mio. Euro, ebenso erhöhten sich die Investitionen in die Gebäudetechnik um 0,133 Mio. Euro.

Gew erk	2017	2018	Veränderungen ggü. 2017
Baulicher Wärmeschutz	0,543 Mio. Euro	0,124 Mio. Euro	-77,3%
Gebäudetechnik	2,106 Mio. Euro	2,239 Mio. Euro	6,3%
Neue Technologien	0,411 Mio. Euro	1,052 Mio. Euro	156,2%
Gesamt	3,060 Mio. Euro	3,414 Mio. Euro	11,6%

Tabelle 9 Aufteilung der Investitionskosten auf einzelne Gewerke

2.7 Heizenergieeinsparung

Um den Heizenergieverbrauch unterschiedlich kalter Jahre miteinander vergleichen zu können, wird der tatsächliche Heizenergieverbrauch auf ein festgelegtes durchschnittlich kaltes Jahr (Normaljahr) mit Hilfe der Gradtagszahl normiert. Dieser Wert wird als witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch bezeichnet. Dadurch kann der Heizenergieverbrauch jeweils mit den Vorjahren verglichen werden. Die Erzeugung von Brauchwarmwasser und für Prozesswärme ist unabhängig von der Außentemperatur und wird nicht witterungsbereinigt. Die Gradtagszahl wird gebildet, indem bei Tagen mit einer Tagesmitteltemperatur von unter 15 °C der Wert der Tagesmitteltemperatur von einer festgelegten Raumtemperatur von 20 °C abgezogen und über einen bestimmten Zeitraum (z. B. ein Jahr) aufsummiert wird. Je höher dieser Wert ausfällt, desto kälter war das Jahr. Die Normgradtagszahl für Stuttgart beträgt 3.555.

In Tabelle 10 ist der Heizenergiebezug, die Heizenergieeinsparung und die Heizkosteneinsparung seit Einführung des Energiemanagements Heizung in 1977 dargestellt. Der Heizenergiebezug setzt sich aus dem witterungsbereinigten Heizenergieverbrauch der Anlagen zusammen, die über Dritte (Energieversorgungsunternehmen und Energielieferanten) mit Brennstoffen versorgt werden. Der Wärmeverbrauch der Anlagen, die keine Kosten für die Brennstoffe verursachen, wie bei der Klärgasverbrennung, den thermischen Solaranlagen und bei der Nutzung der Umweltwärme bei Wärmepumpen, sind im Heizenergiebezug nicht berücksichtigt.

Der Heizenergiebezug beläuft sich unter Berücksichtigung der im Zeitraum 1977 bis 2018 neu hinzugekommener, veräußerter bzw. stillgelegter Liegenschaften in 2018 auf 309.490 MWh/a. Gegenüber dem Vorjahr ist der Heizenergiebezug um 2,23 % bzw. um 6.751 MWh/a gestiegen.

Ohne Berücksichtigung der seit Einführung des Energiemanagements Heizung umgesetzten Energiesparmaßnahmen würde sich der Heizenergiebezug in 2018 auf insgesamt 616.495 MWh/a belaufen. Die jährliche Einsparung an Heizenergie beträgt 307.006 MWh/a und die seit Beginn des Energiemanagements auf die Jahre kumulierte Einsparung 9.040.622 MWh/a. Mit diesen Einsparungen am Heizenergiebezug sind Einsparungen an Betriebskosten von jährlich 19,7 Mio. Euro/a und auf die Jahre kumuliert von insgesamt 462 Mio. Euro verbunden.

1

2

3

4

5

Jahr	Grad- tag zahl	Heizenergieverbrauch 1)				Heizenergieeinsparung			Heizkosteneinsparung		
		tatsächlicher Verbrauch	bereinigter Verbrauch	davon Neu- anlagen	ohne Ein- sparung	jährliche Einsparung	Anteil am Ges.- ver- brauch	kumulierte Einsparung	Preis	jährliche Kosten	kumulierte Kosten
	Kd	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	%	MWh	€/MWh	T€/a	T€
1977	3.202	463.814	514.947		514.947						
1978	3.643	481.133	469.511	2.215	517.162	47.651	9,2	47.651	19,91	949	949
1979	3.492	453.529	461.711	8.161	525.323	63.612	12,1	111.263	22,54	1.434	2.383
1980	3.691	474.823	457.327	14.415	539.738	82.411	15,3	193.673	27,25	2.246	4.628
1981	3.402	446.981	467.083	1.609	541.347	74.264	13,7	267.937	34,23	2.542	7.171
1982	3.302	419.337	451.467	2.801	544.148	92.681	17,0	360.618	38,46	3.565	10.736
1983	3.342	388.790	413.569	3.214	547.362	133.793	24,4	494.411	38,96	5.213	15.948
1984	3.694	418.080	402.348	13.379	560.741	158.393	28,2	652.804	39,74	6.294	22.242
1985	3.808	429.280	400.759	1.590	562.331	161.572	28,7	814.376	42,25	6.826	29.068
1986	3.778	395.349	372.013	-6.664	555.667	183.654	33,1	998.030	37,87	6.955	36.024
1987	3.842	420.088	388.707	7.735	563.402	174.695	31,0	1.172.724	31,42	5.489	41.512
1988	3.327	367.473	392.656	-2.196	561.206	168.550	30,0	1.341.274	30,21	5.091	46.604
1989	3.218	397.477	439.102	38.363	599.569	160.467	26,8	1.501.741	30,14	4.836	51.440
1990	3.192	359.135	399.976	-23.570	575.999	176.023	30,6	1.677.764	32,46	5.714	57.154
1991	3.652	389.674	379.324	4.216	580.215	200.891	34,6	1.878.655	35,09	7.049	64.203
1992	3.307	355.050	381.676	10.106	590.321	208.645	35,3	2.087.300	35,36	7.378	71.581
1993	3.451	354.895	365.643	1.052	591.373	225.730	38,2	2.313.030	35,18	7.942	79.522
1994	3.056	324.840	377.893	5.779	597.152	219.259	36,7	2.532.288	36,13	7.923	87.445
1995	3.496	341.688	347.415	-7.662	589.490	242.075	41,1	2.774.363	34,82	8.429	95.874
1996	3.942	368.236	332.060	1.857	591.347	259.287	43,8	3.033.650	33,58	8.706	104.580
1997	3.344	339.779	361.262	124	591.471	230.210	38,9	3.263.860	36,48	8.398	112.978
1998	3.308	334.216	359.203	1.105	592.577	233.374	39,4	3.497.234	36,69	8.562	121.540
1999	3.189	335.625	374.133	-231	592.346	218.213	36,8	3.715.446	34,45	7.518	129.057
2000	3.033	324.139	361.344	667	593.013	231.669	39,1	3.947.116	40,78	9.447	138.504
2001	3.329	333.650	337.969	-1.443	591.570	253.601	42,9	4.200.717	46,44	11.777	150.281
2002	3.149	308.343	336.383	-686	590.884	254.500	43,1	4.455.217	44,97	11.444	161.725
2003	3.314	311.255	329.414	-227	590.656	261.242	44,2	4.716.459	45,44	11.872	173.597
2004	3.383	322.321	322.605	4.398	595.054	272.449	45,8	4.988.908	44,10	12.016	185.613
2005	3.411	303.553	298.021	-241	594.813	296.793	49,9	5.285.701	52,03	15.443	201.056
2006	3.256	303.590	324.553	4.357	599.170	274.617	45,8	5.560.318	62,06	17.043	218.099
2007	3.076	292.697	332.369	-880	598.290	265.921	44,4	5.826.239	65,66	17.461	235.560
2008	3.297	303.692	323.053	1.225	599.515	276.462	46,1	6.102.701	74,25	20.526	256.086
2009	3.232	292.287	323.334	-1.810	597.705	274.371	45,9	6.377.072	72,56	19.908	275.994
2010	3.752	314.615	299.858	-1.615	596.090	296.232	49,7	6.673.304	66,78	19.782	295.777
2011	2.966	267.924	320.442	1.045	597.135	276.694	46,3	6.949.997	76,90	21.278	317.055
2012	3.296	297.961	306.689	3.285	600.421	293.732	48,9	7.243.729	81,78	24.021	341.076
2013	3.538	319.724	313.417	5.746	606.166	292.749	48,3	7.536.478	74,85	21.912	362.988
2014	2.757	263.254	309.057	-7.769	598.397	289.340	48,4	7.825.818	71,40	20.659	383.647
2015	3.079	273.820	306.200	8.423	606.820	300.621	49,5	8.126.439	67,12	20.178	403.825
2016	3.282	287.481	306.570	4.399	611.220	304.650	49,8	8.431.089	63,73	19.415	423.240
2017	3.231	280.591	302.739	3.047	614.267	311.528	50,7	8.742.617	62,82	19.570	442.810
2018	2.880	261.755	309.490	2.229	616.496	307.006	49,8	9.049.622	64,04	19.661	462.471

1) ohne Nutzung von Klärgas, Solarthermie und Umweltwärme

Tabelle 10 Heizenergiebezug, Heizenergieeinsparung und Heizkosteneinsparung

In Bild 21 ist die Entwicklung des Heizenergiebezugs und der Heizenergieeinsparung der städtischen Liegenschaften von 1973 bis 2018 dargestellt. Die rote Fläche stellt den Heizenergiebezug dar, der über die Energieversorgungsunternehmen abgerechnet ist. Darin unberücksichtigt ist der Verbrauch der Anlagen, die Klärgas, Solarthermie und Umweltwärme nutzen, da diese kostenfrei bezogen werden. Die grüne Fläche gibt die eingesparte Heizenergie wieder. Die Einsparung an Heizenergie ergibt sich seit Etablierung des Energiemanagements Heizung im Jahr 1977 und versteht sich als Differenz aus dem Heizenergiebezug ohne Einrechnung der Energiesparmaßnahmen und dem tatsächlichen Heizenergiebezug. Um eine einheitliche Vergleichbarkeit zu ermöglichen, ist in der Grafik das beim Weltklimagipfel 1997 in Kyoto beschlossene Basisjahr 1990 dargestellt. Die ab 1990 kumulierte Einsparung an Heizenergie beträgt in 2018 insgesamt 2.304.671 MWh.

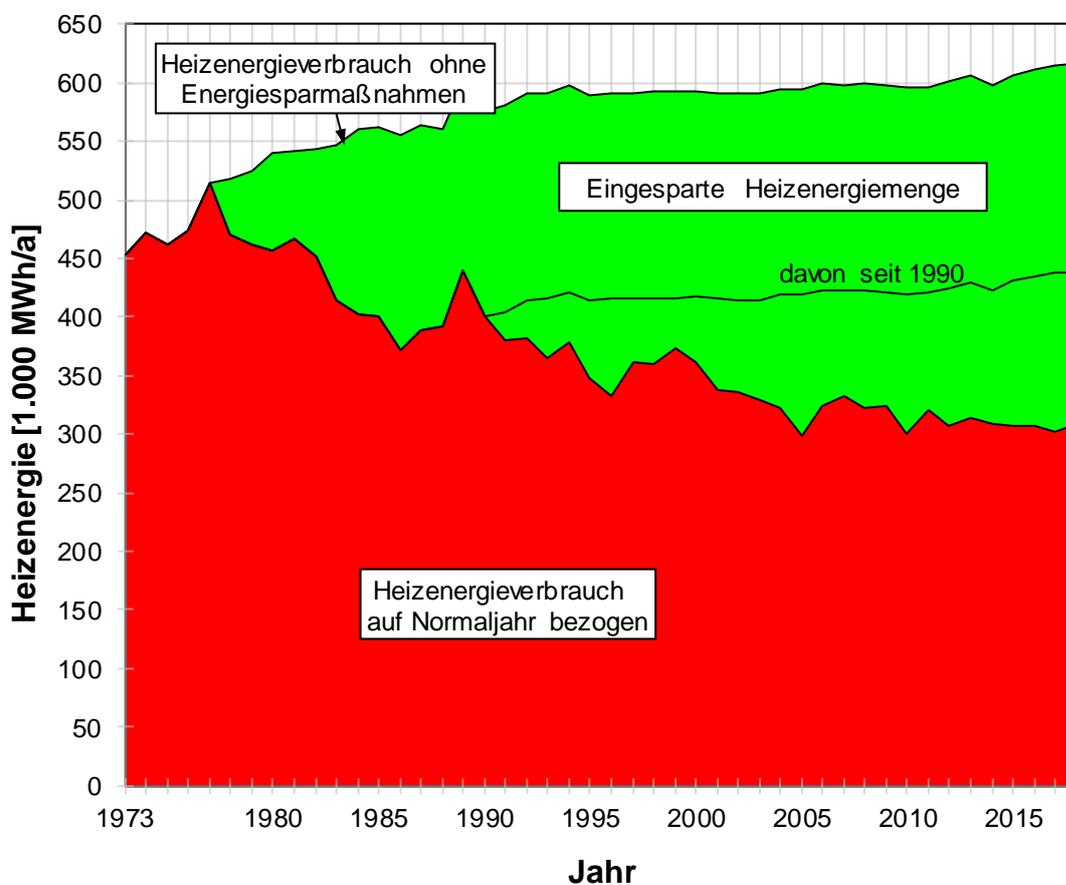


Bild 21 Entwicklung des Heizenergiebezugs und der Heizenergieeinsparung

In Bild 22 ist die Entwicklung der CO₂-Emissionen aufgeführt, die aus dem Brennstoffbezug der städtischen Heizungsanlagen (Feuerungsanlagen und Fernwärme) für die Wärmeversorgung resultieren. Die CO₂-Emissionen sind nach Brennstoffen dargestellt. Seit 1973 haben sich die CO₂-Emissionen der Wärmeerzeugung für die städtischen Anlagen von 149,0 tCO₂/a um 54 % auf 68,9 tCO₂/a vermindert. Das meiste CO₂ wird in 2017 bei der Verbrennung von Erdgas verursacht. Dies ist allerdings nicht auf eine mangelnde Anlageneffizienz, sondern auf die große Anzahl der erdgasgefeuerten Heizungsanlagen zurückzuführen.

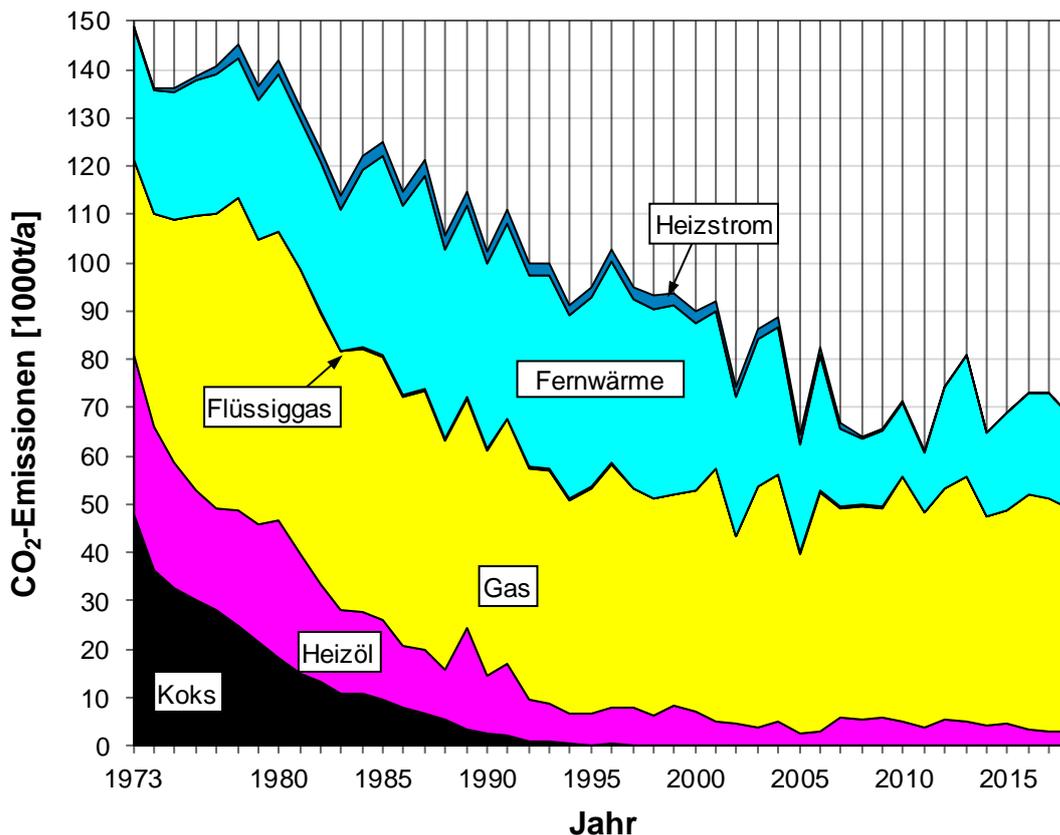


Bild 22 CO₂-Emissionen bei der Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften

2.8 Stromeinsparung

In Tabelle 11 ist der Strombezug aller städtischen Gebäude und Einrichtungen, die Stromeinsparung und die Stromkosteneinsparung seit Einführung des Energiemanagements Strom in 1982 bis 2018 zusammengestellt. Der Strombezug umfasst den Stromverbrauch der Anlagen, der über die Energieversorgungsunternehmen abgerechnet ist. Der Stromverbrauch der Klärgas- und Klärschlammverbrennung sowie der Photovoltaikanlagen ist darin nicht berücksichtigt, da diese Anlagen keine Stromkosten verursachen. Zudem ist der Heizstrom in der Darstellung unberücksichtigt, da dieser in die Betrachtung des Heizenergieverbrauchs mit einfließt. Der allgemeine Zuwachs berücksichtigt den zusätzlichen Stromverbrauch von kleineren elektrischen Geräten (z. B. PC) mit Einführung und Umstellung auf die elektronische Datenverarbeitung bis einschließlich 1996.

Jahr	Stromverbrauch 1) 2)				Stromeinsparung			Stromkosteneinsparung		
	tatsächlicher Verbrauch	allgem. Zuwachs	von Neuanlagen	ohne Einsparung	jährliche Einsparung	Anteil am Ges.-verbrauch	kumulierte Einsparung	Preis 1)	jährliche Kosten	kumulierte Kosten
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	%	MWh	€/MWh	T€/a	T€
1982	126.997	-	-	126.997	-	-	-	-	-	-
1983	123.907	1.270	975	129.242	5.335	4,1	5.335	129,82	693	693
1984	126.287	1.292	3.407	133.941	7.654	5,7	12.989	134,26	1.028	1.720
1985	135.176	1.339	8.900	144.180	9.004	6,2	21.993	136,61	1.230	2.950
1986	137.840	1.442	859	146.481	8.641	5,9	30.634	134,51	1.162	4.113
1987	145.565	1.465	3.470	151.416	5.851	3,9	36.485	135,36	792	4.905
1988	143.379	1.514	-616	152.314	8.935	5,9	45.420	136,69	1.221	6.126
1989	148.268	1.523	7.247	161.084	12.816	8,0	58.236	137,06	1.757	7.882
1990	150.016	1.611	3.302	165.997	15.981	9,6	74.217	134,57	2.151	10.033
1991	156.100	1.660	5.529	173.186	17.086	9,9	91.303	132,59	2.265	12.298
1992	161.092	1.732	5.783	180.701	19.609	10,9	110.912	130,80	2.565	14.863
1993	165.269	1.807	4.971	187.479	22.210	11,8	133.122	131,15	2.913	17.776
1994	161.252	937	1.052	189.468	28.217	14,9	161.339	132,46	3.738	21.514
1995	160.960	947	-858	189.558	28.598	15,1	189.937	130,95	3.745	25.259
1996	163.197	948	2.525	193.031	29.834	15,5	219.770	118,67	3.540	28.799
1997	157.528	0	122	193.153	35.624	18,4	255.395	118,92	4.236	33.035
1998	165.232	0	509	193.662	28.430	14,7	283.825	106,89	3.039	36.074
1999	162.207	0	375	194.037	31.830	16,4	315.655	101,21	3.221	39.296
2000	170.960	0	851	194.888	23.928	12,3	339.583	99,92	2.391	41.686
2001	168.710	0	4.524	199.412	30.702	15,4	370.284	97,11	2.981	44.668
2002	170.834	0	4.177	203.589	32.755	16,1	403.039	99,00	3.243	47.910
2003	174.039	0	4.160	207.749	33.710	16,2	436.749	102,19	3.445	51.355
2004	175.671	0	2.765	210.514	34.843	16,6	471.592	108,32	3.774	55.129
2005	181.766	0	5.114	215.628	33.862	15,7	505.454	112,96	3.825	58.954
2006	180.608	0	3.549	219.177	38.569	17,6	544.023	119,69	4.616	63.571
2007	185.473	0	2.380	221.556	36.084	16,3	580.107	121,42	4.381	67.952
2008	184.643	0	1.661	223.217	38.574	17,3	618.681	141,40	5.454	73.407
2009	186.839	0	768	223.985	37.146	16,6	655.827	148,06	5.500	78.906
2010	192.841	0	265	224.250	31.409	14,0	687.236	150,75	4.735	83.641
2011	188.284	0	1.647	225.898	37.614	16,7	724.850	169,34	6.370	90.011
2012	188.544	0	2.354	228.252	39.708	17,4	764.558	174,85	6.943	96.954
2013	184.867	0	5.875	234.127	49.260	21,0	813.818	191,66	9.441	106.395
2014	189.431	0	4.474	238.602	49.171	20,6	862.989	196,95	9.684	116.079
2015	193.107	0	4.137	242.739	49.632	20,4	912.621	200,41	9.947	126.026
2016	193.507	0	5.455	248.194	54.686	22,0	967.307	188,67	10.318	136.344
2017	195.163	0	4.825	253.019	57.856	22,9	1.025.163	193,09	11.171	147.515
2018	186.229	0	4.953	257.972	71.743	27,8	1.096.906	196,59	14.104	161.619

1) ohne Heizstrom 2) ohne Nutzung von Klärgas, Klärschlamm, Solarenergie

Tabelle 11 Strombezug, Stromeinsparung und Stromkosteneinsparung

Der Strombezug der städtischen Gebäude und Einrichtungen hat sich in 2018 durch Neu-, Um- und Erweiterungsanlagen gegenüber dem Vorjahr um 1.656 MWh (0,9 %) auf 195.163 MWh/a erhöht. Im Bereich Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen konnten 837 MWh gegenüber 2017 eingespart werden.

Ohne Berücksichtigung der Stromeinsparmaßnahmen würde sich der Strombezug in 2018 auf insgesamt 257.972 MWh/a belaufen. Die jährliche Stromeinsparung in 2018 hat sich gegenüber 2017 um 13.887 MWh auf 71.743 MWh/a erhöht. Der tatsächliche Stromverbrauch nahm seit 1982 um 47 % zu. In der kumulierten Betrachtung ergibt sich eine Stromeinsparung von 1.096.906 MWh seit Einführung des Energiemanagements Strom in 1982 und von 558.438 MWh/a seit 1990.

In Bild 23 ist die Entwicklung des Strombezugs ab 1977, einschließlich der eingesparten Strommengen seit Aufnahme des Energiemanagements Strom in 1982, abgebildet. Der Anteil des Stroms aus Photovoltaikanlagen ist darin nicht berücksichtigt, da dieser unentgeltlich, d. h. ohne zusätzliche Brennstoffkosten erzeugt wird. Aufgrund von Neubauten und den allgemein zu verzeichnenden ansteigenden Trend zur Nutzung bzw. Ausstattung von elektrischen Geräten (z. B. Whiteboards in Schulen) steigt der Stromverbrauch kontinuierlich an. Seit 1977 hat sich der Strombezug der städtischen Liegenschaften nahezu verdoppelt (+72 %). 2018 hat sich die vom Energieversorger gelieferte Strommenge deutlich reduziert.

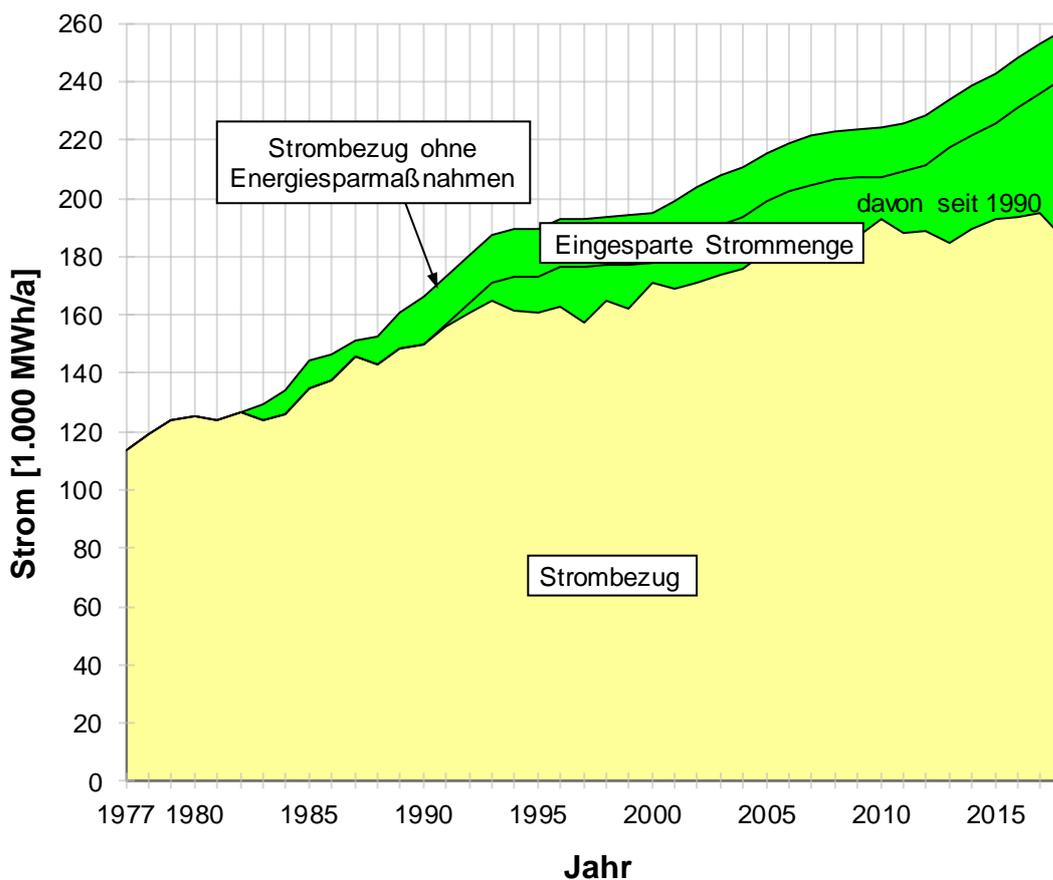


Bild 23 Entwicklung des Strombezugs und der Stromeinsparung

In Bild 24 ist die Entwicklung der CO₂-Emissionen dargestellt, die für die Stromversorgung der städtischen Liegenschaften durch die Brennstoffe bei der Stromerzeugung verursacht werden. Ab 2008 wurde mit der Beschaffung von Ökostrom begonnen. In 2012 betrug der Ökostromanteil 100 %. Die verbleibenden restlichen CO₂-Emissionen ab 2012 sind auf Umwandlung- und Verteilverluste zurückzuführen.

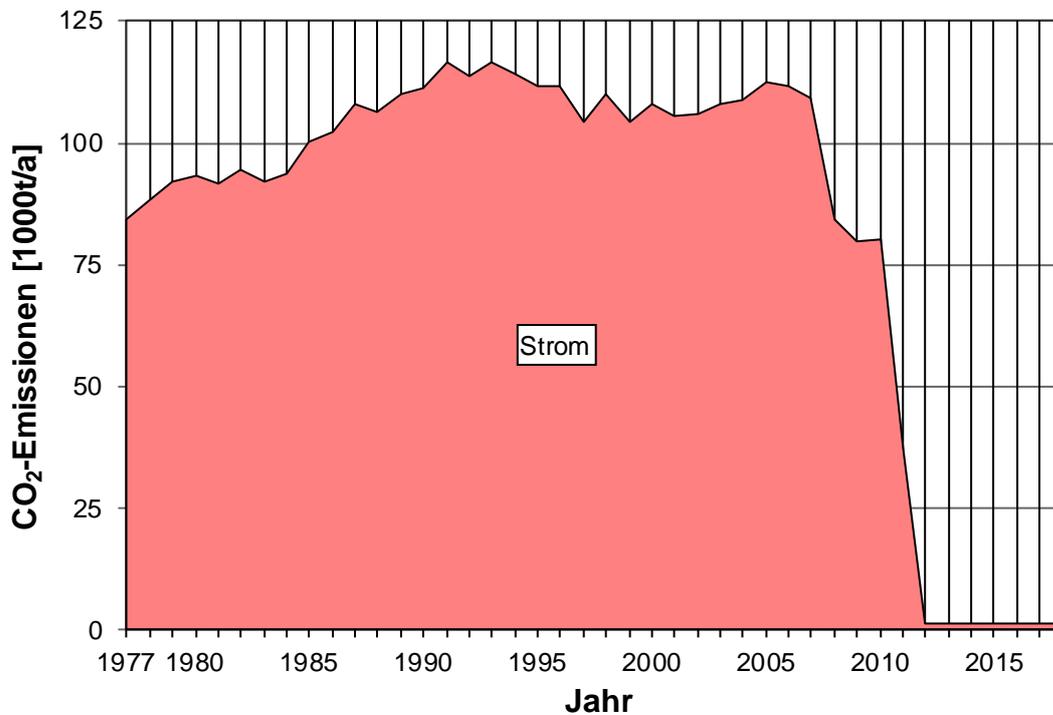


Bild 24 CO₂-Emissionen bei der Stromversorgung der städtischen Liegenschaften

2.9 Wassereinsparung

Der Wasserverbrauch entspricht dem Wasserbezug. Im Jahr 2018 erhöhte sich der Wasserbezug aller städtisch genutzten Liegenschaften von 1.878.541 m³ (2017) um 9,6 % (294.455 m³) auf 2.170.996 m³. Der Wasserbezug aus dem Jahr 1991 (Beginn Energiemanagement Wasser) würde ohne Berücksichtigung der bis heute durchgeführten Wassereinsparmaßnahmen in 2018 insgesamt 3.13.373 m³/a betragen (Tabelle 12). Hierin beinhaltet ist der Wasserbedarf sämtlicher während des Zeitraums zwischen 1991 und 2017 neu hinzugekommener und abgegangene Liegenschaftsgebäude. Die Wassereinsparung beträgt 2018 959.377 m³/a (30,6 %). Seit 1991 beläuft sich die kumulierte Einsparung auf insgesamt 24,8 Mio. m³.

Bild 25 stellt die Entwicklung des Wasserbezugs und der Wassereinsparung seit 1987 dar. Die blaue Fläche kennzeichnet den Wasserbezug, respektive den Verbrauch und die grüne Fläche die eingesparte Wassermenge.

Jahr	Wasserverbrauch			Wassereinsparung			Wasserkosteneinsparung		
	tatsächlicher	von Neuanlagen	ohne Einsparung		Anteil am Ges.-verbrauch	Summe	Preis		Summe
	m³/a	m³/a	m³/a	m³/a	%	m³	€/m³	T€/a	T€
1	2	3	4=4 _(Vj) +3	5=4-2	6=5/4	7 = Σ 5	8	9=5x8	10 = Σ 9
1991	2.758.066		2.758.066						
1992	2.637.498	18.398	2.776.464	138.966	5,0	148.150	2,32	322	322
1993	2.630.194	28.060	2.804.524	174.330	6,2	322.480	2,56	447	768
1994	2.470.834	14.596	2.819.120	348.286	12,4	670.766	2,79	971	1.739
1995	2.158.679	-27.381	2.791.739	633.060	22,7	1.303.826	2,96	1.874	3.613
1996	2.067.626	4.859	2.796.598	728.972	26,1	2.032.798	3,15	2.296	5.909
1997	2.118.558	9.788	2.806.386	687.828	24,5	2.720.626	3,28	2.254	8.163
1998	2.021.643	16.134	2.822.520	800.877	28,4	3.521.503	3,37	2.696	10.859
1999	1.950.924	-2.876	2.819.644	868.720	30,8	4.390.223	3,37	2.926	13.785
2000	1.991.315	11.652	2.831.296	839.981	29,7	5.230.204	3,37	2.834	16.619
2001	1.991.015	-6.182	2.825.114	834.099	29,5	6.064.303	3,38	2.821	19.441
2002	2.097.700	90.425	2.915.539	817.839	28,1	6.882.142	3,38	2.764	22.205
2003	2.041.276	-13.842	2.901.697	860.421	29,7	7.742.563	3,47	2.986	25.191
2004	1.993.011	-2.167	2.899.530	906.519	31,3	8.649.082	3,52	3.191	28.382
2005	1.856.621	11.477	2.911.007	1.054.386	36,2	9.703.468	3,50	3.690	32.072
2006	1.748.049	43.621	2.954.628	1.206.579	40,8	10.910.047	3,47	4.187	36.259
2007	1.900.374	-11.066	2.943.562	1.043.188	35,4	11.953.235	3,72	3.881	40.139
2008	1.767.821	-17.121	2.926.441	1.158.620	39,6	13.111.855	3,87	4.484	44.623
2009	1.811.966	-9.971	2.916.470	1.104.504	37,9	14.216.359	3,53	3.899	48.522
2010	1.764.794	-20.920	2.895.550	1.130.756	39,1	15.347.115	4,52	5.111	53.633
2011	1.685.487	-14.263	2.881.287	1.195.800	41,5	16.542.915	4,54	5.429	59.062
2012	1.729.010	76.755	2.958.042	1.229.032	41,5	17.771.947	4,70	5.776	64.839
2013	1.644.076	17.078	2.975.120	1.331.044	44,7	19.102.991	4,93	6.562	71.401
2014	1.689.002	17.840	2.992.960	1.303.958	43,6	20.406.949	4,96	6.468	77.868
2015	1.884.727	25.728	3.018.688	1.133.961	37,6	21.540.910	4,84	5.488	83.357
2016	1.964.657	54.160	3.072.848	1.108.191	36,1	22.649.101	4,89	5.419	88.776
2017	1.876.541	27.128	3.099.976	1.223.435	39,5	23.872.536	4,79	5.860	94.636
2018	2.170.996	30.397	3.130.373	959.377	30,6	24.831.913	4,81	4.615	99.251

Tabelle 12 Wasserbezug, Wassereinsparung und Wasserkosteneinsparung

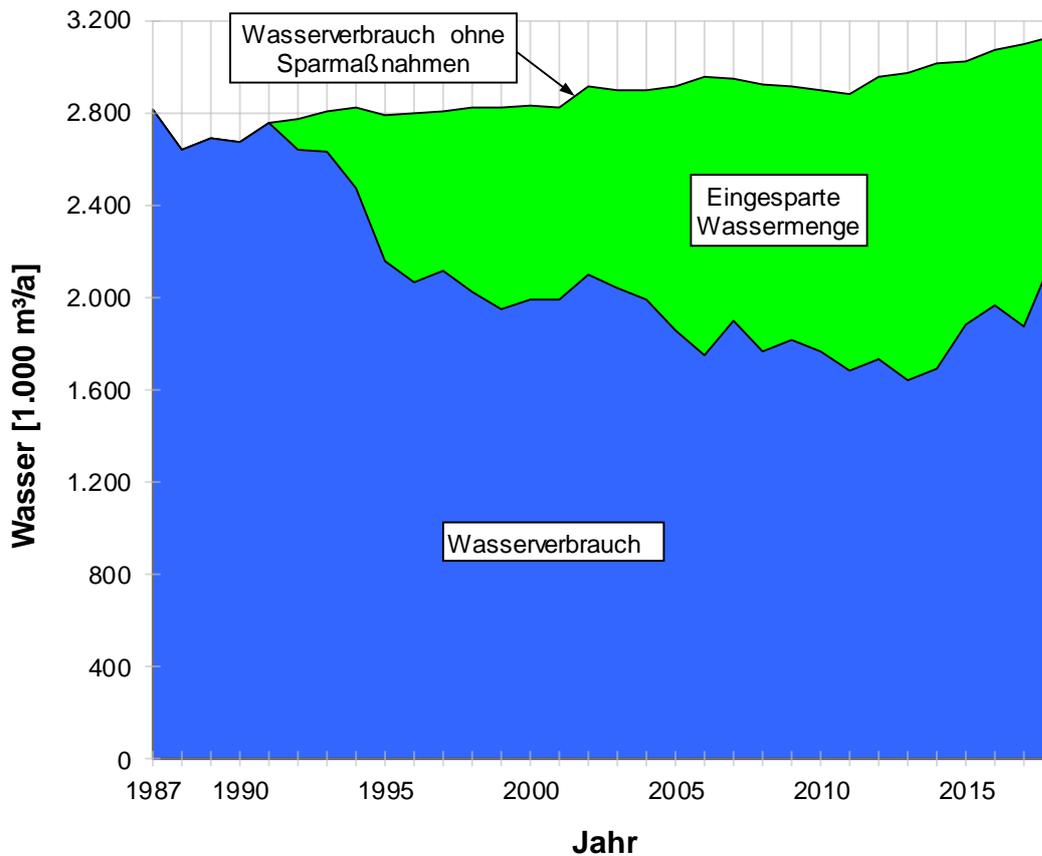


Bild 25 Entwicklung des Wasserbezugs und der Wassereinsparung von 1987 bis 2018

2.10 Kosteneinsparung

In Tabelle 13 sind die jährlichen Kosteneinsparungen und in Tabelle 14 die jährlichen Kostenaufwendungen seit 1976 zusammengetragen. Die jährlichen Kosteneinsparungen resultieren aus den Maßnahmen zur Heizenergie-, Strom- und Wassereinsparung sowie durch tarifliche Anpassungen (z. B. Leistungsanpassung der Fernwärmeversorgung) und z. B. KWK-Vergütungen bei Blockheizkraftwerken. Die Einsparungen belaufen sich 2018 auf insgesamt 42,4 Mio. Euro und kumuliert seit 1976 auf 737,6 Mio. Euro. Die Kostenaufwendungen stellen die Investitionskosten für energiesparende Maßnahmen, deren Abschreibungen und Verzinsungen und die Personal-, Datenverarbeitungs- und Ingenieurkosten des Energiedienstes dar. Diese betragen 2018 insgesamt 6,0 Mio. Euro/a und bei einer kumulierten Betrachtung seit 1976 124,2 Mio. Euro.

Die Nettoeinsparung (Tabelle 13) ergibt sich aus der jährlichen Kosteneinsparung abzüglich der jährlichen Aufwendungen. Diese beträgt 2018 insgesamt 36,3 Mio. Euro und bei einer kumulierten Betrachtung seit 1976 681,8 Mio. Euro. Das Verhältnis der jährlich eingesparten Energiekosten zu dem Kostenaufwand liegt 2018 bei 6,1 und bezogen auf die kumulierten Kosten beträgt das Verhältnis 5,5. Der Anteil der jährlichen Kostenaufwendungen an den jährlichen Kosteneinsparungen beläuft sich 2018 auf 16,4 % und bezogen auf die kumulierten Kosten 18,2 %.

Jahr	ENSPARUNGEN IN [T€]							Verhältnis		Prozentualer		
	Energiekosteneinsparung					Nettoeinsparung		Energiekosten- einsparung zu Aufwand		Anteil des Aufwands an den Einsparungen		
	Heiz- kosten	Strom- kosten	Wasser- kosten	Tarife und Vergüt- ungen	jährlich	kumuliert	jährlich	kumuliert	jährlich [-]	kumuliert [-]	jährlich [%]	kumuliert [%]
1976	0	0	0	43	43	43	-48	-48	-0,5	-0,5	-192,2	-192,2
1977	0	0	0	65	65	108	-75	-122	-0,5	-0,5	-186,8	-188,9
1978	949	0	0	183	1.132	1.240	969	847	6,0	2,1	16,8	46,5
1979	1.434	0	0	191	1.625	2.865	1.389	2.236	5,9	3,6	17,0	28,2
1980	2.249	0	0	231	2.480	5.346	2.234	4.471	9,1	5,1	11,0	19,6
1981	2.542	0	0	314	2.857	8.202	2.551	7.022	8,4	5,9	12,0	16,8
1982	3.591	0	0	363	3.954	12.156	3.484	10.505	7,4	6,4	13,5	15,7
1983	5.213	693	0	458	6.363	18.520	5.671	16.176	8,2	6,9	12,2	14,5
1984	6.294	1.028	0	714	8.036	26.556	7.202	23.377	8,6	7,4	11,6	13,6
1985	6.826	1.230	0	965	9.021	35.577	7.977	31.355	7,6	7,4	13,1	13,5
1986	6.955	1.162	0	1.502	9.619	45.196	8.345	39.699	6,5	7,2	15,3	13,8
1987	5.489	792	0	1.477	7.757	52.953	6.208	45.908	4,0	6,5	25,0	15,3
1988	5.091	1.221	0	1.568	7.880	60.834	6.190	52.097	3,7	6,0	27,3	16,8
1989	4.836	1.757	0	1.675	8.268	69.101	6.658	58.756	4,1	5,7	24,2	17,6
1990	5.715	2.151	0	1.607	7.865	76.966	7.784	66.540	4,6	5,5	21,7	18,1
1991	7.049	2.265	0	1.780	9.315	86.281	9.315	75.855	5,2	5,5	19,1	18,2
1992	7.378	2.565	322	1.871	10.265	96.546	10.084	85.939	4,9	5,4	20,3	18,5
1993	7.942	2.913	447	1.869	11.301	107.847	10.893	96.832	4,8	5,3	20,9	18,7
1994	7.923	3.738	971	1.887	12.631	127.751	12.201	109.033	5,3	5,3	19,0	18,8
1995	8.429	3.745	1.874	1.904	14.048	141.829	13.436	122.469	5,3	5,3	18,7	18,8
1996	8.706	3.540	2.296	1.550	14.543	156.372	13.450	135.919	5,1	5,3	19,6	18,8
1997	8.398	4.236	2.254	1.713	14.888	171.260	13.698	149.617	4,7	5,2	21,2	19,1
1998	8.562	3.039	2.696	1.680	14.296	185.556	13.073	162.690	4,4	5,2	22,7	19,3
1999	7.518	3.221	2.926	1.415	13.665	199.221	12.071	174.761	3,9	5,1	25,5	19,8
2000	9.447	2.391	2.834	1.882	14.672	213.893	13.184	187.945	3,9	5,0	25,6	20,2
2001	11.177	2.981	2.821	1.944	16.980	241.655	15.976	203.921	4,5	4,9	22,2	20,3
2002	11.444	3.243	2.764	1.942	19.394	261.049	15.616	219.536	4,1	4,9	24,2	20,6
2003	11.872	3.445	2.986	1.746	20.049	261.704	16.271	235.807	4,1	4,8	24,2	20,9
2004	12.016	3.774	3.191	1.834	20.815	282.519	16.765	252.572	4,1	4,7	24,2	21,1
2005	15.443	3.825	3.690	1.821	24.779	307.298	20.822	273.394	5,3	4,8	19,0	20,9
2006	17.043	4.616	4.187	1.703	27.549	334.847	27.549	300.943	6,6	4,9	15,1	20,4
2007	17.461	4.381	3.881	1.766	27.489	362.336	23.255	324.198	5,5	4,9	18,2	20,2
2008	20.526	5.454	4.484	1.132	31.596	393.932	27.353	351.551	6,4	5,0	15,5	19,9
2009	19.908	5.500	3.899	1.831	31.138	425.070	26.639	378.190	5,9	5,1	16,9	19,7
2010	19.782	4.735	5.111	972	30.600	455.670	25.707	403.897	5,3	5,1	19,0	19,6
2011	21.278	6.370	5.429	1.056	34.133	489.802	29.062	432.960	5,7	5,1	17,4	19,5
2012	24.021	6.943	5.776	1.039	37.779	527.582	32.535	465.495	6,2	5,2	16,1	19,2
2013	21.912	9.441	6.562	4.840	42.755	570.337	37.247	502.741	6,8	5,3	14,8	18,9
2014	20.659	9.684	6.468	4.977	41.788	612.125	36.218	538.959	6,5	5,4	15,4	18,7
2015	20.178	9.947	5.488	4.478	40.091	652.217	34.349	573.308	6,0	5,4	16,7	18,5
2016	19.415	10.318	5.419	5.770	40.922	693.139	35.056	608.364	6,0	5,4	16,7	18,5
2017	19.570	11.171	5.860	6.528	43.130	695.347	37.126	645.490	6,2	5,5	16,2	18,3
2018	19.661	14.104	4.615	3.864	42.243	737.590	36.281	681.771	6,1	5,5	16,4	18,2

Tabelle 13 Zusammenstellung der jährlichen Kosteneinsparungen

Jahr	Aufwendungen in [T€]											
	Investitionen		Abschreibung			weitere Kosten					Gesamt	
	jährlich	Summe der letzten 20 Jahre	Annuität 1)	jährlich 2)	Summe der letzten 20 Jahre	Personal-kosten	EDV-Kosten	Ingenieur-Kosten	jährlich	kumuliert	jährlich	kumuliert
1976	51	51	5	5	5	86	0	0	86	86	91	91
1977	102	153	9	14	19	126	0	0	126	212	140	231
1978	153	307	14	28	47	135	0	0	135	347	163	394
1979	153	460	14	42	89	192	0	2	194	541	236	630
1980	153	614	14	56	144	183	0	8	190	731	246	875
1981	153	767	14	70	214	207	0	29	236	967	305	1.181
1982	1.586	2.353	144	214	428	250	6	1	257	1.224	471	1.652
1983	1.495	3.847	136	349	777	306	37	0	344	1.568	693	2.345
1984	1.023	4.871	93	442	1.219	357	32	3	392	1.960	834	3.179
1985	2.388	7.259	217	659	1.878	373	10	2	385	2.345	1.044	4.223
1986	2.692	9.951	244	904	2.782	333	29	9	371	2.715	1.274	5.497
1987	1.606	11.557	146	1.049	3.831	387	32	81	500	3.216	1.549	7.047
1988	1.271	12.828	115	1.165	4.996	331	33	161	526	3.741	1.690	8.737
1989	335	13.163	30	1.195	6.191	271	48	95	415	4.156	1.610	10.347
1990	1.121	14.283	102	1.297	7.488	262	124	6	392	4.548	1.689	12.036
1991	1.459	15.743	132	1.429	8.917	267	80	2	349	4.897	1.778	13.814
1992	1.252	16.994	114	1.543	10.461	463	40	5	508	5.404	2.051	15.865
1993	785	17.780	71	1.614	12.075	570	90	3	662	6.067	2.277	18.142
1994	1.158	18.938	105	1.719	13.794	541	56	0	597	6.663	2.316	20.458
1995	1.413	20.351	128	1.848	15.642	619	40	9	667	7.330	2.515	22.973
1996	1.730	22.030	157	2.005	17.647	554	76	8	638	7.968	2.643	25.615
1997	1.939	23.816	176	2.181	19.828	611	103	8	722	8.690	2.903	28.518
1998	2.114	25.827	192	2.373	22.201	502	86	0	588	9.278	2.961	31.479
1999	1.820	27.494	165	2.538	24.739	444	88	8	540	9.817	3.078	34.557
2000	1.854	29.195	168	2.707	27.446	489	151	24	664	10.481	3.370	37.927
2001	2.428	31.470	220	2.927	30.373	481	119	20	620	11.101	3.547	41.474
2002	2.909	32.792	264	3.047	33.420	631	73	26	731	11.832	3.778	45.252
2003	3.407	34.704	285	3.127	35.770	718	85	6	809	12.641	3.936	49.189
2004	2.887	36.568	242	3.276	38.604	663	73	39	774	13.416	4.050	53.239
2005	2.532	36.712	212	3.271	41.216	607	62	18	687	14.103	3.957	57.196
2006	3.752	37.772	314	3.340	43.652	658	110	37	806	14.909	4.146	61.343
2007	3.061	39.227	256	3.451	46.054	609	153	21	783	15.692	4.234	65.577
2008	1.839	39.795	154	3.489	48.378	592	136	25	753	16.445	4.242	69.819
2009	2.847	42.307	238	3.697	50.880	655	128	19	802	17.247	4.499	74.318
2010	4.654	45.840	335	3.930	53.514	728	213	21	962	18.209	4.893	79.211
2011	6.131	50.512	441	4.239	56.324	696	113	22	831	19.040	5.070	84.281
2012	3.836	53.096	211	4.337	59.118	691	178	39	908	19.948	5.245	89.526
2013	4.834	57.145	266	4.531	62.034	817	139	22	978	20.925	5.509	95.035
2014	3.734	59.721	170	4.596	64.911	818	136	19	974	21.899	5.570	100.605
2015	4.824	63.131	220	4.688	67.819	881	146	28	1.054	22.953	5.742	106.347
2016	5.581	66.982	254	4.785	71.768	891	182	8	1.081	24.034	5.866	112.214
2017	3.060	68.103	140	4.749	72.852	1.081	160	14	1.255	25.290	6.004	118.218
2018	3.414	69.404	156	4.713	74.116	1.081	168	0	1.249	26.539	5.962	124.180

Tabelle 14 Zusammenstellung der jährlichen Kostenaufwendungen

In Bild 26 ist die Kostenentwicklung seit 1977 aufgetragen. Die Kosteneinsparungen 2018 verteilen sich auf Einsparungen im Bereich Heizenergie von 19,7 Mio. Euro, bei Strom von 14,1 Mio. Euro, bei Wasser von 4,7 Mio. Euro und im Bereich Tarifwesen/Vergütungen von 3,6 Mio. Euro. Diesen Kosteneinsparungen stehen Zins- und Abschreibungskosten in Höhe von 4,7 Mio. Euro sowie Kosten für Personal, Datenverarbeitung und Ingenieurleistungen in Höhe von 1,3 Mio. Euro gegenüber.

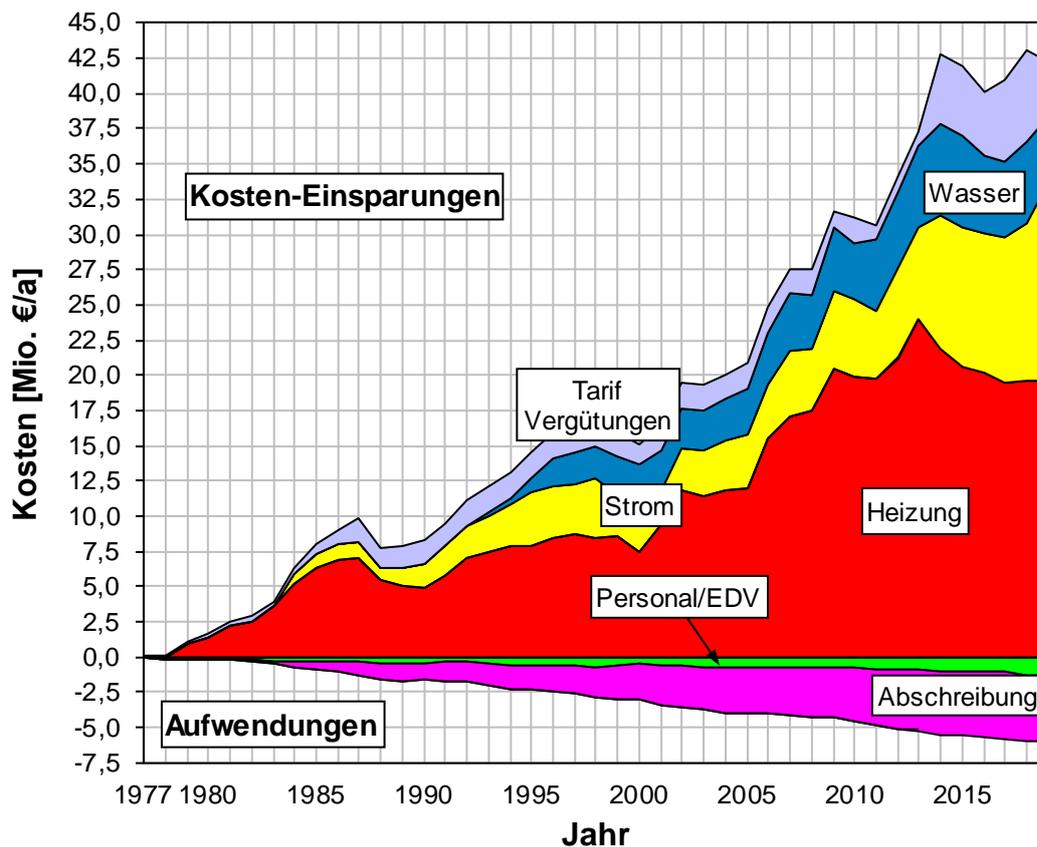


Bild 26 Entwicklung des jährlichen finanziellen Aufwands und der Kosteneinsparung

3 Tätigkeiten der Energieabteilung

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Tätigkeiten der Energieabteilung im Amt für Umweltschutz wieder und legt seinen Fokus auf die Energie-, Wasser- und Kosteneinsparungen in den städtischen Liegenschaften. Als Energiedienst wird die Betreuung der städtischen Liegenschaften durch das Personal aus dem Amt für Umweltschutz bezeichnet, mit dem Ziel in den Liegenschaften die Ausgaben an Energie, Wasser und Betriebskosten zu optimieren. An der erfolgreichen Erschließung von energie- und wassereinsparenden Maßnahmen sind neben dem Amt für Umweltschutz die beteiligten Fachämter, die Gebäude verwaltenden und nutzenden Ämter sowie die Eigenbetriebe maßgeblich beteiligt. Nach einer kurzen Zusammenfassung über die erwirtschafteten Einsparungen in den Energiediensten (Heizung, Strom und Wasser) sind in diesem Kapitel exemplarisch Maßnahmen aufgezeigt, die im Rahmen des Energiedienstes und bei Forschungsvorhaben durchgeführt wurden.

3.1 Energiedienst Heizung

2018 wurden 221 Anlagen im Energiedienst Heizung zur Verbrauchsüberwachung und Betriebsoptimierung betreut. Gegenüber dem Vorjahr konnte die Anzahl der betreuten Liegenschaften um 1 Objekt des Klinikums (Behandlungszentrum Mitte) erhöht werden.

ENERGIEDIENST HEIZUNG	Jahr 2017		Jahr 2018	
Gesamte Beheizte Fläche m ²	2.387.440	100,0 %	2.389.752	100,0 %
Beheizte Fläche im Energiedienst m ²	1.444.208	60,5 %	1.452.064	60,8 %
Heizenergieverb. im Energiedienst MWh	189.134	67,4 %	179.082	68,4 %
	ANZAHL	%	ANZAHL	%
Anzahl der betreuten Anlagen	220	100,0	221	100,0
Energieart				
Gas	138	62,7	138	62,4
Fernw ärme	68	30,9	66	29,9
Gas/Heizöl	4	1,8	4	1,8
Gas/Fernw ärme	4	1,8	4	1,8
Gas/Heizöl/Biomasse	1	0,5	1	0,5
Gas/Biomasse	3	1,4	3	1,4
Heizöl/Biomasse	1	0,5	1	0,5
Biomasse	1	0,5	4	1,8
Heizenergieeinsparung [MWh]	134.635	39,9 %	129.241	38,2 %
Kosteneinsparung [€]	8.639.211		8.281.777	

Tabelle 15 Energiedienst Heizung der Jahre 2017 und 2018

Die beheizte Fläche, der im Energiedienst betreuten Gebäude, beträgt 1.452.064 m² und liegt mit einem Anteil von 60,8 % über der Hälfte der insgesamt zu beheizenden Fläche aller städtischen Liegenschaften (2.387.440 m²). Insgesamt wurden 179.082 MWh/a witterungsbereinigte Heizenergie zur Deckung des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs für die im Energiedienst erfassten Gebäude benötigt. Dies entspricht einem Anteil von 68,4 % des Heizenergieverbrauchs aller städtischen Liegenschaften (Tabelle 15).

Die im Energiedienst erfassten Anlagen werden größtenteils mit Gas und Fernwärme beheizt. Der Anteil beider Energieträger zusammen liegt bei 92,3 % (204 Anlagen), wobei der mit Gas beheizte Anteil mit 62,4 % überwiegt. Verglichen mit 2017 ist der Versorgungsanteil von Gas um 0,3 Prozentpunkte und der von Fernwärme um 1 Prozentpunkt gesunken. Um den verbleibenden Anteil von Heizöl vollständig durch andere Brennstoffe zu substituieren ist eine Prioritätenliste für den Austausch an Heizölkesseln momentan in Bearbeitung, die in den nachfolgenden Jahren sukzessive abgearbeitet wird.

Insgesamt ging die Heizenergieeinsparung der im Energiedienst betreuten Liegenschaften gegenüber 2017 um 4 % von 134.561 MWh (2017) auf 129.241 MWh (2018) zurück. Der Rückgang der Energieeinsparung ist wie in den Jahren zuvor vor allem auf eine veränderte Betriebsweise der Heizungsanlagen zurückzuführen, um dem allgemeinen Anstieg der außerschulischen Gebäudenutzung z. B. in Turn-/Sporthallen und dem Ganztagesbetrieb in den Schulen gerecht zu werden. Die durch die Heizenergieeinsparung resultierende Kosteneinsparung verringerte sich dadurch gegenüber 2017 um 4,1 % auf 8,3 Mio. Euro.

In Tabelle 16 ist die Anzahl der betreuten Liegenschaften absolut und bezogen auf die Gesamtfläche sowie die Heizenergieeinsparung inklusive der Kosteneinsparung von 2017 und 2018 nach den gebäudenutzenden Ämtern und Eigenbetriebe zusammengestellt.

Gebäude nutzendes Amt	Anzahl und Flächenanteil betreuter Liegenschaften		Einsparung 2017			Einsparung 2018		
	2017	2018	Energie		Kosten €/a	Energie		Kosten €/a
			MWh/a	%		MWh/a	%	
Hauptamt	1 96 %	1 96 %	1.354,5	36,2	113.559	1.262,2	33,7	125.542
Bezirksämter	4 17 %	4 19 %	690,5	43,2	41.218	633,2	39,6	32.948
Amt f. Liegenschaften und Wohnen	7 43 %	7 41 %	2.234,9	27,1	196.089	2.478,5	30,0	252.661
Amt f. öffentl. Ordnung	1 16 %	1 26 %	617,1	60,8	36.856	610,4	60,2	31.785
Amt f. Umweltschutz	1 124 %	1 124 %	212,1	39,0	18.136	207,0	38,1	20.427
Branddirektion	4 22 %	4 53 %	1.599,8	33,5	101.238	660,9	13,8	39.963
Schulverwaltungsamt	143 86 %	143 86 %	68.728,0	44,0	4.694.856	67.710,9	43,3	4.649.100
Kulturamt	5 74 %	5 74 %	461,4	14,9	27.482	347,8	11,3	18.500
Jugendamt	13 18 %	13 19 %	1.533,8	43,5	93.348	1.401,1	39,8	74.855
Amt für Sport und Bewegung	6 86 %	6 85 %	1.507,6	31,2	104.175	1.145,3	23,7	65.813
Gesundheitsamt	1 98 %	1 100 %	1.535,4	57,7	134.596	1.684,4	63,3	189.153
Krankenhäuser	2 96 %	3 94 %	12.786,9	7,2	599.742	12.389,9	20,7	619.556
Tiefbauamt	4 46 %	4 62 %	1.138,2	50,3	91.715	1.130,6	50,0	97.273
Garten- Friedhofs- und Forstamt	5 54 %	5 61 %	1.523,3	24,3	51.614	1.347,7	21,5	41.800
Eigenb. Abfallwirtschaft	2 57 %	2 67 %	2.608,0	49,0	199.697	2.148,5	40,4	184.034
Bäderbetriebe Stuttgart	15 79 %	15 90 %	29.759,5	48,1	1.778.322	28.155,3	45,5	1.482.148
Eigenb. Leben und Wohnen	6 66 %	6 73 %	6.269,7	49,8	356.569	5.927,1	47,1	356.221
G E S A M T	220	221	134.560,7	39,9	8.639.211,4	129.240,7	38,2	8.281.777

Tabelle 16 Einsparungen im Energiedienst Heizung nach Ämtern und Eigenbetriebe

Die Energieeinsparung einer Liegenschaft ergibt sich aus der Differenz des aktuellen Jahresverbrauchs zu dem Verbrauch der Liegenschaft im jeweiligen Bezugsjahr. Das Bezugsjahr einer Liegenschaft ist das Jahr vor Aufnahme in den städtischen Energiedienst. Wie bereits in den zurückliegenden Jahren, wurde die höchste Einsparung an Heizenergie in den Liegenschaften des Schulverwaltungsamts erreicht.

Die nachfolgenden Praxisberichte stellen beispielhaft die Arbeiten im Energiedienst Heizung dar.

Optimierung der Heizungsregelung in der Robert-Bosch- und Hohensteinschule

Die Robert-Bosch- und die Hohensteinschule befindet sich in Stuttgart-Zuffenhausen. Der Schulkomplex besteht aus einem 1930 erbauten Hauptbau A, einem 1975 bis 1983 erbauten Werkstattbau B und einer Turnhalle. Zudem gibt es noch zwei autark beheizte Außenstellen in der Nähe. Die Berufs- und Grundschule wird von ca. 1.400 Schülern besucht.



Bild 27 Robert-Bosch-, Hohensteinschule Gebäude A, Hauptbau

Die Beheizung der Schule erfolgt über einen Gas-Brennwertkessel mit einem Abgaswärmetauscher und über einen Gas-Niedertemperaturkessel mit jeweils 750 kW Leistung und Außentemperaturregelung. Die Warmwasserversorgung von Bau A wird direkt über Elektrospeicher abgedeckt. Die Duschräume und Küche im Turnhallenbau werden über einen Standspeicher mit 490 Liter Inhalt vom Hauptbau mit Warmwasser versorgt. Die Beheizung des Speichers erfolgt über eine Gastherme. Im Gebäudeteil B befinden sich Werkstätten, Klassenräume und Labore der Robert-Bosch-Schule. Für die Warmwasserversorgung der Dusch- und Waschplätze befindet sich im Keller ein Warmwasserspeicher mit einem Volumen von ca. 2.000 Liter. Dieser wird über die Heizkessel des Hauptgebäudes gespeist. Die Warmwasserversorgung der restlichen Einrichtungen, wie die der Waschtische und Spülbecken des Werkstattbaus erfolgt über elektrisch beheizte Speicher.

Um die Warmwasserversorgung der Dusch- und Waschplätze zu gewährleisten wurden bislang auch in den Sommermonaten die beiden Heizkessel betrieben. Im Rahmen der energetischen Betreuung durch das Amt für Umweltschutz wurde dies bei der Schulleitung und des zuständigen Betriebspersonals hinterfragt. Dabei hat sich herausgestellt, dass eine Nutzung der Dusch- und Waschplätze nicht mehr stattfindet. Aus energie- und betriebswirtschaftlicher Sicht muss deshalb der Betrieb der Heizkessel in den Sommermonaten nicht mehr aufrechterhalten werden. Aus energetischen aber auch aus hygienischen Gesichtspunkten wurde deshalb die Stilllegung der Warmwasserversorgung über den Warmwasserspeicher im Werkstattgebäude der Robert-Bosch-Schule veranlasst.

Sollten Schüler von der Robert-Bosch-Schule während den Sommermonaten duschen wollen, können diese nun auf die Duschräume der angrenzenden Turnhalle ausweichen. Falls in Zukunft ein anhaltender Bedarf an Warmwasser besteht, bzw. dieser zunehmen sollte, macht es aus Sicht des Klima- bzw. Umweltschutzes Sinn, diesen durch den Einbau einer thermischen Solaranlage in Verbindung mit einem Pufferspeicher und einer Frischwasserstation zu decken.

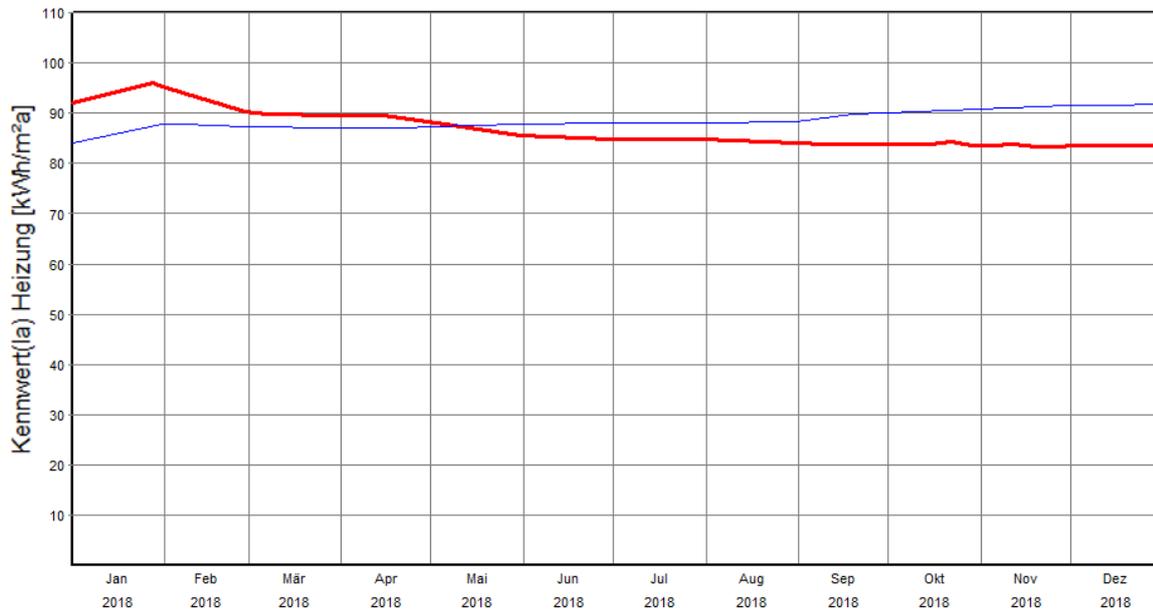


Bild 28 Entwicklung des Heizkennwerts in den Jahren 2017 und 2018

Bild 28 zeigt die positive Entwicklung des Heizkennwerts im Jahr 2018 gegenüber 2017: rund 50.000 kWh/a Heizenergie (Reduktion um 10 %) wurden eingespart. Die jährliche CO₂-Emission verringerte sich um ca. 11 Tonnen CO₂/a und die Heizkosteneinsparung beläuft sich auf ca. 3.000 Euro/a.

Erneuerung der Heizungsregelung in der Bergerschule

Die Bergerschule ist ein sonderpädagogisches Bildungs- und Beratungszentrum mit dem Förderschwerpunkt Lernen. Die Schule besteht aus dem Hauptgebäude, einer Turnhalle und einem Lehrschwimmbecken mit einer Gesamtfläche von 4.700 m². Der Heizenergieverbrauch der vergangenen Jahre beträgt durchschnittlich 400.000 kWh/a. Dies entspricht einem Heizkennwert von etwa 100 kWh/m²a.

Seit 60 Jahren fördert die Berger Schule im Stuttgarter Osten Schüler und Schülerinnen mit Lernschwierigkeiten. Sie stellt die jungen Menschen mit ihren Stärken und Schwächen in den Mittelpunkt der Pädagogik. Die Schüler und Schülerinnen erfahren eine ganzheitliche Erziehung, die auch soziales Lernen sowie den musischen und ethischen Bereich einbezieht. Die sieben z. T. jahrgangsübergreifende Klassen werden von Klassenstufe 1 bis 9 im Klassenlehrerprinzip unterrichtet. Nach Abschluss der Schulzeit an der Berger Schule erfolgt ein begleiteter Übergang an die beruflichen Schulen oder an andere berufsvorbereitende Einrichtungen.



Bild 29 Westansicht der Bergerschule in Stuttgart-Ost

Ende 2016 bzw. Anfang 2017 wurde die marode und zum Teil defekte analoge Heizungsregelung durch eine neue digitale Regelung ersetzt. Gleichzeitig wurden am Heizungsverteiler die alten und unregelmäßig arbeitenden Heizpumpen durch neue geregelte Pumpen ausgetauscht. Auch die kompletten Elektroschaltschränke im Hauptgebäude und im Gebäude des Lehrschwimmbeckens wurden auf den neusten technischen Stand gebracht. Doch trotz dieser Sanierungsmaßnahmen stieg der Heizkennwert in den Jahren 2017 und 2018 von 100 kWh/m²a auf 125 kWh/m²a an (Bild 30).

Gründe für den Verbrauchsanstieg sind zum einen, dass sich die Belegungszeiten für die Nutzung der Schule zum Teil verlängert haben. So ist nun das Lehrschwimmbecken auch an Samstagen geöffnet und die Turnhalle werktags bis 22:00 Uhr durch Vereine belegt. Zum anderen kann der zuständige Mitarbeiter vom Amt für Umweltschutz, der die Schule im Energiedienst betreut, nicht mehr auf die Regelparameter der Heizungs- und Lüftungsregelung zugreifen, um diese energetisch zu optimieren. Die Regelungen sind durch Passwörter geschützt und vom Gebäude betreibenden Amt wurde aufgrund der Betreiberhaftung untersagt, dass die Abteilung Energiewirtschaft eigenständig Optimierungen daran durchführt.

Die verlängerte Nutzungszeit zusammen mit dem Verwehren von Optimierungseinstellungen vor Ort an den Heizungs- und Lüftungsregelungen führen zu einem Mehrverbrauch von ca. 100.000 kWh/a und Mehrkosten von 10.000 Euro/a. Durch den erhöhten Verbrauch steigt der Emissionsausstoß um 27,6 tCO₂ an.



Bild 30 Entwicklung des Heizenergieverlaufs in den Jahren 2017 und 2018

Mängelfeststellung nach Analyse der Energieverbräuche

Am Beispiel von zwei Schulen wird dargestellt, wie anhand der Verbrauchsanalyse der Wärmeversorgung auf Mängel in den Liegenschaften rückschließen ließ.

Die Schule wurde 1974 in Stuttgart Untertürkheim erbaut und besteht aus drei Gebäudeteilen (Bild 31). Es handelt sich um ein staatliches Bildungs- und Beratungszentrum mit dem Förderschwerpunkt Lernen, das von der Stadt Stuttgart als Schulträger unterhalten wird. Insgesamt 111 Schüler und Schülerinnen besuchen die Schule. Seit 2008 wurden immer wieder Umbauten und Sanierungen durchgeführt. Die Beheizung erfolgt durch zwei Gasheizanlagen.

Durch regelmäßiges Erfassen der Zählerstände und stetiges Beobachten des Kennwertverlaufs konnte vom Amt für Umweltschutz im Rahmen der energetischen Betreuung ein Anstieg des Wärmeverbrauchs festgestellt werden. Bei einem Vor-Ort-Termin wurde festgestellt, dass einer der beiden Kessel aufgrund einer irreparablen Leckage außer Betrieb genommen wurde und der andere Kessel im Handbetrieb läuft. Durch die Umstellung auf den manuellen Betrieb wurden die Tag/Nacht-Absenkung und die Wochenendausenkung aufgehoben. Das erklärt den Verbrauchsanstieg an Heizenergie. Im Vergleich zu 2017 wurden rund 366.000 kWh/a Heizenergie mehr verbraucht. Dies entspricht einer Kostensteigerung von rund 17.000 Euro/a und eine CO₂-Emission von 80 Tonnen/a. Auf Grund des insgesamt schlechten Zustands der Heizungsanlage besteht ein dringender Sanierungsbedarf. Dabei wird auch die Nutzung solarer Energie zur Unterstützung der Warmwasserversorgung in der Turnhalle betrachtet.



Bild 31 Au-Schule, Südansicht mit Blick auf den Klassenbau

Das Wirtschaftsgymnasium wurde 1929 in Stuttgart West errichtet und besteht aus zwei Gebäudeteilen (Bild 32). Insgesamt 600 Schüler und Schülerinnen besuchen die Schule. Im Jahre 2016 wurde die Schule komplett saniert und umgebaut. Neben der Erneuerung der Außenfassade und aller Fenster wurden die Klassenzimmer neu ausgestattet und die Innenräume renoviert.

Die Schule wird mit Fernwärme versorgt und wurde im Herbst 2016 in den Energiedienst aufgenommen. Der durchschnittliche Wärmeverbrauch betrug vor der Sanierung $81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ und konnte durch die Sanierungsmaßnahmen auf $59 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ gesenkt werden. Durch die Sanierung der Gebäudehülle wurde der CO_2 -Ausstoß um 5.640 kg/a reduziert.

Nach Fertigstellung der Maßnahmen und Inbetriebnahme der neuen Heizungsregelung begann im Winter 2017 / 2018 in enger Zusammenarbeit mit dem Hausmeister die Optimierung der Regelung und Heizungspumpen. Für den Zeitraum von sechs Wochen wurden in verschiedenen Klassenräumen Temperaturmessgeräte aufgestellt. Diese zeichneten den Raumtemperaturverlauf während der Optimierungsphase auf. Nach wöchentlichen Auswertungen der Messergebnisse begann die schrittweise Anpassung der Regelparameter und der elektronisch geregelten Heizungspumpen. Die Veränderung der Einstellungen geschah in kleinen Schritten, um Beeinträchtigungen für die Gebäudenutzer zu vermeiden.



Bild 32 Wirtschaftsgymnasium West, Nordansicht des Klassenbaus mit Anbau der Turnhalle

Um die Auswirkung der Optimierung zu dokumentieren, erfolgte eine kontinuierliche Aufzeichnung des Fernwärmeverbrauchs während dieses Jahres sowie ein Vergleich mit dem Vorjahr. Der Wärmeverbrauch der Jahre 2017 und 2018 ist in Bild 33 dargestellt.

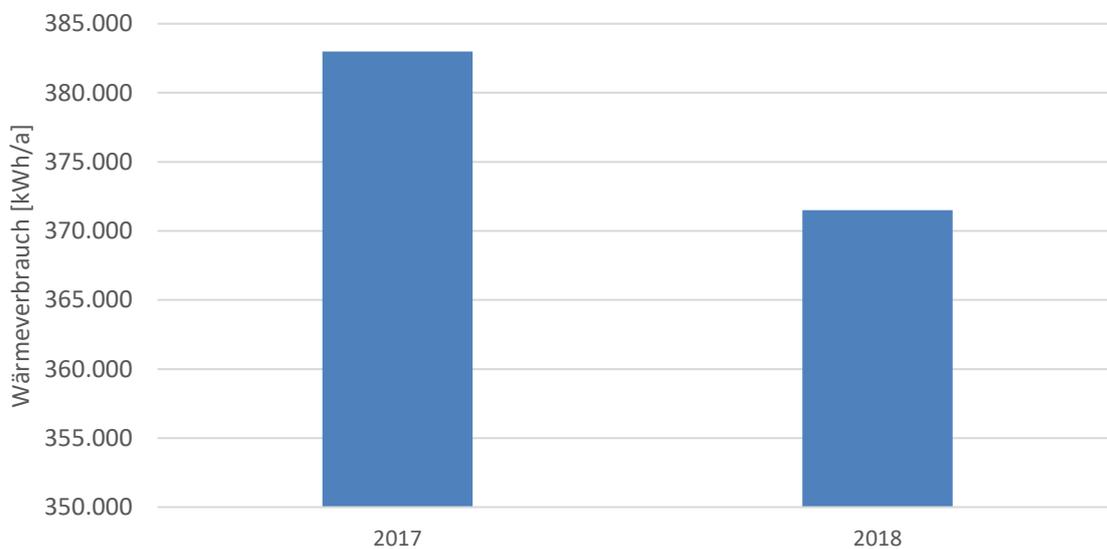


Bild 33 Wärmeverbrauch des Wirtschaftsgymnasiums West in den Jahren 2017 und 2018

Der Wärmeverbrauch der Schule sank im Jahr 2018 von 383.000 kWh/a auf 371.500 kWh/a. Durch die Optimierung kam ein Minderverbrauch von 11.500 kWh/a und eine Kosteneinsparung von 2.500 Euro/a zustande. Der CO₂-Ausstoß wurde dabei um 1.440 kg/a reduziert.

Bei Betrachtung der beiden zuvor genannten Liegenschaften wird deutlich, dass das Einsparergebnis, das bei einer Optimierung erreicht werden kann, sehr stark von der Kooperationsbereitschaft und Mithilfe der Hausmeister und verwaltenden Ämter abhängig ist.

3.2 Energiedienst Strom

Schwerpunktmäßig werden im Energiedienst Strom die Liegenschaften mit hohem Stromverbrauch und mit Eigenerzeugungsanlagen überwacht. Im Jahr 2018 wurden mit 97 überwachten Liegenschaften gleichviele Liegenschaften wie im Vorjahr betreut. Das ebenfalls im Energiedienst Strom überwachte Hauptklärwerk Mühlhausen, ist in den beiden folgenden Tabellen aufgrund des unverhältnismäßig hohen Verbrauchs als einzelne Liegenschaft nicht enthalten, da betriebsbedingte Verbrauchsschwankungen der Hauptkläranlage die Ergebnisdarstellung im Energiedienst überlagern könnten.

Tabelle 17 zeigt die im Energiedienst Strom befindlichen Liegenschaften mit ihren prozentualen und absoluten Einsparergebnissen. Die Fläche der im Energiedienst überwachten Liegenschaften nahm gegenüber dem Vorjahr um 66.453 m² bzw. 8,2 % ab. Die Stromverbrauchseinsparung lag 2018 im Vergleich zu 2017 um 982 MWh bzw. 9 % höher. Die Kosten konnten somit gegenüber dem Bezugsjahr, dem Jahr vor Aufnahme in den Energiedienst, durch den Energiedienst Strom um 2.364.492 Euro gesenkt werden.

Die im Energiedienst befindlichen Gebäude haben einen Flächenanteil von 31,4 % der Gesamtfläche aller städtischen Liegenschaften.

ENERGIEDIENST STROM	Jahr 2017		Jahr 2018	
	Fläche im Energiedienst [m ²]	807.657	33,8 %	741.204
Gesamte Fläche [m ²]	2.387.440	100,0 %	2.360.459	100,0 %
Anzahl der betreuten Anlagen	97		97	
Stromverbrauchseinsparung [MWh]	10.726,563	13,3 %	11.708,457	14,5 %
Kosteneinsparung [€]	2.104.544		2.364.492	

Tabelle 17 Energiedienst Strom der Jahre 2017 und 2018

In Tabelle 18 sind die Einsparungen im Energiedienst Strom der einzelnen Ämter und Eigenbetriebe dargestellt.

Gebäude nutzendes Amt	Anzahl und Flächenanteil betreuter Liegenschaften		Einsparung 2017			Einsparung 2018		
			Energie MWh/a	Energie %	Kosten €/a	Energie MWh/a	Energie %	Kosten €/a
	2017	2018						
Amt für Liegenschaften und Wohnen	1 4 %	1 3 %	77,1	30,7	14.141	36,4	14,5	7.843
Amt für öffentliche Ordnung	2 20 %	2 18 %	70,7	30,9	14.200	191,0	83,4	42.406
Schulverwaltungsamt	48 34 %	48 34 %	844,5	9,1	172.185	1.154,9	12,4	182.221
Kulturamt	4 64 %	4 58 %	673,0	23,8	138.816	554,5	19,6	116.537
Jugendamt	4 5 %	4 4 %	67,2	44,8	17.215	109,2	72,8	15.158
Amt für Sport und Bewegung	3 37 %	3 51 %	667,0	30,9	116.561	608,8	28,2	128.380
Krankenhäuser	3 96 %	3 92 %	1.877,6	5,1	337.337	1.514,0	4,1	283.232
Tiefbauamt	1 15 %	1 16 %	0,0	0	0	115,3	75,0	23.918
Garten-, Friedhofs und Forstamt	4 15 %	4 16 %	68,4	6,1	17.372	308,9	27,6	65.690
Eigenb. Abfallwirtschaft	3 12 %	3 13 %	29,9	21,9	7.652	29,7	21,7	7.671
Eigenb. Leben und Wohnen	5 58 %	5 58 %	468,9	17,0	99.326	468,7	17,0	100.065
Bäderbetriebe Stuttgart	16 87 %	16 87 %	3.548,7	25,7	700.915	3.379,0	24,5	693.402
Stadtentwässerung Stuttgart	3 *)	3 *)	2.333,5	21,3	468.824	3.238,0	29,6	697.969
GESAMT	97	97	10.726,6	13,3	2.104.544	11.708,5	14,5	2.364.492

*) bei Klärwerken ist eine Flächenverteilung nicht sinnvoll

Tabelle 18 Energiedienst Strom – Zusammenstellung nach Ämtern und Eigenbetrieben

Die folgenden Praxisberichte zeigen beispielhaft die Arbeit im Energiedienst Strom. Die gewählten Beispiele sind der Ausbau von Photovoltaikanlagen in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Stuttgart, die Umrüstung des Heschlacher Tunnels auf LED-Technik sowie die Beleuchtungssanierung in der Eiswelt.

Realisierung von Photovoltaikanlagen gemeinsam mit den Stadtwerken

Um den Zubau von Photovoltaik(PV)-Anlagen auf städtischen Gebäuden zu beschleunigen, wurde im Jahr 2017 eine Zusammenarbeit des Amtes für Umweltschutz mit den Stadtwerken Stuttgart beschlossen. Kern dieser Zusammenarbeit ist die Möglichkeit der direkten Vergabe von Baudienstleistungen (Inhousevergabe) an die Energiedienste der Landeshauptstadt Stuttgart GmbH (EDS), einer 100 %-igen Tochtergesellschaft der Stadtwerke Stuttgart. Über das Jahr 2018 wurde die Zusammenarbeit kontinuierlich intensiviert und die gemeinsam entwickelten Arbeitsabläufe wurden in ersten PV-Projekten umgesetzt. Dabei stand eine schnelle und kostengünstige Umsetzung von PV-Anlagen unter Beibehaltung einer hohen Ergebnisqualität im Fokus. Zwischenzeitlich ist die Kooperation mit der EDS zum Standardfall bei der Realisierung von PV-Anlagen geworden und hat wesentlich zur sehr dynamischen Entwicklung beim Zubau der PV-Anlagen beigetragen.

Bild 34 gibt einen Überblick über den gemeinsam entwickelten Standardablauf beim Zubau von PV-Anlagen auf Bestandsgebäuden mit Angabe der jeweils beteiligten Partner. Von Seiten der Landeshauptstadt Stuttgart ist dabei das Amt für Umweltschutz, das jeweils gebäudeführende Amt bzw. der gebäudeführende Eigenbetrieb sowie das Hochbauamt beteiligt. Der Arbeitsablauf wird im Folgenden erläutert.

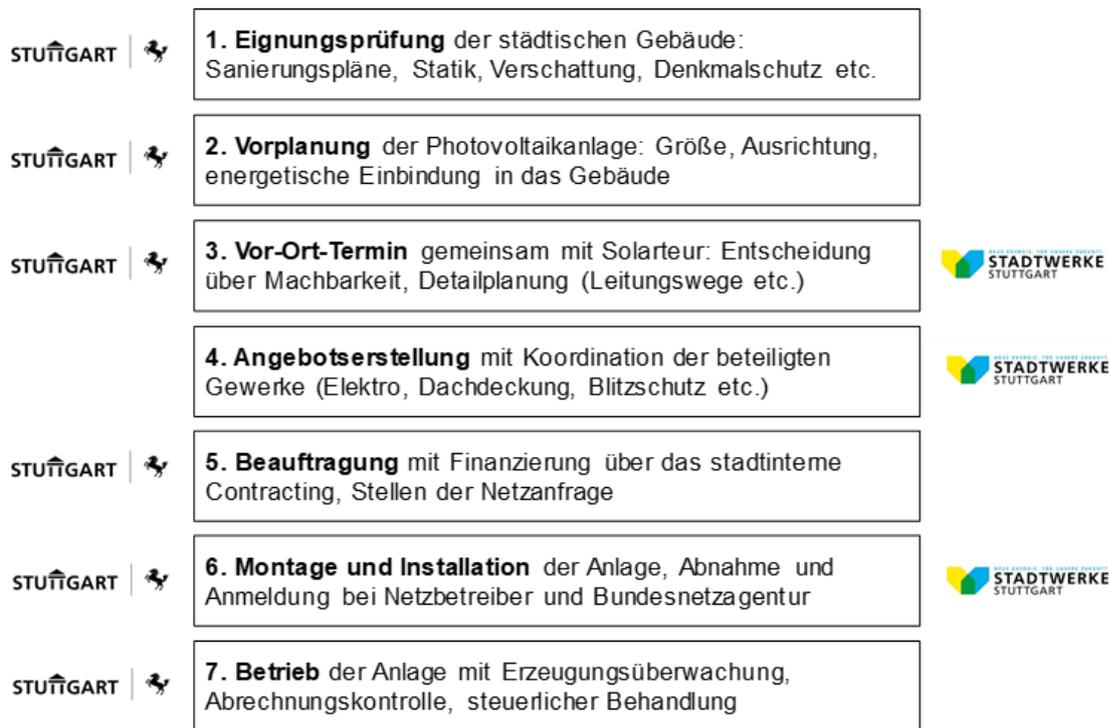


Bild 34 Standardablauf beim Zubau von PV-Anlagen auf Bestandsgebäuden

1. Eignungsprüfung

Im ersten Schritt werden die städtischen Gebäude auf Ihre Eignung für die Errichtung von PV-Anlagen geprüft. Dazu werden zunächst beim Amt für Umweltschutz Luftbilder und Gebäudekataster ausgewertet, um die Dächer hinsichtlich Verschattung, Dachaufbau und Denkmalschutz zu prüfen. Wird auf dieser Basis eine Eignung des Dachs vermutet, erfolgt eine Abstimmung mit dem gebäudeführenden Amt bzw. Eigenbetrieb. Dabei wird geklärt, ob das Dach sanierungsbedürftig ist oder andere Gründe gegen den Bau einer PV-Anlage sprechen, z. B. geplante Aufgabe des Gebäudes oder Ersatzneubau. Ist dies nicht der Fall, werden im nächsten Schritt Informationen zur Dachstatik mit dem Hochbauamt ausgetauscht. Sofern die bestehenden Gebäudeunterlagen keine Aussage zur Dachlastreserve für eine PV-Anlage erlauben, werden dafür durch das Amt für Umweltschutz externe Statikbüros angefragt und beauftragt.

2. Vorplanung

Sobald eine Aussage zur Dachstatik vorliegt, beginnt im zweiten Schritt die Vorplanung der PV-Anlage durch das Amt für Umweltschutz. Dabei fließen u. a. das Ergebnis der Statikuntersuchung, die Vorgaben des jeweiligen Bebauungsplans, die verfügbare Dachfläche, die Dachausrichtung und die Gebäudenutzung mit ihrem Strombedarf in die Planung ein. Im Ergebnis wird ein PV-System gewählt (beispielsweise ist eine Indach-Lösung zu wählen, falls keine Dachlastreserve vorhanden ist), die Anlagengröße und Ausrichtung festgelegt (Süd- oder Ost-West-Ausrichtung) und eine erste Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erstellt. Besteht am Gebäude Denkmalschutz, so sind passende Lösungen zu finden und mit der Denkmalschutzbehörde abzustimmen. Mit Blick auf die geplante Betriebsweise der PV-Anlage - meist Eigenstromnutzung mit Überschusseinspeisung - sind die aktuellen Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zu berücksichtigen und die Gebäudenutzung einzubeziehen (z. B. Nutzung des Gebäudes durch Dritte). Fällt beispielsweise der Stromverbrauch des Gebäudes insbesondere in den Morgen- und Abendstunden an, wird der Einsatz eines Stromspeichers geprüft. Die Ergebnisse der Vorplanung werden an die EDS übergeben.

3. Vor-Ort-Termin

In Schritt drei wählt die EDS auf Grundlage der Vorplanung den Solarteur und ggf. weitere notwendige Gewerke aus. EDS und Amt für Umweltschutz koordinieren daraufhin einen Vor-Ort-Termin mit dem gebäudeführenden Amt bzw. Eigenbetrieb und dem Solarteur. Dabei werden folgende Punkte geklärt:

- Dachzustand (Aufbauten, Blitzschutz, Sekuranten etc.)
- Prüfung von Ausrichtung, Verschattung etc.
- Festlegung Wechselrichterstandort
- Festlegung Einspeisepunkt/ Unterverteilung
- Prüfung Leitungsweg
- Prüfung Hausanschluss
- ggf. Prüfung Denkmalschutz

Es wird ein Bild-Protokoll des Vor-Ort-Termins erstellt mit Dokumentation der getroffenen Festlegungen und Besonderheiten. Auf dieser Grundlage wird ein Angebot der EDS angefordert.

4. Angebotserstellung

Um im vierten Schritt ein Gesamtangebot zu erstellen, holt die EDS Angebote der einzelnen Gewerke ein und erstellt eine Detailplanung des PV-Projekts. Dazu gehört die Erstellung eines Modulbelegungsplans mit Ballastierungs- und Gewichtsangaben, die Prüfung von Brand- und Blitzschutz, Gerüststellung und Anforderungen des Netzbetreibers wie Mittelspannungszertifikat oder Netz- und Anlagenschutz mit Planung der entsprechenden Arbeiten. Ebenfalls im Angebot enthalten ist die Abnahme des PV-Projekts durch eine sachverständige Person (z. B. Dekra, TÜV), falls erforderlich.

5. Beauftragung

Das vorliegende Angebot der EDS wird im fünften Schritt durch das Amt für Umweltschutz geprüft. Wenn alles passt, wird eine Beauftragung erstellt und durch das Amt für Umweltschutz und das gebäudeführende Amt bzw. den gebäudeführenden Eigenbetrieb unterzeichnet. Parallel dazu erstellt das Amt für Umweltschutz eine Vereinbarung für die Finanzierung der PV-Anlage aus Mitteln des stadtinternen Contractings. Grundlage der Contracting-Vereinbarung ist die Wirtschaftlichkeitsberechnung. Darin werden den Investitionen für den Bau der PV-Anlage gemäß Angebot der EDS die zu erwartenden Erträge gegenübergestellt. Diese resultieren aus dem vermiedenen Strombezug durch Eigenverbrauch sowie aus den Erlösen der EEG-Vergütung bzw. Direktvermarktung bei Einspeisung des Überschussstroms ins öffentliche Netz. Seit 28.05.2020 ist aufgrund eines Gemeinderatsbeschlusses (GRDRs 1493/2019 mit Antrag 195/2020) zusätzlich ein CO₂-Preis von zunächst 50 Euro/tCO₂ für vermiedene CO₂-Emissionen anzurechnen, der jährlich um 15 Euro/tCO₂ dynamisiert wird. Eine Maßnahme gilt dann als wirtschaftlich, wenn ein positiver Kapitalrückfluss innerhalb der Anlagennutzungsdauer zu erwarten ist. Im Fall von PV-Anlagen liegt diese entsprechend der Produkt- und Leistungsgarantien durch den Hersteller in der Regel bei 25 Jahren.

Die Contracting-Vereinbarung wird vom Amt für Umweltschutz und dem gebäudeführenden Amt bzw. Eigenbetrieb unterzeichnet. Im Gegenzug für die Übernahme der Investitionskosten durch das Amt für Umweltschutz wird dem jeweiligen Amt für die Dauer der Laufzeit der Vereinbarung das Energiebudget in Höhe des zu erwartenden jährlichen Mittelrückflusses gekürzt. Die Mittelrückflüsse in das Contracting-Budget können dann wieder für weitere energiesparende Maßnahmen eingesetzt werden. Im Vorfeld der Beauftragung stellt das Amt für Umweltschutz zudem die Netzanfrage beim zuständigen Netzbetreiber und bearbeitet den eventuellen Klärungsbedarf.

6. Montage und Installation

In Schritt sechs erfolgt die Montage und Installation der PV-Anlage durch Fremdfirmen unter Koordination der EDS. Dabei erfolgt eine enge Abstimmung mit dem Amt für Umweltschutz und dem gebäudeführenden Amt bzw. Eigenbetrieb. Zu berücksichtigen sind u. a. die Lieferzeiten der PV- und Speichersysteme, die Nutzungsabläufe im Gebäude (z. B. bei einem durch viele Akteure genutzten Schulgebäude), die Witterung (insbesondere bei Indach-Anlagen) sowie die Abläufe im Zusammenspiel der verschiedenen Gewerke.

Bild 35 zeigt als Beispiele die PV-Anlagen auf dem Dach des Männerwohnheims, Friedhofstr. 28, und der Tiefenbachschule, Tiefenbachstr. 66 a, die in Zusammenarbeit mit der EDS entstanden sind, im Entstehungsprozess. Die Anlage auf dem Männerwohnheim hat eine installierte Leistung von 15,12 kWp und eine Modulfläche von 93,5 m². Bei der Anlage auf der Tiefenbachschule sind es 29,96 kWp und 178,7 m².



Bild 35 PV-Anlagen auf dem Männerwohnheim und der Tiefenbachschule

Nach fachgerechter Montage und Anschluss der PV-Anlage wird ein gemeinsamer Abnahmetermin durchgeführt, i. d. R. mit einer externen sachverständigen Person. Die Abarbeitung der dabei erstellten Mängelliste wird durch die EDS überwacht. Das Amt für Umweltschutz veranlasst parallel dazu die Anmeldung der PV-Anlage beim zuständigen Netzbetreiber und bei der Bundesnetzagentur mit Aufnahme in das Marktstammdatenregister.

7. Betrieb

Im siebten und letzten Schritt geht die nun fertiggestellte PV-Anlage in den Betrieb über. Der Betreiber der Anlage ist das gebäudeführende Amt bzw. der gebäudeführende Eigenbetrieb. Die Anlagenüberwachung und Zuarbeit bei allen energetischen Belangen erfolgt durch das Amt für Umweltschutz. Hierzu gehört das Monitoring der Stromerzeugung mit Problembehebung im Störfall, die Prüfung von Einspeiseabrechnungen sowie die Meldung der eigenverbrauchten Strommengen an die Stadtkämmerei zu korrekten steuerlichen Meldung der PV-Anlagen. Zwischenzeitlich ist ebenfalls der Aspekt der messtechnischen Abgrenzung und Verrechnung bei Stromweiterleitung an Dritte zu berücksichtigen.

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit

Wie der oben beschriebene Arbeitsablauf verdeutlicht, sind viele technische und organisatorische Aspekte zu klären, bis eine neue PV-Anlage in Betrieb genommen werden kann. Auf dem Weg zum Ziel der Stadtverwaltung, auf allen geeigneten städtischen Dächern eine PV-Anlage umzusetzen, wurden die Umsetzungsprozesse immer weiter verfeinert und die Zusammenarbeit mit der EDS hat sich als sehr fruchtbar

erwiesen. Dies schlägt sich auch in den Zubauzahlen nieder. Waren es im Jahr 2017 noch 5 neue PV-Anlagen, konnten 2018 bereits 11 und im Jahr 2019 weitere 30 PV-Anlagen installiert werden. Dieser Trend hält weiter an und es befinden sich aktuell über 100 weitere PV-Anlagen in der Umsetzung.

Die PV-Anlagen erzeugen zunehmende Mengen an erneuerbarem Strom, speisen ihn in die Gebäude bzw. das öffentliche Netz ein und tragen somit zum Klimaschutz und zur Entlastung des städtischen Haushalts bei.

Umrüstung des Heselbacher Tunnels auf LED-Technik

Der Heselbacher Tunnel ist mit 2,3 km der längste Straßentunnel der Landeshauptstadt Stuttgart. Der zweispurige Gegenverkehrstunnel im Süden Stuttgarts ist Teil der Verbindung vom Stadtzentrum zum Autobahnkreuz Stuttgart. Vor Eröffnung des Tunnels im Jahr 1991 führte die Bundesstraße 14 mitten durch den Kern von Stuttgart-Heselbach, was die Ortsdurchfahrt zu einer der höchst belasteten Radialstraßen Stuttgarts machte. Mit einem Verkehrsaufkommen von bis zu 50.000 Fahrzeugen pro Tag ist der Heselbacher Tunnel zu einem der am meisten frequentierten Tunnel Europas geworden.

Die Leuchtstoffröhren mit Baujahr 1989/91, die als durchgängiges Lichtband an der Tunneldecke montiert waren, hatten einen jährlichen Stromverbrauch von knapp 500.000 kWh. Bevor im Jahr 2018 die Umrüstungsarbeiten in die Tat umgesetzt werden konnten, wurde bereits 2016 eine Bemusterung von Tunnelleuchten durchgeführt. Im Zuge dieser Bemusterung zeigte sich, dass die LED-Tunnelleuchten, welche am Markt verfügbar sind, noch nicht den gemeinsamen Vorstellungen der Stadt und ihrem Dienstleister Stuttgart Netze GmbH entsprachen. Insgesamt wurden vier unterschiedliche Hersteller bemustert. Die Auswahlkriterien waren Nachhaltigkeit, Wartungsfreundlichkeit und Lichttechnik. Insbesondere das Thema Nachhaltigkeit war hier von Bedeutung, da im Tunnel die Durchfahrtsleuchten 24/7 in Betrieb sind. Dies hat bei einer Lebensdauer von 80.000 – 100.000 h einen Tausch von Treiber und LED-Platinen zur Folge, der innerhalb von ca. 12 Jahren erfolgen muss.

Gemeinsames Ziel war es daher, Leuchten zu finden die modular aufgebaut sind. Dies bedeutet, dass nur das „Innenleben“ getauscht wird. Die Leuchtgehäuse, die dann beispielsweise aus hochwertigem Edelstahl bestehen, sowie die Verkabelung und Steuerung bleiben unberührt an der Tunneldecke. Da es hierzu nicht die gewünschten Produkte am Markt gab, wurde gemeinsam mit einem Hersteller ein innovatives, eigenes Produkt entwickelt, das den gesteckten Anforderungen im Bereich Durchfahrtsbeleuchtung voll entsprach. Treiber und LED können nun werkzeuglos mittels Trägerplatte getauscht werden.

Die Leuchtenentwicklung in der Adaptionsbeleuchtung, die im Bereich der Tunneleinfahrt und -ausfahrt zum Einsatz kommt, konnte hingegen nicht überzeugen. Daher wurde entschieden, dass nur die Durchfahrtsbeleuchtung umgerüstet werden soll. Sobald die Entwicklung weiter fortgeschritten ist, soll die Adaption ebenfalls getauscht werden.

Nachdem die Leuchtenbemusterung abgeschlossen war, konnte das Projekt ausgeschrieben und durch eine auf Tunnelausstattung spezialisierte Firma umgesetzt werden. Der Zeitraum wurde auf sieben Wochen für die Montage von Kabeltrassen, Leuchten und Kabelzug in den Sommerferien, sowie zwei Wochen für die Demontage der alten Beleuchtung in den Herbstferien festgelegt. Dank dem vollen Einsatz aller Projektbeteiligten, konnte dieser enge Zeitplan eingehalten werden.

Für die neue Durchfahrtsbeleuchtung wurden statt der 1.800 alten Leuchtstoffröhren 389 LED-Leuchten montiert. 20 Kilometer Daten- und Leuchtenleitungen sowie vier Kilometer Lichtwellenleiterkabel wurden neu verlegt, 15 Schaltschränke zur Versorgung der einzelnen Tunnelabschnitte aufgestellt und die Pannen-

buchten aufgrund des neuen Brandschutz-Niveaus für Tunnels (RABT) neu ausgeleuchtet. Mit einer Energieeinsparung von ca. 200.000 kWh im Jahr verbrauchen die neuen Leuchten etwa 40 % weniger Energie als ihre Vorgänger.

Der Lichtpunktabstand beträgt nun ca. 9,5 m. Durch die LED Technik konnte trotz größerem Lichtpunktabstand die Beleuchtungsstärke erhöht werden. Die alten Leuchtstoffröhren hatten einen größeren Streulichtanteil. Durch dieses Streulicht an Tunnelwand und Decke wirkte der Tunnel im Ganzen etwas heller als im gerichteten Licht der LED. Um diesem visuellen Eindruck entgegenzuwirken, wurde die Beleuchtungsstärke über die Anforderungen an Straße und Wand durch die RABT (Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln) hinaus nochmal erhöht.



Bild 36 Alte (links, durchgängiges Lichtband) und neue Anlage (rechts) der Durchfahrtsbeleuchtung



Bild 37 Nothaltebuchten mit und ohne Beleuchtung auf der Musterstrecke zwischen Marienplatz und Karl-Kloß-Straße

Während die alte Beleuchtung keinen Nachtbetrieb hatte, unterscheiden die neuen Leuchten zwischen einer Tag- und einer reduzierten Nachtstufe. Die Ansteuerung erfolgt durch einen Leitreechner, der den Zustand auf dem KNX BUS widerspiegelt. KNX steuert die Schaltbefehle und gibt an die DALI (Digital Addressable Lighting Interface) Gateways Dimmwerte weiter. Diese können stufenlos eingestellt werden. Eine Ferndiagnose war bislang nur begrenzt durch die Tunnelbetriebstechnik gegeben. Durch die neue Technik ist die Detektion von ausgefallenen Leuchten und Darstellung von Verteilungen, Meldung eines Sicherheitsausfalls und dergleichen per Fernzugriff durch die Stuttgart Netze GmbH möglich.

Das Projekt wurde vom Amt für Umweltschutz über das stadtinterne Contracting unterstützt. Die Investitionskosten für Beleuchtung, Kabel, Kabelwege inklusive Planung und Bauüberwachung betrugen

2.100.000 Euro. Mit 600.000 Euro aus Contractingmitteln konnten die anteiligen Kosten für die Tunnelleuchten incl. Montage getragen werden. Die statische Kapitalrückflusszeit für diesen Finanzierungsanteil liegt bei rund 11 Jahren.

Beleuchtungssanierung in der Eiswelt

Die Eiswelt Stuttgart ist ein Eisstadion auf der Waldau, im Stadtbezirk Stuttgart-Degerloch. Das Angebot reicht vom Eislaufen für die ganze Familie, für Schulen und Kindergärten, über Publikumslauf und Eis-Disco, bis hin zum Vereins- und Ligasport für Eishockey, Eiskunstlauf, Eistanz und Eisstockschießen.

Während der Sommerpause 2018 wurde in der Halle 1 die Eisflächenbeleuchtung saniert. Die Ziele waren, eine Verringerung der CO₂-Emissionen, die Reduzierung der Verbrauchs- und Energiekosten und zusätzlich auch eine Verbesserung der aktuellen Beleuchtungsqualität zu erreichen. Dazu wurden die alten Lichtbänder mit insgesamt 118 Langfeldleuchten durch 50 neue hocheffiziente LED-Hallentiefstrahler mit Notlichtfunktionalität ersetzt. Die alte Lichtsteuerung wurde abgelöst, durch ein neues Lichtmanagementsystem mit integrierter Lichtregelung. Diese Regelung hält auch bei Tageslichteinfall das Beleuchtungsniveau, über die dimmbaren LED-Leuchten, stets konstant und verringert so den Energieeinsatz auf das mögliche Minimum. Zusätzlich kann heute den wechselnden Nutzergruppen die jeweils passende Lichtsituation über wählbare Beleuchtungsszenarien zur Verfügung gestellt werden. Die neue Beleuchtung erzeugt, durch Lichtqualität mit gleichmäßiger und reflexionsarmer Ausleuchtung, eine durchweg positive Resonanz bei den Nutzern.

Bild 38 zeigt eine der Bildschirmmasken des Lichtmanagement-Systems mit zwei Tageslicht-Gruppenreglern, Vorgabewerten für Beleuchtungsszenen sowie Einstellung der aktuell aktiven Funktion (hier Trainingsbetrieb).

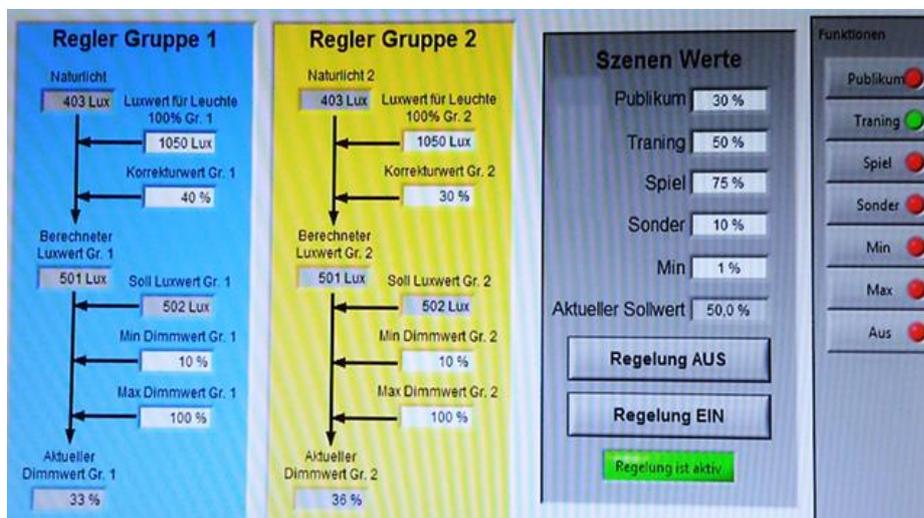


Bild 38 Tageslichtregelung im Trainingsbetrieb

Die dargestellten Gruppenregler als Tageslichtregler erfassen den aktuell verfügbaren Naturlichtanteil über einen Sensor und über weitere Sensoren eine Mischung aus Natur- und Kunstlichtanteil an den dunkelsten Stellen der Eisfläche. Die Regelung gewichtet entsprechend die Lichtverhältnisse und reduziert bei verfügbarem Naturlicht über die dimmbaren LED-Leuchten den zu erzeugenden Kunstlichtanteil. Mit dieser Regelungsart sind zeitweise Einsparungen von über 30 % möglich.

Die Maßnahme senkt den jährlichen Energieverbrauch von 139.100 kWh pro Jahr um 80 % auf 27.400 kWh pro Jahr. Daraus ergibt sich eine Einsparung von 1.317 tCO₂ über die gesamte technische Lebensdauer von 20 Jahren. Die oben genannten gesetzten Ziele konnten somit erreicht werden. In Bild 39 und Bild 40 ist der Zustand vor und nach der Beleuchtungssanierung dargestellt.

Gefördert wurde diese Maßnahme mit 40 % der Investitionskosten durch die Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums (BMU). Antragstellung und Abwicklung erfolgte über den Projektträger Jülich (PTJ), als Partner für Forschung und Innovationsförderung des Bundes (Förderkennzeichen: 03K08928).



Bild 39 Alter Zustand 118 Leuchtstoffleuchten je 4 x 80 W



Bild 40 Neuer Zustand 50 LED Hallentiefstrahler je 3 x 100 W

1

2

3

4

5

3.3 Energiedienst Wasser

In 2018 wurden in 25 städtischen Liegenschaften der Wasserverbrauch vom Energiedienst überwacht. Mit Hilfe des Stuttgarter-Energie-Kontroll-Systems (SEKS) werden einige dieser Wasseranlagen ständig überwacht, dadurch werden verbrauchsrelevante Defekte an Leitungen und der Technik schnell erkannt. Wie in den letzten Jahren lagen die Schwerpunkte für den Energiedienst Wasser auch 2017 bei den Anlagen der Bäderbetriebe Stuttgart, des Schulverwaltungsamts und des Garten-, Friedhofs- und Forstamts.

Tabelle 19 zeigt die Aufteilung der im Energiedienst Wasser betreuten Anlagen nach prozentualen Einsparergebnissen und das absolute Gesamtergebnis.

ENERGIEDIENST WASSER	Jahr 2017		Jahr 2018	
	ANZAHL	%	ANZAHL	%
Anzahl der betreuten Anlagen	27	100,0	25	100,0
Wasserverbrauchseinsparung [m³]	161.067	34,6 %	138.177	30,6 %
Kosteneinsparung [€]	529.522		535.031	

Tabelle 19 Ergebnisse Energiedienst Wasser der Jahre 2017 und 2018

Bei zehn Anlagen war im Jahr 2018 keine Reduzierung des Wasserverbrauchs möglich, wogegen bei sechs Einrichtungen über 40 % Wasser eingespart wurde. Die gesamte Einsparung reduzierte sich 2018 gegenüber dem Vorjahr um 32.800 m³ auf 138.177 m³. Entsprechend hat sich auch die prozentuale Einsparung gegenüber dem Wasserverbrauch im Bezugsjahr auf 30,6 % reduziert. Die Kosteneinsparung mit dem Energiedienst Wasser lag 2018 bei 535.031 Euro/a.

In Tabelle 20 ist die Verteilung der Anlagen auf die einzelnen Ämter und Eigenbetriebe wiedergegeben. Wie im Vorjahr haben die Bäderbetriebe Stuttgart mit 389.093 Euro/a das beste Wassereinsparergebnis.

GEBÄUDE- NUTZENDES AMT	ANZAHL DER BETREUTEN LIEGEN- SCHAFTEN 2017/2018	EINSPARUNG 2017			EINSPARUNG 2018		
		Wasser m³/a	Wasser %	Kosten €/a	Wasser m³/a	Wasser %	Kosten €/a
Schulverwaltungsamt	7 / 6	2.786	13,9	9.849	796	4,8	3.569
Kulturamt	1 / 1	1.931	77,3	4.738	1.329	53,2	5.476
Jugendamt	1 / 1	0	0,0	0	0	0,0	0
Amt für Sport und Bewegung	1 / 2	1.022	11,4	3.097	0	0,0	0
Behandlungszentrum Mitte	- / 1	0	0,0	0	1.084	22,9	4.757
Garten-, Friedhofs- und Forstamt	3 / 3	37.267	37,0	143.446	25.477	25,3	102.632
Bäderbetriebe Stuttgart	9 / 9	111.087	44,6	340.142	102.295	42,8	389.093
Eigenb. Leben und Wohnen	1 / 1	6.976	45,1	28.252	7.196	46,5	29.504
Veranstaltungsgesellschaft Stuttgart	1 / 1	0	0,0	0	0	0,0	0
GESAMT	25 / 25	161.067	34,6	529.523	138.177	30,6	535.031

Tabelle 20 Energiedienst Wasser – Zusammenstellung nach Ämtern und Eigenbetrieben

3.4 Tarifwesen und Energiebeschaffung

Der Heizölverbrauch der Stadt Stuttgart einschließlich der Eigenbetriebe belief sich 2018 auf 979.353 Liter. Der Mehrverbrauch im Vergleich zu 2017 beträgt 30.462 Liter Heizöl (3,4 %). Durch den um 24,4 % höheren Preis und dem gestiegenen Verbrauch beliefen sich die Gesamtkosten für Heizöl 2018 auf 656.248 Euro und damit um 28,7 % mehr als 2017.

Der Verbrauch von Erdgas reduzierte sich 6,1 % auf 183.292 MWh. Durch einen geringeren Arbeitspreis beim Erdgas reduzierten sich die Verbrauchskosten um 12,5 %.

Bei einem Verbrauch von 71.198 MWh Fernwärme und Kosten von 7 Mio. Euro ergibt sich für 2018 ein Preis von 98,69 Euro/MWh; dies ist eine Erhöhung um 15,5 % gegenüber dem Vorjahr. Diese Erhöhung ist auch auf den geringeren Verbrauch bei einem gleichen Leistungspreis zurückzuführen. 2017 betrug der Preis 85,4 Euro/MWh bei 79.268 MWh Verbrauch und Kosten von 6,8 Mio. Euro.

Im Jahr 2018 benötigten die mit Flüssiggas betriebenen Anlagen 350.000 kWh, dies entspricht einer Verbrauchssteigerung von 40,5 % gegenüber dem Vorjahr. Der Flüssiggaspreis erhöhte sich 2018 um 54,2 % und mit dem erhöhten Verbrauch stiegen die Kosten um 116,7 %.

Biomasseanlagen lieferten 2018 mit 7.470 MWh dies ist ungefähr die gleiche Energiemenge wie im Vorjahr. Durch das Garten-, Friedhofs- und Forstamt wurden im Jahr 2018 insgesamt 7.470 m³ Holzhackschnitzel für die Befuerung stadt-eigener Anlagen selbst erzeugt. Der Brennstoff für Pelletanlagen kann nicht selbst erzeugt werden und wird extern beschafft.

Der Stromverbrauch in 2018 lag mit einem Jahresverbrauch von 186.229 MWh/a um 4,6 % niedriger als im Vorjahr. Die Stromverbrauchskosten reduzierten sich um 2,8 %.

3.5 Energiepreisvergleiche

Die Landeshauptstadt Stuttgart führt Preisvergleiche für die bei der Stadt eingesetzten Energiearten durch. Dabei werden die Preise der unterschiedlichen Heizenergiearten mit den Energiepreisen deutscher Großstädte verglichen. Als Stichtag wird der 1. April verwendet.

Stuttgarter Energie- und Wärmepreisvergleich

In Tabelle 21 ist das Ergebnis des Wärmepreisvergleichs für 2018 wiedergegeben. Die Jahresnutzungsgrade verschiedener Wärmeerzeuger sind nach den Angaben der VDI 2067 berücksichtigt. Damit die Wärmepreise verschiedener Heizenergiearten direkt vergleichbar sind, wird ein Referenzobjekt mit 200 kW und 1.500 Vollbenutzungsstunden zugrunde gelegt. Wie in der Vergangenheit dient für den prozentualen Vergleich der Fernwärmepreis als Bezugsgröße.

PREISSTAND 01.04.2019		FERNHEIZ- WASSER	ERD- GAS	FLÜSSIG- GAS	HEIZ- STROM	HEIZÖL
TARIF		FNMP_90K	ErdgasPofi Fix Midi	Tankzug	SBJGOVWHE	(4)
EINHEIT	E	MWh	MWh(Hs)	100 kg	MWh	100 l
HEIZWERT	MWh/E	1,000	0,903	1,280	1,000	1,000
NUTZUNGSGRAD (2)	%	98	88	88	94	86
ENERGIEPREIS	€/E	110,52	37,61	42,00	175,41	65,10
SPEZ.EN.PRS (3)	€/MWh	110,52	41,65	32,81	175,41	65,10
WÄRMEPREIS	€/MWh	112,78	47,33	37,29	186,60	75,70
PROZ.VERGLEICH	%	100,0	42,0	33,1	165,5	67,1
(1): Berechnungsgrundlage 1.500 Vollbenutzungsstunden bei 200 kW (2): Nach VDI-Richtlinie 2067 für Heizkessel von 120-300 kW ab Baujahr 1979 (3): Spezifischer Energiepreis bezogen auf den Heizwert (Hi) (4): Bei einer Bestellmenge von 30.000 l Preise einschließlich Mehrwertsteuer						

Tabelle 21 Stuttgarter Wärmepreisvergleich 2019 (Preisstand 1. April 2019)

Im Gegensatz zu dem konstanten Preisniveau in den neunziger Jahren gab es danach größere Preisänderungen mit zum Teil erheblichen Schwankungen (Bild 41). Die Preise in den Jahren 2000 bis 2012 stiegen mit kurzen Unterbrechungen an. Diese Tendenz setzte sich bei Fernwärme (Fernheizwasser) abgeschwächt bis 2017 fort. Starke Preiserhöhungen sieht man in den Jahren 2018 und 2019.

Bei Erdgas und Heizöl gab es 2013 bis 2018 erhebliche Preisreduzierungen, 2018 reduzierten sich der Öl- und Gaspreis. In den Jahren 2012 bis 2018 reduzierten sich der Erdgaspreis um 52,9 %, der Heizölpreis um 52,2 % und der Fernheizwasserpreis um 1,9 %. 2019 stieg der Heizölpreis stark an, der Erdgaspreis blieb nahezu konstant.

Bei Fernwärme glichen die Preiserhöhungen bis 2007 den Preisrückgang in den Jahren 2003 und 2004 mehr als aus. 2010 sank der Fernwärmepreis, stieg aber danach wieder an. In 2013, 2014 und 2017 reduzierte sich der Preis, dazwischen stieg der Preis immer wieder an. 2018 lag der Preis etwas unter dem Niveau von

2012. Bezogen auf 2004 erhöhte er sich insgesamt um ca. 85 %. 2019 erreicht der Fernwärmepreis den bisher höchsten Wert ein.

Der Heizölpreis erhöhte sich seit dem Jahr 1999 kontinuierlich, reduzierte sich im Jahr 2009, stieg bis 2012 wieder stark an und blieb 2013 nahezu konstant. 2014 bis 2016 gab es eine starke Preisreduktion, 2017 stieg er leicht an und reduzierte sich 2018 wieder. Der Erdgaspreis zeigt einen ähnlichen Preisverlauf wie Heizöl. Durch eine Vertragsanpassung beim Erdgas im Jahr 2013 reduzierte sich der Preis in 2014 und entsprach einer stärkeren Preisreduzierung als beim Heizöl. Ab 2015 reduzierte sich der Heizölpreis und war 2016 wieder günstiger als Erdgas. 2017 und 2018 sind die Preise ungefähr gleich. Der Erdgaspreis erhöhte sich 2019 minimal, der Ölpreis erhöhte sich stark.

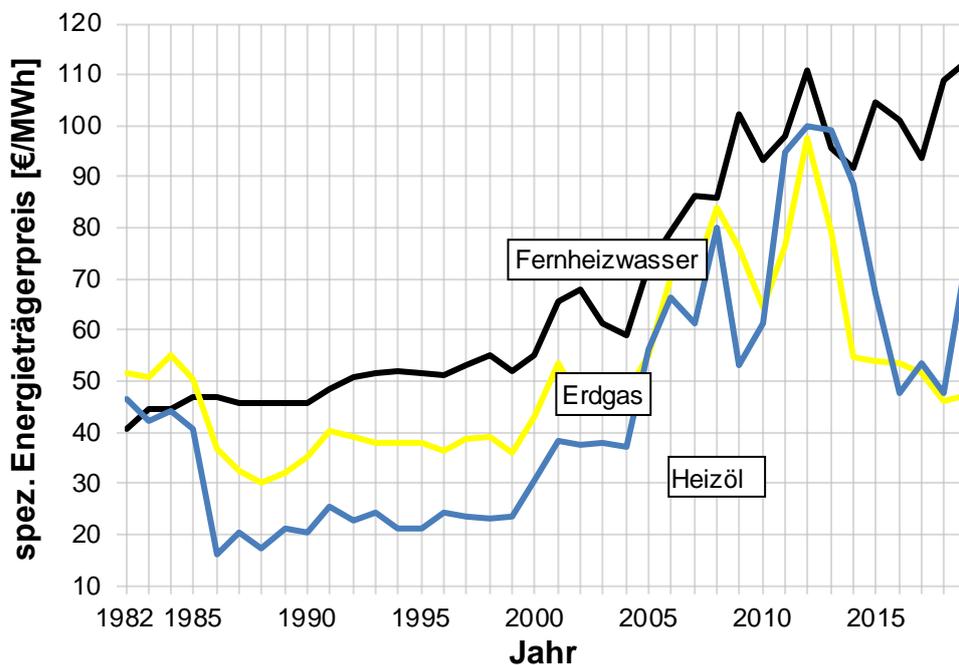


Bild 41 Entwicklung der Wärmepreise

Kommunaler Energie- und Wasserpreisvergleich

Die Landeshauptstadt Stuttgart führt im Auftrag des Arbeitskreises Energiemanagement des Deutschen Städtetags jedes Jahr einen Energie- und Wasserpreisvergleich durch, um den Kommunen in Deutschland die Einordnung ihrer Energiepreise zu erleichtern. 2019 haben sich von den 34 angeschriebenen Städten 24 beteiligt.

In Tabelle 22 ist das Ergebnis des Preisvergleichs zusammengestellt. Dargestellt sind jeweils die höchsten, niedrigsten und mittleren Energie- und Wasserpreise sowie die Preise aus Stuttgart in der Entwicklung von 2016 bis 2019. Als Energiepreise liegen die Strom-, Erdgas-, Fernwärme-, Heizöl-, Pellets-, und Hackschnitzelpreise vor. Zudem sind die Wasser-, Frischwasser- und Abwasserpreis angegeben.

Damit trotz der unterschiedlichen Vertragsstrukturen in den Kommunen ein Vergleich möglich ist, wurde ein für ein kommunales Gebäude typisches Abnahmeverhältnis definiert. Zugrunde gelegt wird ein Verwaltungsgebäude mit 7.000 m² Nutzfläche, einem Heizkennwert von 150 kWh/m²a und 1.500 Vollbenutzungsstunden sowie einem Stromkennwert von 20 kWh/m²a mit 1.400 Vollbenutzungsstunden. Seit dem Jahr 2007 werden auch die Preise für Holzpellets und Holzhackschnitzel abgefragt, da die regenerativen Energien an Bedeutung zunehmen. In den Kosten sind sämtliche Steuern und Abgaben enthalten.

Der durchschnittliche Strompreis steigt seit dem Jahr 2001 (Bild 42) an. Durch eine interne Anpassung der Tarifstruktur stieg der Strompreis in Stuttgart für den betrachteten Gebäudetyp. Im Jahr 2007 entsprach das Preisniveau dem Mittelwert. Nach einer europaweiten Ausschreibung des städtischen Strombedarfs reduzierte sich ab 2008 der Arbeitspreis für Strom. Durch den Anstieg der gesetzlichen Abgaben erhöhte er sich 2009 bis 2015 wieder. 2014 wurde 100 % Ökostrom bezogen und der Preis lag minimal über dem Mittelwert. Ein Anstieg gesetzlicher Abgaben und Umlagen führte jedoch zu weiteren Preissteigerungen im Strombereich. 2019 lag der Strompreis in Stuttgart knapp unter dem Durchschnittspreis

Beim Heizöl blieb der mittlere Preis über fünf Jahre bis zum Jahr 2004 weitgehend konstant. In den Jahren 2005 und 2006 ist ein deutlicher Anstieg der Heizölpreise festzustellen. 2007 fand eine leichte Reduzierung des Preises statt, die aber durch die Erhöhung 2008 kompensiert wurde. Durch den Preisrückgang 2009 reduzierte sich der mittlere Preis. Die Preissteigerungen 2010 bis 2012 (höchster mittlerer Preis) und die Preisreduktion 2013 bis 2016 bewirkten, dass der mittlere Preis im Jahr 2016 um ca. 51 % niedriger liegt als 2012. Von 2017 bis 2019 erhöhe sich der Öl Preis. 2018 und 2019 ist Öl teurer als Erdgas. Die Preisspanne zwischen den Städten ist weitaus geringer als bei leitungsgebundenen Energien.

In den neunziger Jahren war der mittlere Gaspreis weitgehend konstant. Nach einem Preisanstieg im Jahr 2001 ging er 2002 etwas zurück und blieb bis 2004 nahezu unverändert. In den Jahren 2005 und 2006 nahm er um 50,7 % zu. Gegenüber dem Anstieg des Heizölpreises war diese Steigerung geringer, sodass sich der Preisunterschied 2005 aufhob. In den Jahren 2006, 2007 und 2009 nahm der Preisunterschied zu Gunsten des Heizöls wieder zu. 2008, 2010 bis 2015 lag der mittlere Gaspreis unter dem Heizölpreis. Durch den unterschiedlich starken Preisanstieg bzw. die unterschiedliche Preisreduzierung des Heizöl- und Gaspreises im Jahr 2016 ist der mittlere Gaspreis höher als der mittlere Heizölpreis. 2018 und 2019 ist der mittlere Gaspreis geringer als der mittlere Ölpreis.

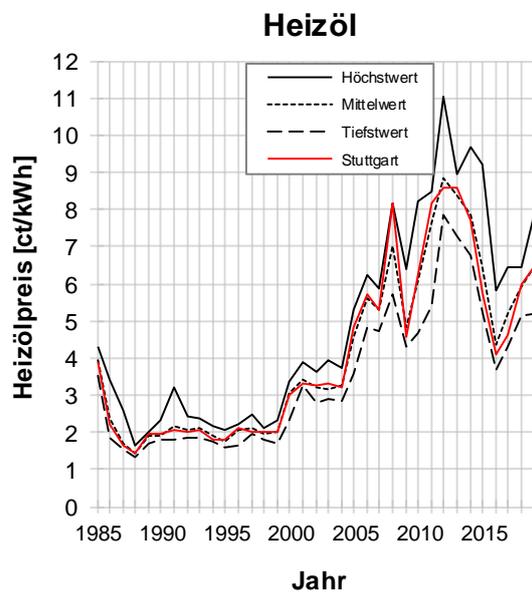
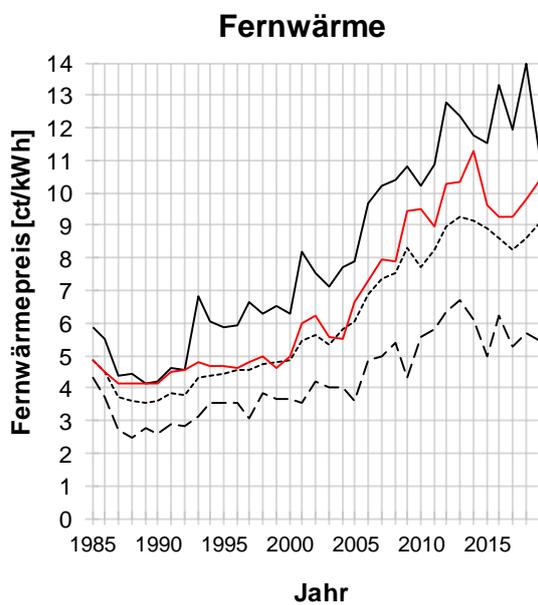
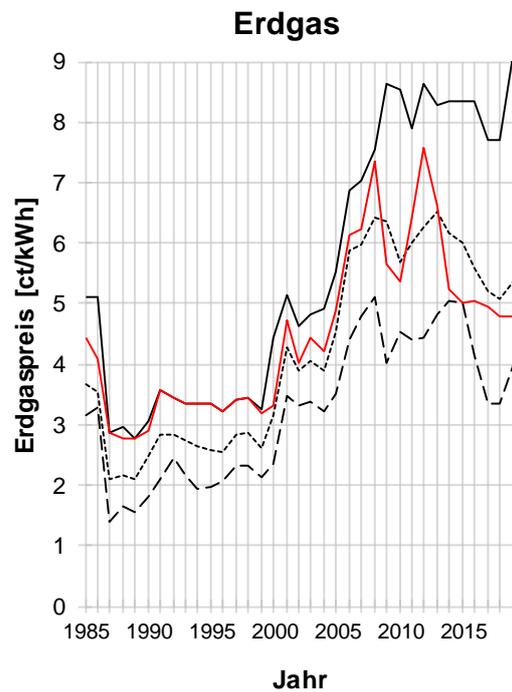
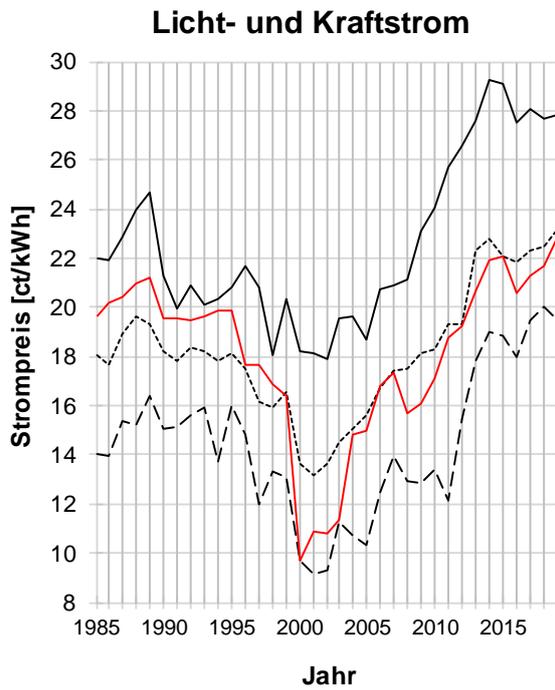
Der mittlere Fernwärmepreis erhöhte sich in den Jahren 2004 bis 2013 – mit Ausnahme des Jahres 2010 – kontinuierlich, reduzierte sich aber 2014 bis 2017. 2018 und 2019 erhöhte er sich auf 9,11 ct/kWh. Der Fernwärmepreis unterliegt keinen so hohen Schwankungen wie der Heizölpreis, da er aufgrund der jeweiligen Erzeugung von der Preisentwicklung von zum Teil mehreren Energieträgern abhängt.

Der mittlere Pelletpreis pendelt sich in den letzten Jahren bei ca. 4,4 ct/kWh ein.

Der durchschnittliche Holzhackschnitzelpreis beträgt in den letzten Jahren ca. 3,7 ct/kWh. Der günstige Holzhackschnitzelpreis der Stadt Stuttgart ist darauf zurückzuführen, dass dieses Material aus dem Stadtgebiet Stuttgart stammt, das Material auf den zwei Sammelstellen des Garten-Friedhof- und Forstamtes gesammelt und aufbereitet wird. Die 4 Holzhackschnitzelfeuerungen der Landeshauptstadt Stuttgart werden mit Material aus dem Stadtgebiet Stuttgart versorgt.

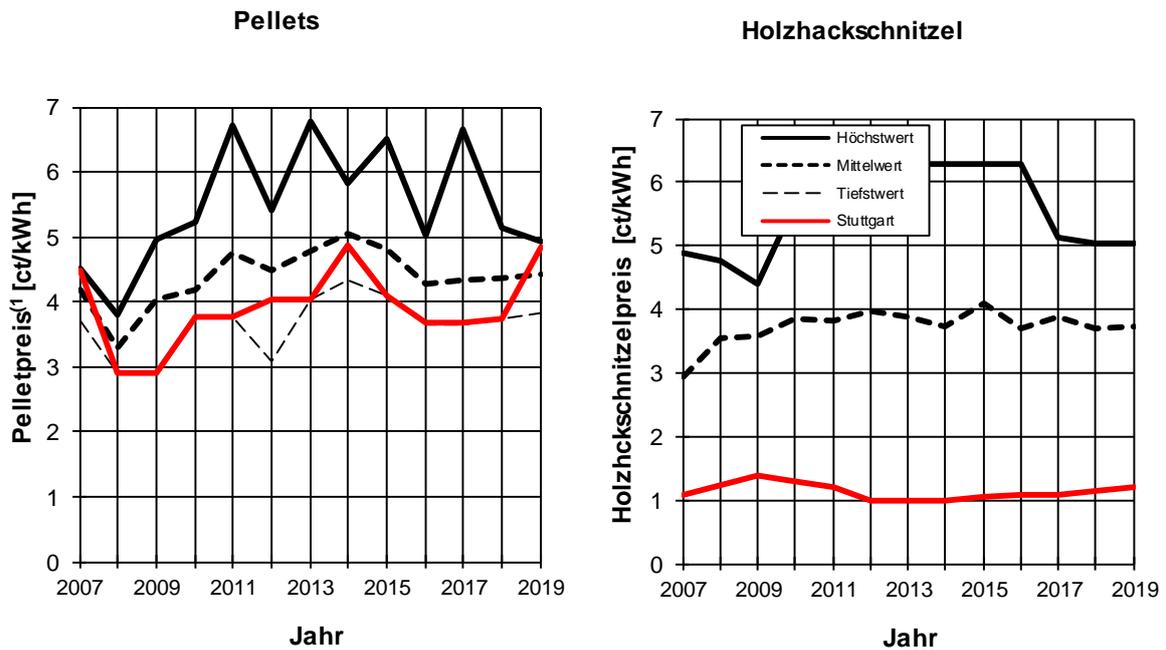
JAHRESENTWICKLUNG		2016	2017			2018			2019		
		Preis ct/kWh	Preis ct/kWh	Veränd. z. Vorj.	Diff. z. Mittelwert	Preis ct/kWh	Veränd. z. Vorj.	Diff. z. Mittelwert	Preis ct/kWh	Veränd. z. Vorj.	Diff. z. Mittelwert
Strom	Höchstwert	27,54	28,09	2,0 %	26,0 %	27,68	-1,5 %	23,2 %	27,87	0,7 %	20,4 %
	Tiefstwert	17,99	19,48	8,3 %	-12,6 %	20,02	2,8 %	-10,9 %	19,50	-2,6 %	-15,8 %
	Mittelwert	21,84	22,29	2,1 %		22,47	0,8 %		23,15	3,0 %	
	Stuttgart	20,57	21,30	3,5 %	-4,4 %	21,68	1,8 %	-3,5 %	22,85	5,4 %	-1,3 %
Erdgas	Höchstwert	8,35	7,69	-7,9 %	47,6 %	7,69	0,0 %	51,4 %	9,13	18,7 %	69,7 %
	Tiefstwert	4,15	3,35	-19,3 %	-35,7 %	3,34	-0,3 %	-34,3 %	3,98	19,2 %	-26,0 %
	Mittelwert	5,58	5,21	-6,7 %		5,08	-2,5 %		5,38	5,9 %	
	Stuttgart	5,05	4,95	-2,0 %	-5,0 %	4,80	-3,0 %	-5,5 %	4,94	2,9 %	-8,2 %
Fernwärme	Höchstwert	13,31	11,94	-10,3 %	44,9 %	13,96	16,9 %	61,8 %	11,10	-20,5 %	21,8 %
	Tiefstwert	6,21	5,30	-14,7 %	-35,7 %	5,68	7,2 %	-34,2 %	5,44	-4,2 %	-40,3 %
	Mittelwert	8,61	8,24	-4,3 %		8,63	4,7 %		9,11	5,6 %	
	Stuttgart	9,26	9,26	0,0 %	12,4 %	9,26	0,0 %	7,3 %	10,39	12,2 %	14,1 %
Heizöl	Höchstwert	5,83	6,44	10,5 %	23,6 %	6,43	-0,2 %	9,0 %	7,97	24,0 %	23,0 %
	Tiefstwert	3,68	4,31	17,1 %	-17,3 %	5,15	19,5 %	-12,7 %	5,19	0,8 %	-19,9 %
	Mittelwert	4,36	5,21	19,4 %		5,90	13,2 %		6,48	9,8 %	
	Stuttgart	4,10	4,60	12,2 %	-11,7 %	6,00	30,4 %	1,7 %	6,51	8,5 %	0,5 %
Pellets	Höchstwert	5,02	6,66	32,7 %	53,5 %	5,15	-22,7 %	17,8 %	4,92	-4,5 %	11,6 %
	Tiefstwert	3,64	3,64	0,0 %	-16,1 %	3,73	2,5 %	-14,6 %	3,83	2,7 %	-13,2 %
	Mittelwert	4,27	4,34	1,6 %		4,37	0,7 %		4,41	0,9 %	
	Stuttgart	3,69	3,67	-0,5 %	-15,4 %	3,73	1,6 %	-14,6 %	4,82	29,2 %	9,3 %
Hackschnitzel	Höchstwert	6,29	5,14	-18,3 %	32,1 %	5,03	-2,1 %	35,9 %	5,03	0,0 %	34,5 %
	Tiefstwert	1,08	1,07	-0,9 %	-72,5 %	1,15	7,5 %	-68,9 %	1,20	4,3 %	-67,9 %
	Mittelwert	3,69	3,89	5,4 %		3,70	-4,9 %		3,74	1,1 %	
	Stuttgart	1,08	1,07	-0,9 %	-72,5 %	1,15	7,5 %	-68,9 %	1,20	4,3 %	-67,9 %
		€/m³	€/m³			€/m³			€/m³		
Wasser	Höchstwert	7,51	7,29	-2,9 %	35,0 %	7,40	1,5 %	38,6 %	7,41	0,1 %	38,2 %
	Tiefstwert	3,46	3,38	-2,3 %	-37,4 %	3,09	-8,6 %	-42,1 %	3,61	16,8 %	-32,6 %
	Mittelwert	5,40	5,40	0,0 %		5,34	-1,1 %		5,36	0,4 %	
	Stuttgart	5,79	5,81	0,3 %	7,6 %	5,89	1,4 %	10,3 %	5,93	0,7 %	10,6 %
Frischwasser	Höchstwert	3,74	3,74	0,0 %	77,3 %	3,74	0,0 %	76,4 %	3,74	0,0 %	69,2 %
	Tiefstwert	1,49	1,49	0,0 %	-29,4 %	1,49	0,0 %	-29,7 %	1,53	2,7 %	-30,8 %
	Mittelwert	2,09	2,11	0,8 %		2,12	0,5 %		2,21	4,2 %	
	Stuttgart	2,71	2,73	0,7 %	29,4 %	3,78	38,5 %	78,3 %	2,87	-24,1 %	29,9 %
Abwasser	Höchstwert	5,19	5,15	-0,8 %	56,5 %	5,36	4,1 %	64,4 %	5,17	-3,5 %	64,6 %
	Tiefstwert	1,76	1,49	-15,3 %	-54,7 %	1,27	-14,8 %	-61,0 %	1,61	26,8 %	-48,7 %
	Mittelwert	3,30	3,29	-0,3 %		3,26	-0,9 %		3,14	-3,7 %	
	Stuttgart	3,08	3,08	0,0 %	-6,4 %	3,08	0,0 %	-5,5 %	3,06	-0,6 %	-2,5 %
Bruttopreise ermittelt an der Abnahmestruktur eines Referenzgebäudes Heizenergie: 1.050.000 kWh/a und 700 kW Strom: 140.000 kWh/a und 100 kW Wasser: 500 m³/a und 1000 m² versiegelte Fläche											

Tabelle 22 Kommunalen Energie- und Wasserpreisvergleich



Bruttopreis ermittelt an der Abnahmestruktur eines Referenzgebäudes
 Heizenergie: 1.050.000 kWh/a und 700 kW
 Strom: 140.000 kWh/a (80% HT/20% NT) und 100 kW

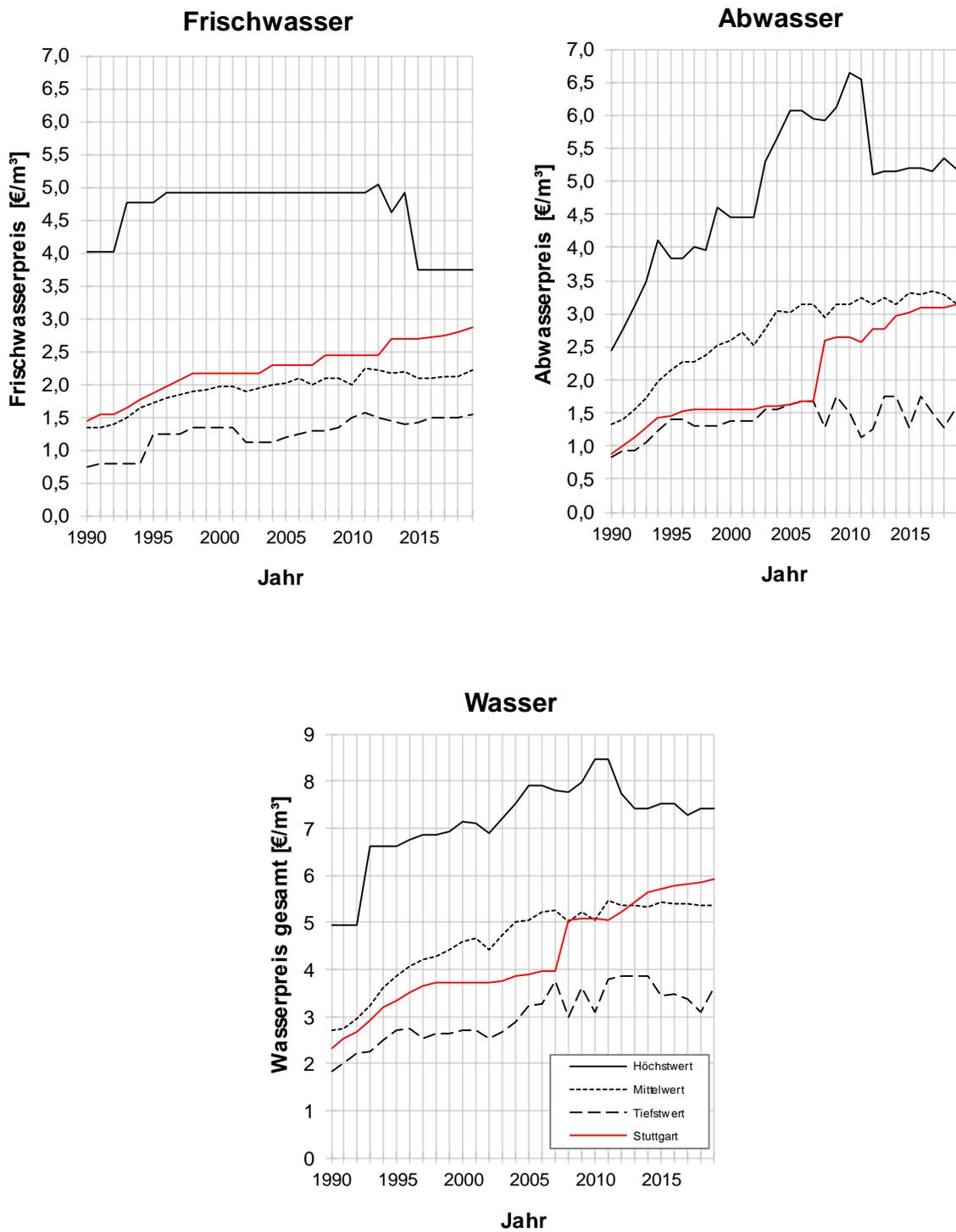
Bild 42 Kommunalen Energiepreisvergleich für Licht- /Kraftstrom, Erdgas, Fernwärme und Heizöl



1) Pellets in Preisen zu 15 t

Bild 43 Kommunalen Energiepreisvergleich für Pellet und Hackschnitzel

Die Preisentwicklung bei Frischwasser, Abwasser und Wasser (gesamt) zeigt bis auf einzelne Unterbrechungen eine kontinuierlich steigende Tendenz ohne große Preisschwankungen auf. In Bild 44 ist die Umstellung und Erhöhung der Abwassergebühr in Stuttgart Anfang 2008 sowie die Preiserhöhung beim Frischwasser in 2012 deutlich zu erkennen. Die zum Teil erheblichen Schwankungen bei den Höchst- und Tiefstwerten sind auch auf die unterschiedliche Beteiligung der Städte am Energiepreisvergleich zurückzuführen.



Bruttopreis ermittelt an der Abnahmestruktur eines Referenzgebäudes
 Wasser: 500 m³/a Wasser und 1.000 m² versiegelte Fläche

Bild 44 Kommunalen Preisvergleich für Frischwasser, Abwasser und Gesamtwasser

3.6 Straßenbeleuchtung

Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung, Unterführungen und Verkehrssignalanlagen konnte auch im Jahr 2018 gegenüber dem Vorjahr um weitere 3,9 % gegenüber dem Vorjahr auf 24.982 MWh/a gesenkt werden.

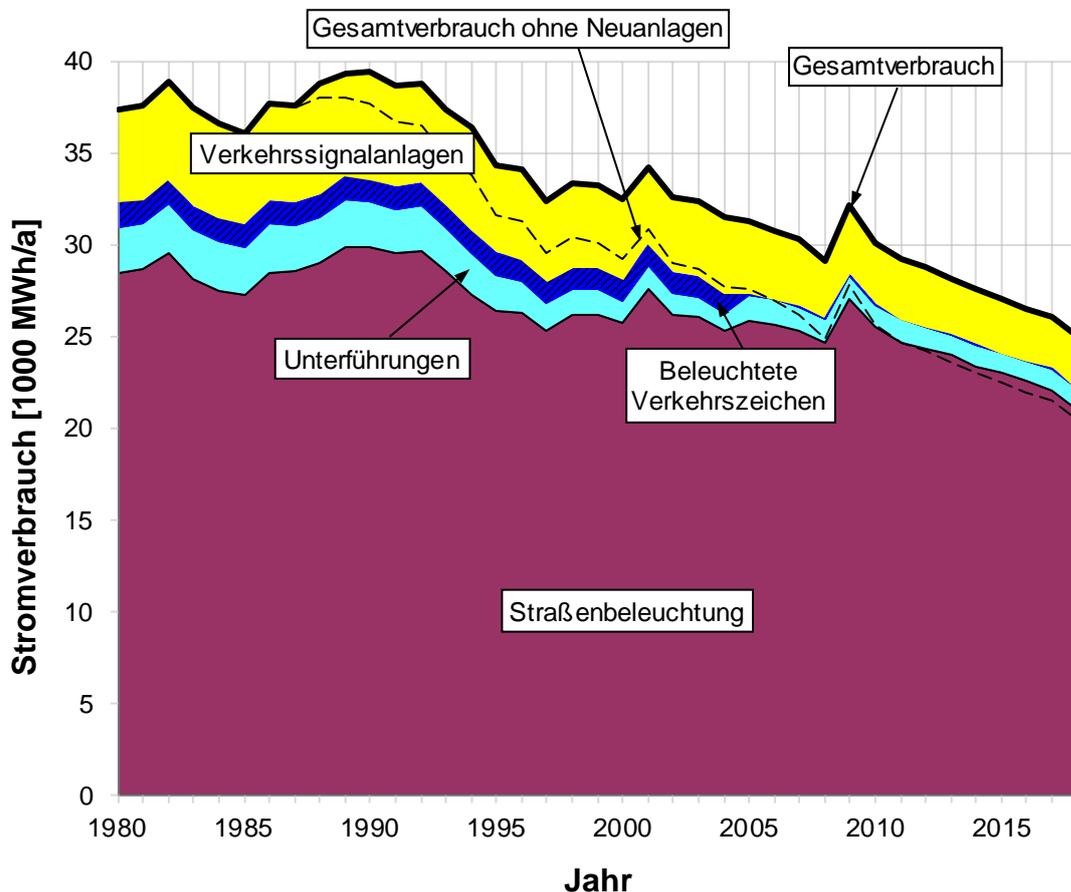


Bild 45 Stromverbrauch von Straßenbeleuchtung, Unterführungen und Verkehrssignalanlagen

Der Arbeitskreis Stadtbeleuchtung, mit Vertretern aus Tiefbauamt, Amt für Stadtplanung und Wohnen, Garten-, Friedhofs- und Forstamt, der Stabstelle Sicherheitspartnerschaft in der kommunalen Kriminalprävention, der Stuttgart Netze GmbH und dem Amt für Umweltschutz beschäftigt sich umfassend mit dem Thema Straßenbeleuchtung. Bei Um- und Neubauten sowie mit Blick auf den Altbestand stehen dabei die Themen Umweltschutz und Energieeinsparung im Fokus.

Im Jahr 2018 wurden 2.279 Leuchten im Altbestand durch neue hocheffiziente LED-Leuchten ersetzt. Bei der Leuchten-Erneuerung konnte in 2018 damit das Ziel von 2.000 zu erneuernden Leuchten durch bereitgestellte Contracting-Mittel in Höhe von 331.000 Euro übertroffen werden. Allein durch die in 2018 umgesetzten Contractingprojekte werden künftig pro Jahr rund 186.000 kWh/a eingespart. Stand Ende 2018 sind 100 % aller Straßenleuchten in Stuttgart mit effizienten Natriumdampf-, Halogenmetalllampen-, Leuchtstofflampen oder LED ausgestattet. Der Anteil an LED-Leuchten ist in 2017 / 2018 um 8 % gewachsen, während der Natriumdampflampenanteil um 5 % und der der Leuchtstofflampen um 3 % gesunken sind.

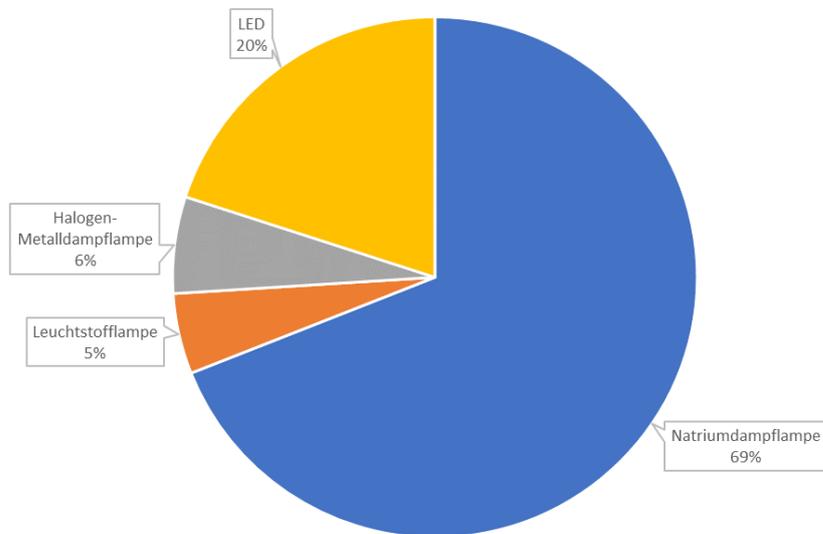


Bild 46 Anteil verschiedener Lampentypen am Bestand der Straßenleuchten in Stuttgart

Ein besonders beeindruckendes Beispiel für die Energieeinsparung durch LEDs zeigt die Sanierung des Heschlacher Tunnels in den Sommer- und Herbstferien 2018. Für die neue Durchfahrtsbeleuchtung wurden statt der 1.800 alten Leuchtstoffröhren 389 LED-Leuchten montiert. Mit einer Energieeinsparung von 200.000 kWh im Jahr verbrauchen die neuen Leuchten etwa 40 % weniger Energie als ihre Vorgänger. Erstmals wird nun auch eine separate Darstellung der Lampentypen im Tunnelbereich abgebildet.

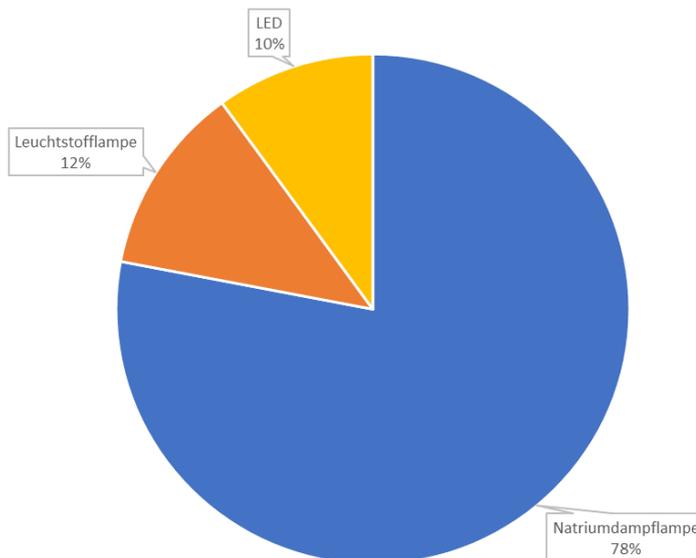


Bild 47 Anteil verschiedener Lampentypen am Bestand der Tunnelbeleuchtung in Stuttgart

Der Anteil an LED-Leuchten im Tunnelbereich ist in 2018 durch die Umrüstung des Heslacher Tunnels auf 10 % gestiegen, während der Leuchtstofflampenanteil erheblich gesunken ist. Eine Umrüstung der Tunnelbeleuchtung wird aufgrund des hohen Einsparpotenzials derzeit weiter forciert. Es wird beabsichtigt, bis 2030 eine Beleuchtungssanierung in allen Tunneln umzusetzen.

3.7 Lukratives Energiesparen in Stuttgarter Schulen (LESS)

Im Schuljahr 2017/2018 beschäftigten sich 25 Schulen im Zuge des LESS-Projekts mit dem Energie- und Wasserverbrauch in ihren Schulen. 13 Schulen konnten aktiv Energie einsparen – insgesamt ca. 36.200 Euro/a. Gegenüber den Basiswerten (jeweils der Mittelwert, der drei Verbrauchsjahre einer Schule vor der Teilnahme in dem Projekt, unter Berücksichtigung von nicht beeinflussbaren Veränderungen) wurde der Verbrauchskennwert um bis zu 14 % reduziert. Folgende Schulen sind an der Energiekosteneinsparung anteilig mit bis zu 1.000 Euro beteiligt worden: Die Albschule, das Fanny-Leicht-Gymnasium, das Ferdinand-Porsche-Gymnasium, das Geschwister-Scholl-Gymnasium, die Grundschule Obertürkheim, das Hölderlin Gymnasium, die Kaufmännische Schule 1 mit der Außenstelle Süd, die Maria-Montessori-Schule, das Neues Gymnasium Feuerbach, die Rilke Realschule, die Robert-Bosch-Schule, die Wilhelmsschule, die Wolfbuschschule. Auch die Schulen, die ihre Energiekosten nicht senken konnten, wurden für ihre Aktivitäten über das pädagogische Bonusmodell belohnt. Alle Teilnehmerschulen mussten anhand eines Fragebogens über Organisationsstrukturen und Aktivitäten zum Energiesparen Auskunft geben. 13 der Schulen bekamen hierfür die maximal mögliche Punktzahl und somit 350 Euro. Im Durchschnitt wurden die Aktivitäten der Schulen mit 221 Euro belohnt.

Bei der Jahresveranstaltung im Stuttgarter Rathaus (Bild 48) stellten die drei Sonderpreisträger ihre Projekte vor.



Bild 48 Teilnehmer*innen der Jahresveranstaltung LESS 2018

Die Wilhelmsschule berichtete von Projekttagen mit den Themen: Natur, Umweltschutz und Energiesparen. Hierbei wurden alle Klassenstufen einbezogen, z. B. durch die Auseinandersetzung mit dem Ökologischen

Fußabdruck. Mit kindgerechten Fragen bekamen die Schülerinnen und Schüler, durch einen farblich angelegten Fußabdruck, die Klimafreundlichkeit Ihres Lebensstils zurückgespiegelt (Bild 49).



Bild 49 Schüler*innen der Wilhelmschule bei der Präsentation des ökologischen Fußabdrucks

Die Uhlandschule zeigte ein Theaterstück zum Klimawandel, das ein Zukunftsszenario mit gestiegenen Erdtemperaturen aufzeigt. Das Stück endet damit, dass verschiedene Tiere eine Nachrichtensendung übernehmen und die Menschheit zum Umdenken aufrufen und konkrete Tipps zum umweltschonenden Verhalten geben.

Die Robert-Mayer-Schule präsentierte ihr Schwerpunktthema des Schuljahres 2017/2018: Wasser als bedrohte Ressource. Die Aktivitäten begannen im eignen Schulhaus mit einer Untersuchung zur Regenwassernutzung und der hygienischen Trinkwasserversorgung und endeten in einem Aktionstag zum Thema Wasser, an dem auch über das virtuelle Wasser aufgeklärt wurde, das mit jedem Konsum verknüpft ist.

Halbjährlich findet ein Erfahrungsaustausch mit Vertretern der Schulen im Amt für Umweltschutz statt. Dort werden neben den Anregungen der Lehrkräfte, neue Materialien und Projekte, sowie Kooperationspartner vorgestellt. Im Jahr 2018 befassten sich die Treffen mit konkreten Tipps zum Erfassen von elektrischen Geräten und der Raumtemperatur, um Energieeinsparpotenziale zu finden. Des Weiteren wurden exemplarische Thermographieaufnahmen von Teilnehmerschulen, die Funktion von Thermostatventilen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen am Beispiel von PV-Anlagen erläutert.

Das „Lukrative Energiesparen in Stuttgarter Schulen“ existiert bereits seit zehn Jahren. In diesem Zeitraum wurde an den beteiligten Einrichtungen circa fünf Prozent des Heizenergieverbrauchs und vier Prozent des Stroms eingespart. Der CO₂-Ausstoß konnte um 1.430 Tonnen reduziert werden. Dies entspricht einem jährlichen CO₂-Ausstoß von über 243 Einfamilienhäusern.

3.8 Fachkongress der kommunalen Energiebeauftragten

Am 9. und 10. April 2018 fand der 23. Deutsche Fachkongress für kommunales Energiemanagement im Rathaus statt. Aktuelle Herausforderungen im Energiemanagement und beim Erreichen gesetzter Klimaschutzziele standen im Fokus des zweitägigen Kongresses, den das Deutsche Institut für Urbanistik gemeinsam mit der Landeshauptstadt Stuttgart als Gastgeberin veranstaltete. Die Abteilung Energie und Klimaschutz übernahm dafür die Federführung. Im Stuttgarter Rathaus trafen sich über 200 überwiegend kommunale Expertinnen und Experten für Energie- und Klimaschutzmanagement zu einem intensiven Fachaus-tausch:

Wie sieht die CO₂-Bilanz Deutschlands im Jahr 2050 aus? Was müssen Kommunen heute entscheiden, was müssen sie intensiv vorantreiben, um einen effektiven Beitrag zur Minderung von CO₂-Emissionen zu leisten? Was bedeutet das konkret für die Energiewende vor Ort?

Kommunen sind und bleiben ein wichtiger Partner, um die von der Bundesregierung gesetzten Ziele, bis 2050 die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 um 80 bis 95 Prozent zu mindern, erreichen zu können. Von Interesse war daher auch die Frage, welche Unterstützung Kommunen von Bund und Ländern bei der Umsetzung ihres professionellen Energiemanagements und ihrer ambitionierten Klimaschutzprojekte erwarten können.

Fritz Kuhn, Oberbürgermeister der Stadt Stuttgart, eröffnete den Kongress: „Die Städte, die heute hier vertreten sind, repräsentieren 20 Prozent des deutschen Energieverbrauchs. In den Städten stehen wir bei der Energiewende vor ganz anderen Herausforderungen als auf dem Land. In Stuttgart haben wir beispielsweise einen sehr hohen Industrieanteil.“ Kuhn stellte vor, wie in Stuttgart an der Energiewende gearbeitet wird: „Wir haben uns das Ziel gesetzt, dass wir 2050 unseren Strom nur noch aus erneuerbaren Energien beziehen. Dazu arbeiten zahlreiche Akteure zusammen: wir als Stadtverwaltung, unsere Stadtwerke und ein großes Netz von Firmen. Und auch die Bürger können viel zum Erreichen dieses Ziels beitragen.“

Franz Untersteller, Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, berichtete über den Stand der Energiewende im Land und das gute Zusammenspiel mit den Kommunen: „Die Energiewende ist mehr als der Ausbau der Erneuerbaren. Auch Energieeffizienz, Energie sparen und die Optimierung des Energieverbrauchs spielen eine bedeutende Rolle auf dem Weg in die neue Energiewelt. Controlling, Betriebsoptimierung und verbessertes Nutzerverhalten sind dabei die entscheidenden Stell-schrauben, die die kommunalen Energiemanager in ihrer täglichen Arbeit maßgeblich beeinflussen.“

Der Kongress gastierte nach genau 20 Jahren wieder in Stuttgart. Neben einem Überblick über das Energie- und Klimaschutzmanagement dieser 20 Jahre stand außerdem das Thema „Wie werden Kommunen klimaneutral?“ auf dem Programm. Cornelia Rösler, Leiterin des Bereichs Umwelt beim Deutschen Institut für Urbanistik: „Die vom Bundesumweltministerium geförderten Masterplankommunen sollen Vorbild für andere Kommunen sein und nicht nur zeigen, wie CO₂-Emissionen effektiv gemindert werden können, sondern auch, welchen Beitrag Kommunen zur Energiewende leisten können.“

Neben den Vorträgen und der Podiumsdiskussion im Plenum (Bild 50) konnten die Teilnehmenden zwischen 18 unterschiedlichen Workshops aus den Bereichen „Energie im Gebäudemanagement“, „Energieeffizienz“, „Erneuerbare Energien“ und „Kommunikation – Motivation – Partizipation“ wählen.

1

2

3

4

5



Bild 50 Podiumsdiskussion (v.l.n.r. Silke Wesselmann, Landkreis Steinfurt, Leiterin Sachgebiet Klimaschutz; Cordine Lippert, Landeshauptstadt Potsdam, Leiterin Koordinierungsstelle Klimaschutz; Bürgermeister Heinz-Jürgen Weber, Flecken Steyerberg; Cornelia Rösler, Deutsches Institut für Urbanistik; Dr. Jürgen Görres, Landeshauptstadt Stuttgart, Leiter Energieabteilung)

Bearbeitet wurden in den Workshops unter anderem der Umgang mit Mängeln in Neubauten, energetische Gebäudestandards, Personal- und Ausstattungsbedarf von kommunalem Energiemanagement, Beleuchtungskonzepte mit LED, Nutzung von Industrieabwärme, E-Mobilität, Wärmenetze, Energiesparprojekte in Kitas, Altbausanierung, Öffentlichkeitsarbeit und Energiedatenmanagement. Die Abteilung Energiewirtschaft organisierte Workshops zur Sanierung der Uhlandschule zur Plusenergieschule und zur Klimaneutralität 2050 in Stuttgart.

In den Pausen stand den Teilnehmenden der „Markt der Möglichkeiten“, eine Hausmesse mit 19 Firmen und Organisationen, zur Verfügung. Vertreten waren die Stadtwerke Stuttgart, die EnBW, Softwareunternehmen für Energiedatenmanagement, staatliche Organisationen wie das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes und die Bundesstelle für Energieeffizienz des BAFA sowie Herstellerfirmen von Dämmstoffen, LED-Beleuchtung, Anlagen zur Abwasserwärmenutzung und Lüftungsanlagen.

Am Ende des Kongresses waren die Teilnehmenden aufgefordert, ein Feedback zum Kongress zu geben (Bild 52). Die Teilnehmenden geben an, der Kongress habe sie unter anderem dazu inspiriert, „weiter in die Zukunft zu denken“, „weiter für das Energiemanagement im eigenen Haus zu kämpfen“ und „mehr in die Öffentlichkeit zu gehen“.



Bild 51 Workshop im kleinen Sitzungssaal zum Thema „Tue Gutes und rede darüber – Energiemanagement erfolgreich verkaufen“ mit den Referenten Rainer Knaupp, Stadt Nürnberg und Peter Schröder, Stadt Bremerhaven

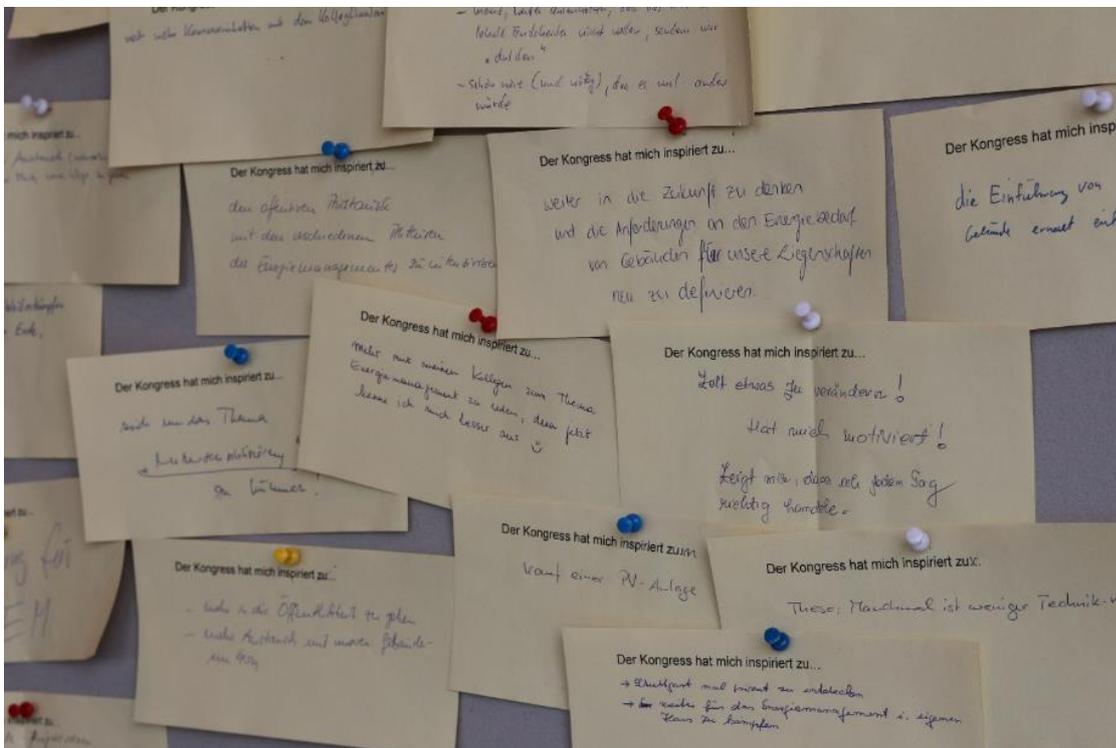


Bild 52 Feedback der Teilnehmenden zum Thema „Der Kongress hat mich inspiriert zu ...“



Gefördert wurde der Kongress vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und von der Landesbank Baden-Württemberg und den Stadtwerken Stuttgart unterstützt. Kooperationspartner des jährlich stattfindenden Kongresses sind der Arbeitskreis „Energiemanagement“ des Deutschen Städtetages, der Deutsche Städtetag, der Deutsche Städte- und Gemeindebund und der Deutsche Landkreistag. Der Teilnehmerkreis bestand aus Fach- und Führungskräften in den Bereichen Energiemanagement, Klimaschutz, Gebäudewirtschaft, Hochbau sowie Energiebeauftragten und Klimaschutzmanager/innen aus Städten, Gemeinden, Kreisen und kommunalen Unternehmen sowie Ratsmitgliedern.

3.9 Forschungsprojekte

Im folgenden Kapitel sind Forschungsvorhaben beispielhaft kurz dargestellt, mit denen sich die Energieabteilung befasst.

EU-Projekt Energy@School

Das Programm Interreg CENTRAL EUROPE wurde von der EU ins Leben gerufen, um die regionale Entwicklung in den Bereichen Innovation, Kohlendioxidreduktion, Schutz der natürlichen und kulturellen Ressourcen sowie Verkehr und Mobilität zu verbessern.

Im Rahmen dieses Programms wurde das Projekt Energy@School: Optimierung des Energieverbrauchs und Änderung des Nutzerverhaltens in Schulen Mitteleuropas (Förderkennzeichen CE744) durchgeführt. Es ist ein europäisches Kooperationsprojekt mit einem Projektbudget von ca. 2,6 Mio. Euro, wovon ca. 2.1 Mio. Euro aus dem Europäische Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) stammen.

Das Projekt Energy@School begann im Juli 2016 und endet im Juni 2019. Es umfasst 12 Partner aus 7 europäischen Ländern und wird von dem Verbund der Gemeinden der Region Bassa Romagna aus Italien geleitet. Während der Laufzeit des Projekts werden in den beteiligten Schulen 8 verschiedene Pilotlösungen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Einbindung erneuerbarer Energien getestet. Dabei werden auch die Nutzer der Schule miteinbezogen. Hierzu werden Leitfäden und Tools entwickelt sowie Best Practice-Modelle abgeleitet, die auch nach Abschluss des Projekts genutzt werden können. Insgesamt nehmen 42 Schulen im Projekt teil. Aus Stuttgart sind es fünf: die Birkenrealschule, das Ferdinand-Porsche-Gymnasium, das Geschwister-Scholl-Gymnasium, die Realschule Feuerbach und das Wirtschaftsgymnasium West.

Das vordergründige Ziel von Energy@School ist es, ein Vorgehen zur Einführung intelligenter Energieschulen zu erarbeiten und gleichzeitig zu vereinfachen. Dabei werden Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen und erneuerbare Energien getätigt sowie die Lehrer und Schüler zu Senior und Junior Energy Guardians (EG) ausgebildet. Hierzu wurden im Jahr 2018 zwei Workshops durchgeführt, in denen die Senior Energy Guardians umfassend in Energiethemen geschult wurden, um dieses Wissen selbst an die Junior Energy Guardians ihrer Schule weiterzugeben. Dabei ist es die Aufgabe der Energy Guardians, sich für eine nachhaltige Steigerung der Energieeffizienz ihres Schulgebäudes einzusetzen und das Verständnis für einen angemessenen Energieverbrauch der Schule zu vermitteln. So soll eine Energiekultur etabliert werden, die die Kinder als Multiplikatoren auch zu Hause leben und unter ihren Freunden verbreiten. Durch den geringeren Energieverbrauch der Schule werden deren Emissionen gesenkt und es werden in der Stadtverwaltung zuvor gebundene Mittel frei.

Nach den Energieaudits im Vorjahr, in denen die energetische Situation der Schulgebäude analysiert wurde, wurden im Jahr 2018 die Pilotaktionen für die 5 teilnehmenden Schulen in Stuttgart durchgeführt. Da die

beteiligten Schulen bereits mit Basistechnologien, wie z. B. Thermostatventilen und Zähler für die Hauptenergiemengen, ausgestattet waren, wurden in allen beteiligten Stuttgarter Schulen SEKS-Systeme (Stuttgarter-Energie-Kontroll-System) mit integrierter automatischer Fernauslese der Zähler installiert. Zudem wurden zusätzliche intelligente Zähler nachgerüstet, um den Verbrauch von Strom, Wärme und Wasser verschiedener Schulbereiche separat zu erfassen. Dies ermöglicht eine genaue Zuordnung des Energieverbrauchs der Schulen, insbesondere wenn eine Turnhalle oder eine andere Schule im gleichen Gebäude untergebracht ist. Weitere Maßnahmen waren der Einbau von LED-Leuchtmittel in Teilen des Ferdinand-Porsche-Gymnasiums sowie die Perimeterdämmung bei der Renovierung eines Gebäudeteils des Ferdinand-Porsche-Gymnasiums.

Für die im Jahr 2018 umgesetzten Maßnahmen in den 5 Stuttgarter Schulen wurden Investitionen in Höhe von 66.500 Euro getätigt, die vollständig aus EU-Mitteln bereitgestellt wurden.

In regelmäßigen Projekttreffen wird zudem der Fortschritt von Energy@School überprüft und das weitere Vorgehen bei zentralen Fragestellungen diskutiert. Im Jahr 2018 fanden Projekttreffen in Szolnok, Ungarn und in Stuttgart statt. Bild 53 zeigt die Mitarbeiter im Projekt Energy@School beim Meeting im Stuttgarter Rathaus.



Bild 53 Energy@School Projekttreffen im Stuttgarter Rathaus

Das Forschungsprojekt „EnOB: Plusenergieschule Stuttgart - Monitoring und Betriebsoptimierung der Plusenergieschule in Stuttgart“

Die Uhlandschule in Stuttgart-Rot (Bild 54) wurde zur Plusenergieschule saniert, so dass die Schule künftig während eines Jahres mehr Energie erzeugt als sie verbrauchen wird. Die Planungen für das Projekt begannen im Jahr 2009, die Sanierung erfolgte von 2013 bis 2016 und wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Energieforschung gefördert (Förderkennzeichen: 0327430J).

Um den Plusenergiestandard der Uhlandschule in Stuttgart-Rot zu erreichen, wurde die komplette Hüllfläche hochwertig gedämmt. Sämtliche Böden gegen Erdreich und das Dach wurden mit Vakuumdämmplatten ausgerüstet. Die Fenster sind mit einer Dreischeibenverglasung ausgestattet. Es wurde ein hybrides Lüftungskonzept umgesetzt: Im Sommer wird über die Fenster manuell gelüftet und in der Heizperiode sorgen bedarfsorientierte Einzelraumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung für frische Luft. Mit einem intelligenten Nachtlüftungssystem wird die sommerliche Überwärmung der Klassenräume verhindert. Die Fensterflügel für die Nachtlüftung sind mit Motoren ausgestattet und ermöglichen in den Nachtstunden eine Querlüftung durch die Räume. Vor den Fenstern sind Jalousien mit Lichtlenkung sowie einer erhöhten Windbelastung installiert. Die Wärmebereitstellung erfolgt über vier Sole-/Wasserwärmepumpen in Kombination mit einem Niedertemperatur-Flächenheizsystem. Die Wärmepumpen entnehmen aus über 52 Erdsonden mit einer Tiefe von 90 m der Erde Wärme. Zwei Wärmepumpen versorgen das sanierte Hauptgebäude und zwei weitere den Erweiterungsbau. Neben der hocheffizienten Bau- und Anlagentechnik ist das Gebäude mit energiesparenden Geräten im IT- und Servicebereich ausgestattet. In die Energiebilanz fließt der gesamte Nutzerstrom mit ein. Zur Regelung der eingebauten Technik ist eine Gebäudeleittechnik (GLT) installiert.



Bild 54 Südseite der sanierten Uhlandschule

Zur Validierung der umgesetzten Maßnahmen und zur Nutzerakzeptanz wird ein zweijähriges Monitoring sowie eine Betriebsoptimierung durchgeführt. Es soll zudem die Effizienz der umgesetzten Maßnahmen bewertet werden. Darüber hinaus sind weitere Detailuntersuchungen vorgesehen. Erkenntnisse aus den Detailuntersuchungen und dem Monitoring sollen für eine Betriebsoptimierung und Anpassung der Gebäudeleittechnik genutzt werden.

Das Monitoring wird im Rahmen des Forschungsprojekts „EnOB: Plusenergieschule Stuttgart - Monitoring und Betriebsoptimierung der Plusenergieschule in Stuttgart“ (Förderkennzeichen: 03ET1602A) im Zeitraum vom 01.11.2019 bis 31.10.2021 zusammen mit dem Institut für Akustik und Bauphysik (IABP) der Universität Stuttgart durchgeführt. Angesiedelt ist es im 6. Energieforschungsprogramm des BMWi im Förderschwerpunkt Energieoptimiertes Bauen (EnOB), das den Fokus auf energieoptimierte, nachhaltige, funktionale, behagliche und architektonisch wertvolle Gebäude zu vertretbaren Investitions- und Betriebskosten setzt. Die Höhe der Fördergelder betragen 199.742 Euro.

Neckarpark

Das Projekt „Neckarpark“ mit dem Förderkennzeichen: 03ET1156A wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und hat eine Laufzeit vom 01.05.2013 bis zum 31.12.2020. Dabei konnten Bundesmittel in Höhe von 3.788.497 Euro akquiriert werden. Für das neue Stadtquartier „Neckarpark“ auf dem ehemaligen Güterbahnhof in Bad Cannstatt (Gelände fläche: 22 Hektar) setzt das Amt für Umweltschutz ein Konzept zur nachhaltigen Wärmeversorgung um. Dabei wird Abwasser als Hauptwärmequelle genutzt. Die benötigte Wärme wird einem nahegelegenen Abwasserkanal entzogen, in dem Wärmetauscher eingebaut werden.



Bild 55 Neckarpark Stuttgart – Versorgung mit Wärme aus Abwasser

Für die Bebauung des Neckarparks werden die Bauherren verpflichtet Wohngebäude als KfW-Effizienzhäuser 55 zu errichten. Für Nicht-Wohngebäude wird in den Verträgen zur Vergabe der städtischen Grundstücke die Anforderung fixiert, im Hinblick auf die EnEV2014, die Gebäude auf einen mindestens 45 % niedrigeren Primärenergiebedarf (EnEV-45 %) auszulegen und mit einem mindestens 30 % höheren baulichen Wärmeschutz auszustatten. Dadurch wird der Neckarpark mit Gebäuden realisiert, die aufgrund einer hochwertigen Auslegung der Gebäudehülle und der technischen Ausrüstung einen geringen Energiebedarf aufweisen.

Im Laufe des Jahres 2018 wurden die Planungen für das Quartiersparkhaus mit der integrierten Energiezentrale auf dem Quartier Q16 konkretisiert. Die Entwurfsplanung konnte abgeschlossen werden, mit der Genehmigungs- und Ausführungsphase sowie der Vorbereitung der Vergabe wurde begonnen.

Die Fertigstellung der Energiezentrale ist für Frühjahr 2020 vorgesehen. Die ersten Gebäude im Neckarpark benötigten jedoch bereits zum Jahresende 2018 eine Wärmeversorgung für den Baubetrieb. Um die Zeit bis zur Fertigstellung der Energiezentrale zu überbrücken und die Wärmeversorgung zu gewährleisten, wurde eine mobile Interimsheizzentrale errichtet (Bild 56). Für die Interimsheizzentrale wurde eine separate Gasleitung verlegt, da der Neckarpark im Mineralwasserschutzgebiet liegt und eine Versorgung mit Öl aus wasserschutzrechtlichen Gründen nicht möglich war.



Bild 56 Mobile Interimsheizzentrale

Im Laufe des Jahres 2018 wurden außerdem weite Teile des westlichen Nahwärmenetzes im Zuge der Erschließungsarbeiten der neuen Straßen und Wege im Neckarpark verlegt (Bild 57). Zusätzlich wurden die ersten zwei Quartiere (Q4 und Q7) an das Nahwärmenetz angeschlossen und Ende des Jahres in Betrieb genommen.



Bild 57 Bau des Nahwärmenetzes

Zur Verlegung des Wärmenetzes wurden die Wärmetauscherelemente (Bild 58) in den Abwasserkanal montiert. Die Arbeiten wurden Ende November abgeschlossen. Im Dezember ging der neue Abwasserkanal in Betrieb.



Bild 58 Eingebaute Wärmetauscherelemente im Abwasserkanal

1

2

3

4

5

Masterplan 100 % Klimaschutz

Das Projekt „Masterplan 100 % Klimaschutz“ mit dem Förderkennzeichen 03KP0002 wird gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und hat eine Laufzeit vom 01.07.2016 bis zum 30.06.2020. Dabei konnten Bundesmittel in Höhe von 695.226 Euro akquiriert werden.

Mit ihren besonders ambitionierten Klimaschutzzielen sind die Masterplan-Kommunen Vorreiter im Klimaschutz und beispielgebend für viele andere Kommunen. Seit 2016 ist Stuttgart Masterplankommune und hat sich damit zum Ziel gesetzt, bis 2050 die THG-Emissionen um 95 Prozent gegenüber 1990 zu senken und den Endenergieverbrauch im gleichen Zeitraum zu halbieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde das Konzept Masterplan 100 % Klimaschutz erstellt, das konkrete Klimaschutzmaßnahmen und Szenarien vor dem Hintergrund der spezifischen lokalen Potenziale und Herausforderungen formuliert. Eine wichtige Rolle im Prozess spielen die Akteursbeteiligung sowie die Masterplanmanager mit der Aufgabe, Strukturen zu schaffen, die eine langfristig ausgerichtete Klimaschutzarbeit gewährleisten. Die Ergebnisse des Masterplans werden in die Fortschreibung des Energiekonzepts integriert.

Forschungsvorhaben „WECHSEL“

Das Projekt „WECHSEL“ mit dem Förderkennzeichen: 01UR1620B wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und hat eine Laufzeit vom 01.01.2017 bis zum 31.12.2019. Dabei konnten Bundesmittel in Höhe von 202.494 Euro akquiriert werden.

Das Forschungsvorhaben WECHSEL steht für „Weiterentwicklung der bestehenden Stuttgarter Energieinfrastruktur und resultierender Chancen für die nachhaltige Stadtentwicklung“ und thematisiert am Beispiel des Stuttgarter Neckartals die Transformation technisch-infrastrukturell geprägter Flussufer hin zu nachhaltigen urbanen Lebensräumen.

Die Grundlage des Forschungsprojekts bilden eine realistische Abschätzung der Energiepotenziale am Neckar und daraus abgeleitete Szenarien für Flächenpotenziale der Stadt- und Landschaftsentwicklung entlang des Neckars. Als Transformationszonen wird zum einen die Kernzone rund um das Kraftwerk Gaisburg, zum anderen mehrere Entwicklungszonen entlang des Neckars, die ebenso durch bestehende Energie- und Infrastruktureinrichtungen geprägt sind betrachtet.

Stadtquartier 2050

Das Projekt „Stadtquartier 2050“ mit dem Förderkennzeichen: 03SBE116A wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und hat eine Laufzeit vom 01.03.2018 bis zum 28.02.2023. Dabei konnten Bundesmittel in Höhe von 1.221.673 Euro akquiriert werden.

Der Wohnungssektor steht immer stärker in der Pflicht, seinen Teil zur Einsparung von Treibhausgasen (THG) zu erbringen. An diesem Ziel orientieren sich in der Stadt Stuttgart mehrere Projekte auf Quartiersebene. Auf dem Areal des ehemaligen Bürgerhospitals soll im Rahmen des Projekts beispielhaft gezeigt werden, wie schon heute ein ganzes Quartier mit mehr als 600 Wohnungen klimaneutral umgestaltet werden kann. Dabei sind neben den energetischen Zielen auch stadtplanerische, bauliche sowie weitere Herausforderungen durch den hohen Anteil an gefördertem Wohnungsbau und die dichte Bebauung zu bewältigen. Im Projekt leisten auch sozialwissenschaftliche Fragestellungen und die Einbindung der Mieter einen wichtigen Beitrag zum Ziel der Klimaneutralität. Das Projekt gliedert sich in zwei Städte, Überlingen und Stuttgart, sowie weitere Partner aus Forschungseinrichtungen (Uni Stuttgart, Fraunhofer Institute) und der Wirtschaft.

3.10 Fördermittel

Die Umsetzung von energie- und emissionsreduzierenden Maßnahmen wurde in den zurückliegenden Jahren von mehreren nationalen und internationalen Förderprogrammen unterstützt. Mit Hilfe dieser Förderprogramme konnten angedachte Umbaumaßnahmen in der Stadt schneller umgesetzt und das Haushaltsbudget investiv als auch hinsichtlich der laufenden Betriebskosten entlastet werden.

Die meisten Förderanträge wurden im Rahmen des Klimaschutz-Plus-Förderprogramms des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (Land Baden-Württemberg) beim CO₂-Minderungsprogramm eingereicht. Das Förderprogramm orientiert sich an der Höhe der nachzuweisenden Minderung der Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) und fördert pro eingesparte Tonne CO₂ bis zu 50 Euro. Der Zuschuss ist auf maximal 200.000 Euro pro Antrag und auf 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben begrenzt. Das Förderminimum liegt bei 5.000 Euro.

Das Förderprogramm unterstützt eine energetische Sanierung sowie den Einsatz regenerativer Energien. Unter der energetischen Sanierung fallen verschiedene Maßnahmen, wie z. B. die Erneuerung der Heizungsanlage, die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes sowie die Sanierung von Beleuchtungs- und Lüftungsanlagen. Die Förderung für den Einsatz regenerativer Energien ist nur in Verbindung mit der Erneuerung der Heizungsanlage oder der Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes möglich. Gefördert werden Holzpellet- und Holz hackschnitzelheizungen sowie Wärmepumpen und solarthermische Anlagen.

2018 wurden gemeinsam mit den beteiligten Ämtern (Hochbauamt, Schulverwaltungsamt, Amt für Sport und Bewegung, Liegenschaftsamt) Zuschüsse von etwas mehr als 183.000 Euro beim CO₂-Minderungsprogramm beantragt. Die Mittel sind für bauliche Maßnahmen wie der Verbesserung der Wärmedämmung an Dach- und Fassadenflächen, für Effizienzsteigerung bei der Beleuchtungstechnik und für die Umstellung der Heizungstechnik auf Biomasse in städtischen Liegenschaften vorgesehen. Von den beantragten Fördermitteln sind bereits Zuschüsse von etwa 137.000 Euro bereits bewilligt, der Rest wird derzeit noch geprüft.

Mit dem CO₂-Minderungsprogramm des Landes Baden-Württemberg wurden seit 2003 Energieeinsparmaßnahmen in den Ämtern und Eigenbetriebe der Landeshauptstadt Stuttgart mit etwa 3,82 Mio. Euro gefördert. Bis 2018 konnten damit in insgesamt 96 bewilligten Anträgen, Maßnahmen umgesetzt werden, mit denen die CO₂-Belastung jährlich um ca. 12.000 tCO₂/a reduziert wird.

In Bild 59 sind die Förderzuschüsse und der Bearbeitungsstand der Klimaschutz-Plus-Anträge in der Entwicklung bis 2018 dargestellt. Der Bearbeitungsstand unterteilt sich in die vom Antragsteller zurückgezogenen und die vom Fördergeber abgelehnten, bewilligten, ausbezahlten bzw. geprüften Anträge. Die fehlenden Zuschüsse in 2005 sind darauf zurückzuführen, dass sich die Ausrichtung des Förderprogramms gegenüber 2004 verändert hatte. Die damalige Anpassung der Förderquote hatte zur Folge, dass bestimmte Maßnahmen von der Förderung ausgeschlossen wurden. Dadurch lagen 2005 keine für das CO₂-Minderungsprogramm förderfähigen Maßnahmen vor.

1

2

3

4

5

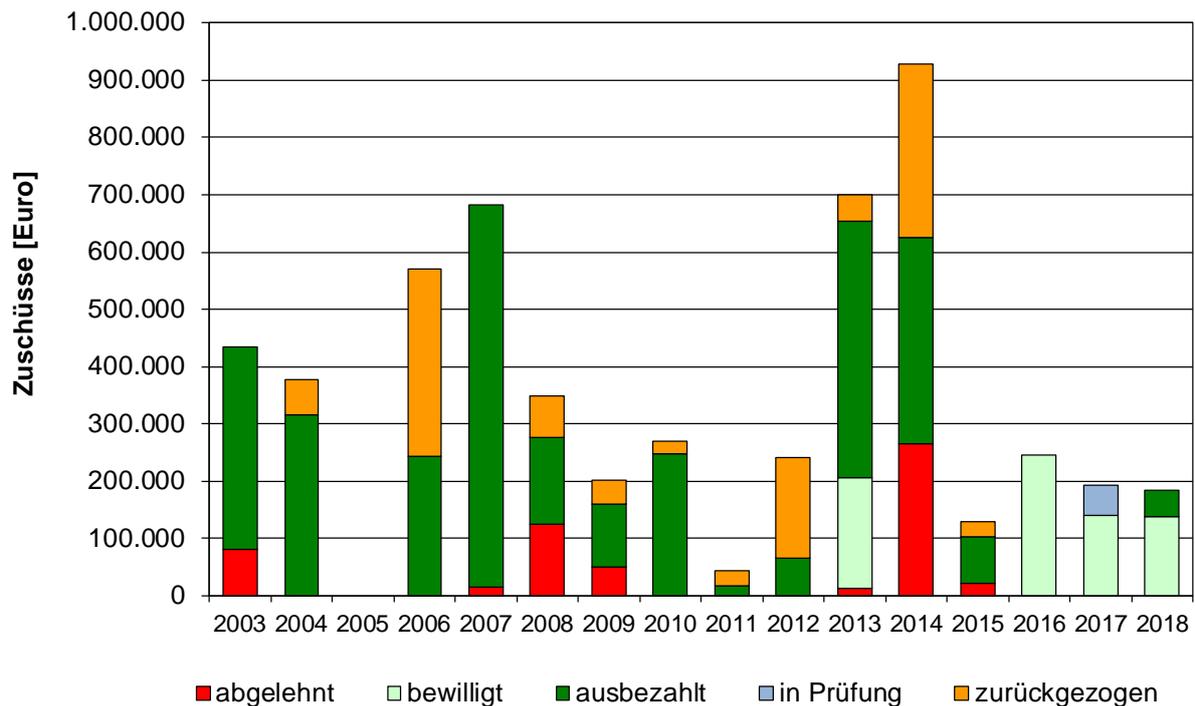


Bild 59 Entwicklung der beantragten Zuschüsse von Klimaschutz-Plus-Anträgen

Neben den Fördermitteln vom Land Baden-Württemberg stehen zusätzliche Finanzmittel über Einzelförderungen und Forschungsvorhaben von Bund und EU zur Verfügung. Bis 2018 wurden durch Bund und EU Maßnahmen im Umfang von 23,6 Mio. Euro gefördert, wobei der EU-Anteil bei etwa 1,9 Mio. Euro und der Bundesanteil bei 21,7 Mio. Euro liegt.

Zusammen mit dem Fördervolumen des Landes Baden-Württemberg summiert sich der Ertrag aller eingeworbenen Fördermittel in 2018 auf 27,2 Mio. Euro. Prozentual liegen die vom Bund geförderten Mittel bei einem Anteil von 80 % am höchsten. Vom Land Baden-Württemberg werden 13 % und von der EU 7 % der Maßnahmen gefördert.

Bild 60 stellt die Entwicklung der Fördermittel nach Landes-, Bundes- und EU-Mittel differenziert bis 2025 dar. Die vor dem Jahr 2004 eingeworbenen Mittel sind in der Grafik zusammengefasst dargestellt. Die Fördermittel, die über 2018 hinausgehen, stellen die bewilligten Mittel aus Förderprojekten von Bund und EU nach derzeitiger Planung dar. Der große Anstieg der Zuschüsse in 2014 resultiert vor allem durch die Auszahlung der Förderrate von 2,3 Mio. Euro bei der Sanierung der Uhlandschule zur Plusenergieschule.

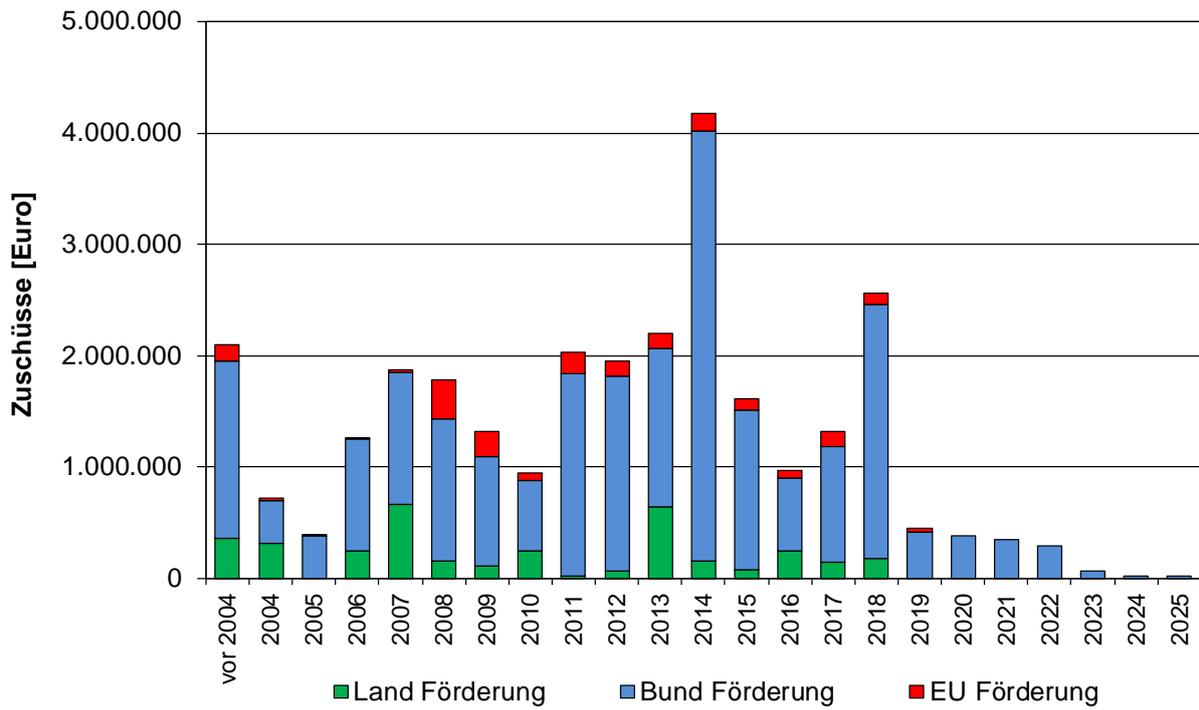


Bild 60 Gesamtentwicklung der beantragten Zuschüsse



4 Statistik zu Verbrauch und Kosten städtischer Liegenschaften

Anhand von Grafiken und Tabellen sind auf den nachfolgenden Seiten die Entwicklung des Energiebezugs, der Energie- und Wasserkosten sowie der jährlichen Anteile der Energiekosten der städtischen Liegenschaften dargestellt. Zudem ist auch die Entwicklung der Energieträger- und Wasserpreise zusammengestellt. Energiebezüge sind grundsätzlich nicht witterungsbereinigt. Das Kapitel endet mit einer Übersicht über die Flächen der Gebäude- und Bedarfsstellen mit definierter sowie der sonstigen Bedarfsstellen mit undefinierter Fläche.

4.1 Gesamtentwicklung

Dieser Abschnitt stellt die Entwicklung des Energiebezugs von Heizenergie und Strom, deren prozentuale Aufteilung sowie deren Kosten und die Wasserkosten dar.

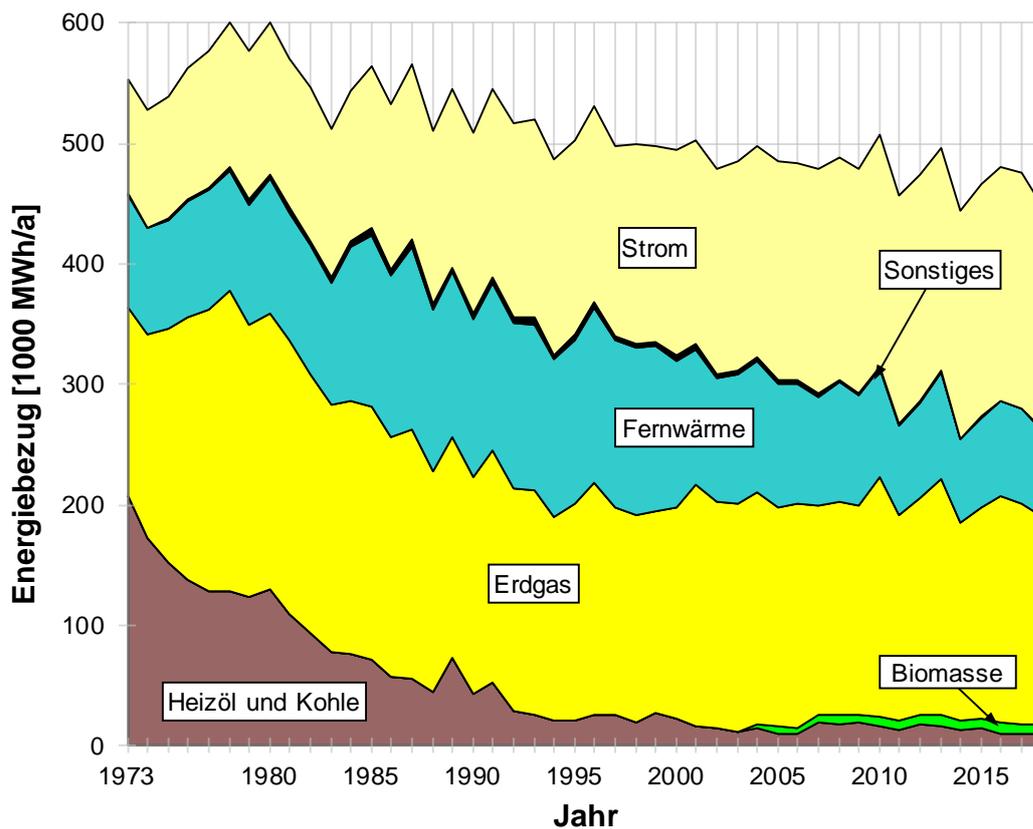


Bild 61 Entwicklung des Energiebezugs von 1973 bis 2018

Energiebezug	2017		2018		Veränderungen in %
Erdgas	183.517	MWh/a	172.372	MWh/a	-6,1
Fernwärme	79.268	MWh/a	71.198	MWh/a	-10,2
Heizöl	9.469	MWh/a	9.794	MWh/a	-3,4
Flüssiggas/Heizstrom	869	MWh/a	921	MWh/a	6,2
Biomasse	7.468	MWh/a	7.470	MWh/a	0,0
Energiebezug	2017		2018		Veränderungen in %
Summe	280.591	MWh/a	261.755	MWh/a	-6,7
Strombezug	195.163	MWh/a	189.229	MWh/a	-4,6
Gesamtenergiebezug	475.754	MWh/a	447.984	MWh/a	-5,8
Bereinigter Bezug	503.132	MWh/a	509.288	MWh/a	-0,7

Tabelle 23 Energiebezug in 2017 und 2018

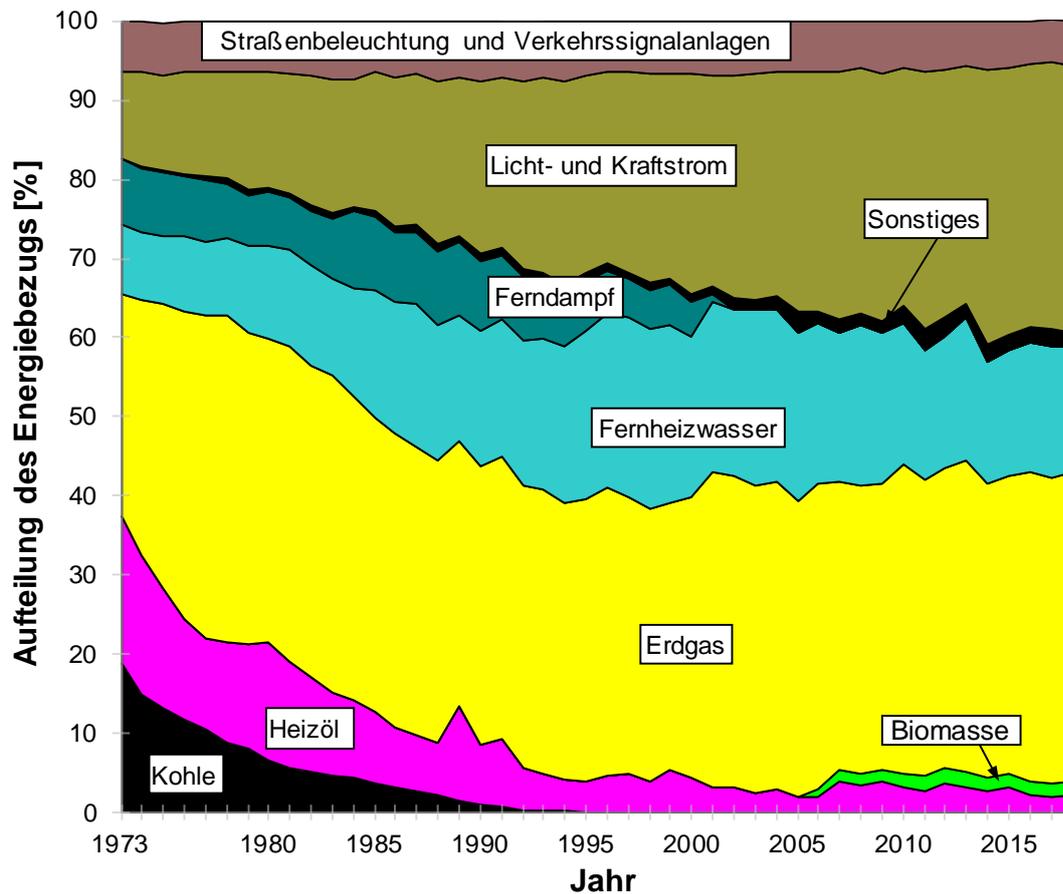


Bild 62 Prozentuale Aufteilung des Energiebezugs in der Entwicklung von 1973 bis 2018

Heizenergiebezug	2017	2018
Erdgas	38,6 %	40,0 %
Fernwärme	16,7 %	15,9 %
Heizöl	2,0 %	2,2 %
Biomasse	1,6 %	1,67 %
Flüssiggas	0,1 %	0,1 %
Kohle ist seit 1995 vernachlässigbar		
Anteil Heizenergiebezug am Gesamtenergiebezug	59,0 %	58,4 %

Tabelle 24 Prozentuale Aufteilung des Heizenergiebezugs in 2017 und 2018

Strombezug	2017	2018
Licht und Kraftstoff	33,7 %	33,7 %
Straßenbeleuchtung / Verkehrssignalanlagen	5,5 %	5,6 %
Eigenproduktion	1,9 %	2,3 %
Anteil Strombezug am Gesamtenergiebezug	41,0 %	41,6 %

Tabelle 25 Prozentuale Aufteilung des Strombezugs in 2017 und 2018

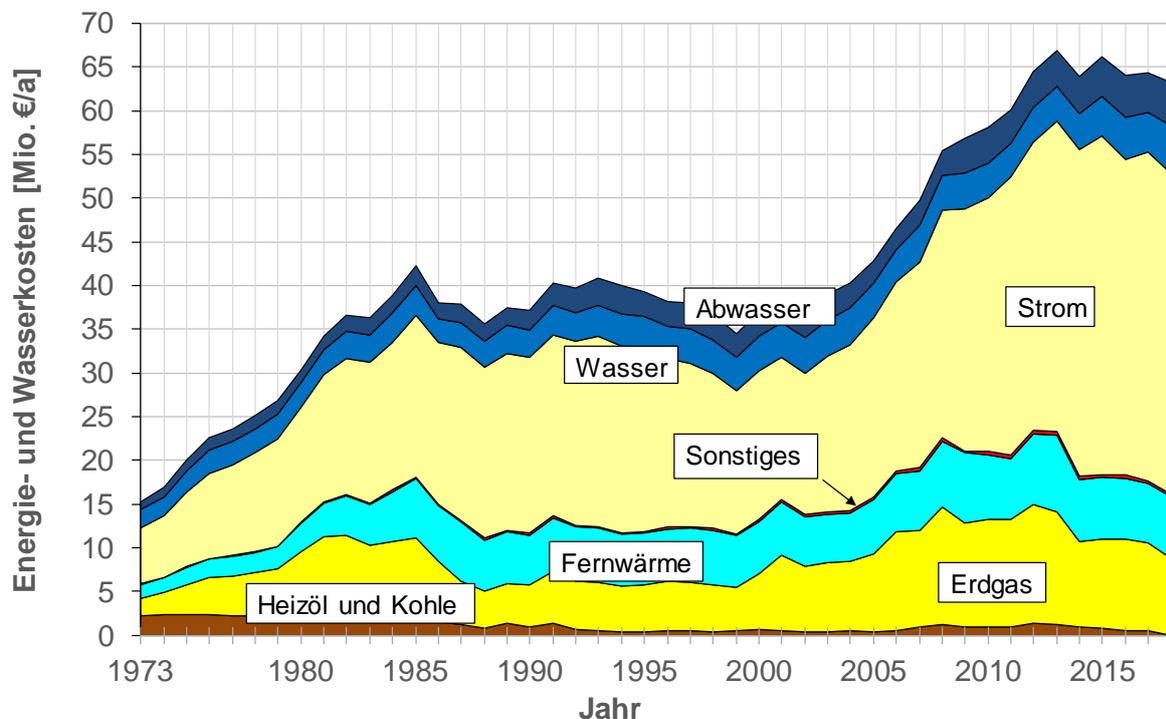


Bild 63 Energie- und Wasserkosten in der Entwicklung von 1973 bis 2018

2018	Gesamtkosten	Veränderungen ggü. 2017
Strom	36.611.375 Euro	-2,8 %
Heizenergie	16.763.325 Euro	-4,9 %
Wasser, gesamt	10.450.672 Euro	10,5 %
Gesamt	63.825.372 Euro	-0,1 %

Tabelle 26 Energie- und Wasserkosten in 2018 gegenüber 2017

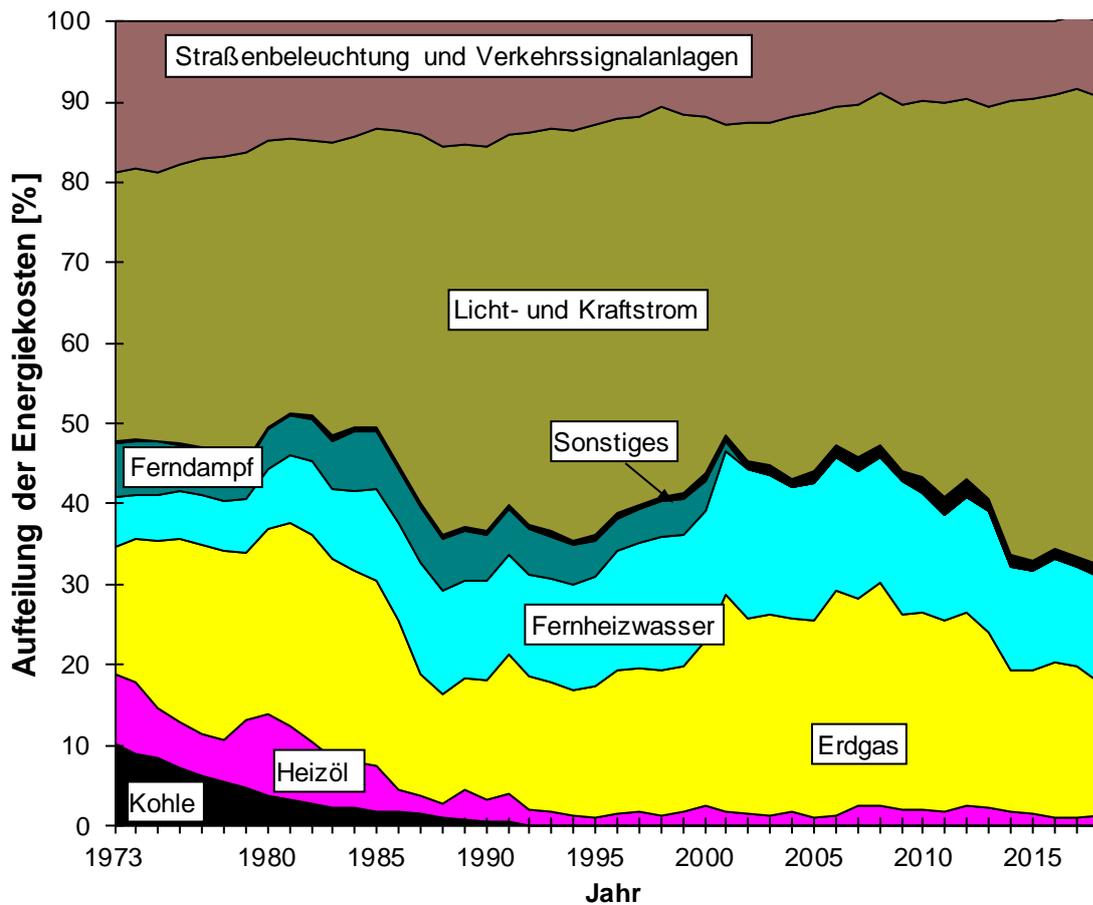


Bild 64 Prozentuale Aufteilung der Energiekosten in der Entwicklung von 1973 bis 2018

Heizenergiekosten	2017	2018
Erdgas	18,2 %	16,5 %
Fernwärme	12,2 %	13,2 %
Heizöl	0,9 %	1,2 %
Biomasse (in der Grafik nicht sichtbar)	0,3 %	0,3 %
Kohle ist seit 1995 vernachlässigbar		
Gesamte Heizenergiekosten	31,9 %	31,4 %

Tabelle 27 Prozentuale Aufteilung der Heizenergiekosten 2017 und 2018

Stromkosten	2017	2018
Licht und Kraftstrom	58,2 %	58,2 %
Straßenbeleuchtung / Verkehrssignalanlagen	9,2 %	9,4 %
Eigenproduktion	0,8 %	1,0 %
Gesamte Stromkosten	68,1 %	68,5 %

Tabelle 28 Prozentuale Aufteilung der Stromkosten 2017 und 2018

4.2 Entwicklung der Energieträger- und Wasserpreise

Die Preisentwicklung der fossilen Brennstoffe (Erdgas, Heizöl), Biomasse, Fernwärme sowie der durchschnittlichen Heizenergie, des Allgemeinstroms und des Heizstroms sowie des Wasserbezugs sind in diesem Abschnitt beschrieben und Veränderungen zum Vorjahr dargestellt.

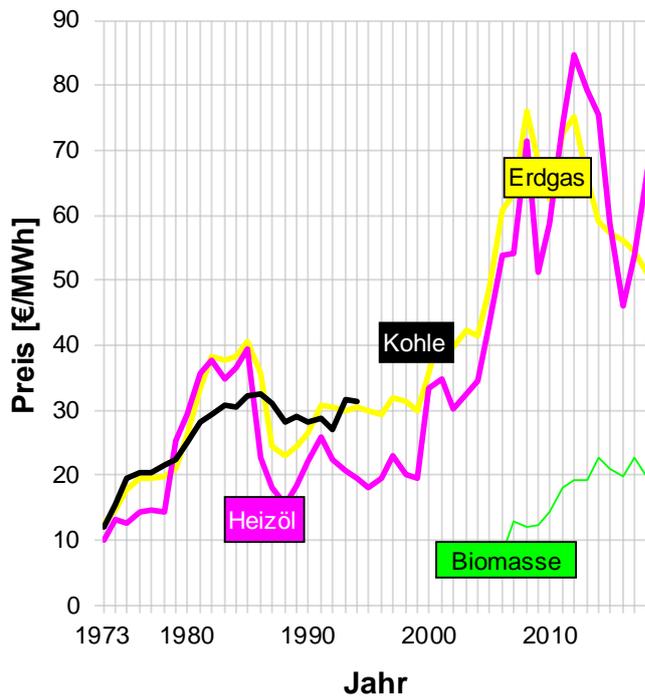
1

2

3

4

5

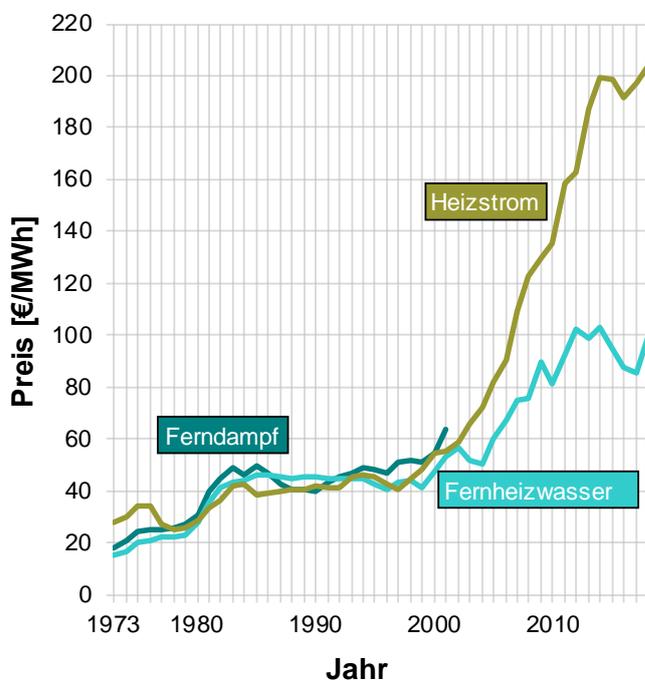


Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Erdgas	50,91 Euro/MWh	-6,4%
Heizöl	67,01 Euro/MWh	24,4 %
Biomasse	22,05 Euro/MWh	-13,4 %

Heizöl war um 16,10 Euro/MWh (24,0 %) günstiger als Erdgas.

Bild 65 Preisentwicklung fossiler Brennstoffe und der Biomasse



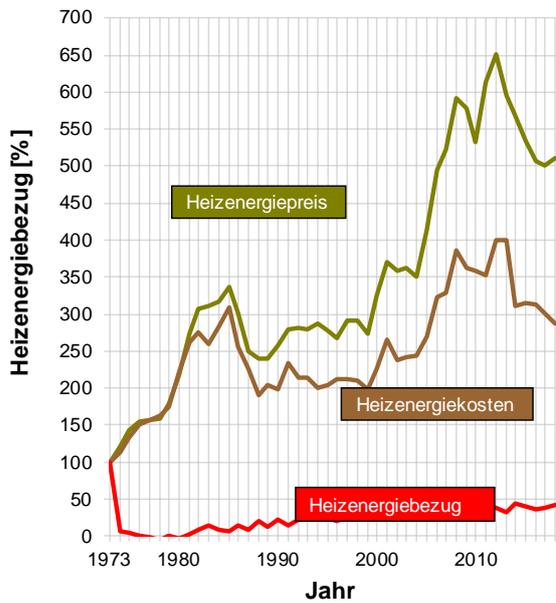
Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Fernwarme	98,69 Euro/MWh	15,5 %
Heizstrom	203,59 Euro/MWh	3,2 %

Fernwarme war um 104,9 Euro/MWh (48,5 %) günstiger als Heizstrom und um 47,7 Euro/MWh (93,6 %) teurer als Erdgas.

Seit 2002 erfolgt die Fernwarmeverversorgung nur noch mit Fernheizwasser; die Versorgung mit Ferndampf wurde im Jahr 2001 eingestellt

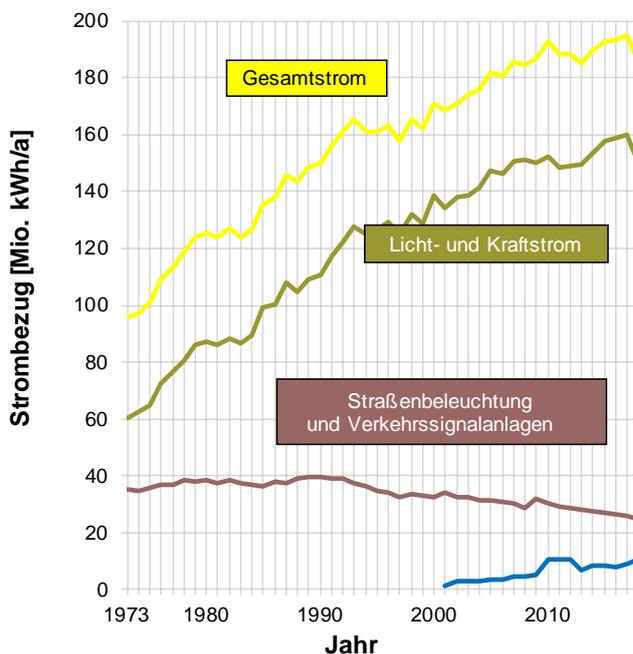
Bild 66 Preisentwicklung bei Fernwarme und Heizstrom



Veränderungen 2018:

Heizenergiepreis	1,9 %
Heizenergiekosten	-4,9 %
Heizenergiebezug	-6,7 %
Heizenergiepreis 1973-2018	+410,2 %
Heizenergiekosten 1973-2018	+186,5 %
Heizenergiebezug 1973-2018	-42,8 %
Jährliche Preissteigerung seit 1973	+3,7 %
Jährliche Preissteigerung seit 2001	+1,8 %

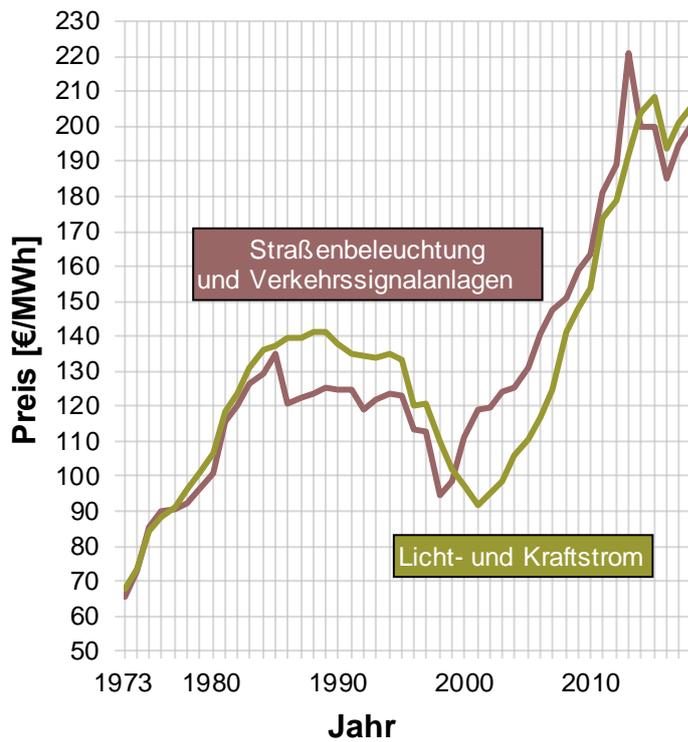
Bild 67 Prozentuale Veränderung beim Heizenergiebezug



Strombezug und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Licht- und Kraftstrom	150.784 MWh	-5,9 %
Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen	24.982 MWh	-3,9 %
Eigenproduktion	10.463 MWh	+16,5 %
Gesamt	186.229 MWh	-4,6 %

Bild 68 Strombezugsentwicklung seit 1977 (ohne Heizstrom)

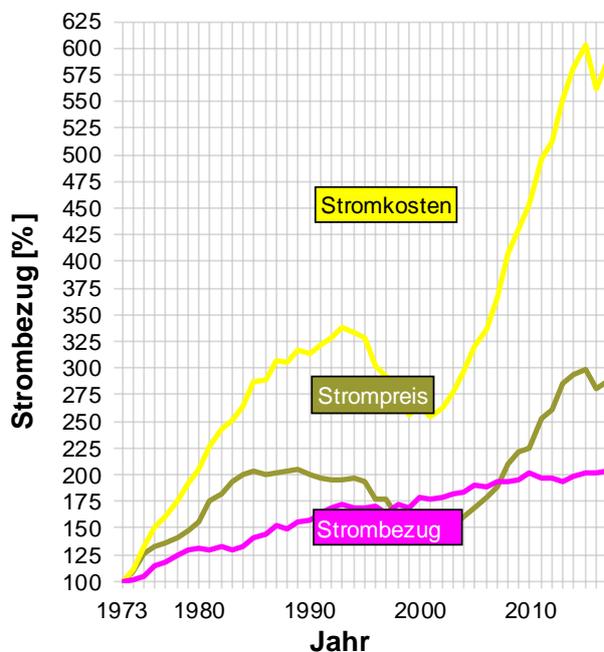


Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Licht- und Kraftstrom 206,06 Euro/MWh + 2,5 %

Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen 200,96 Euro/MWh + 3,1 %

Bild 69 Preisentwicklung Strom



Veränderungen 2018:

Strompreis + 1,8 %

Stromkosten - 2,6 %

Strombezug - 4,6 %

Strompreis 1973 - 2018 +162,2 %

Stromkosten 1973 - 2018 +469,9 %

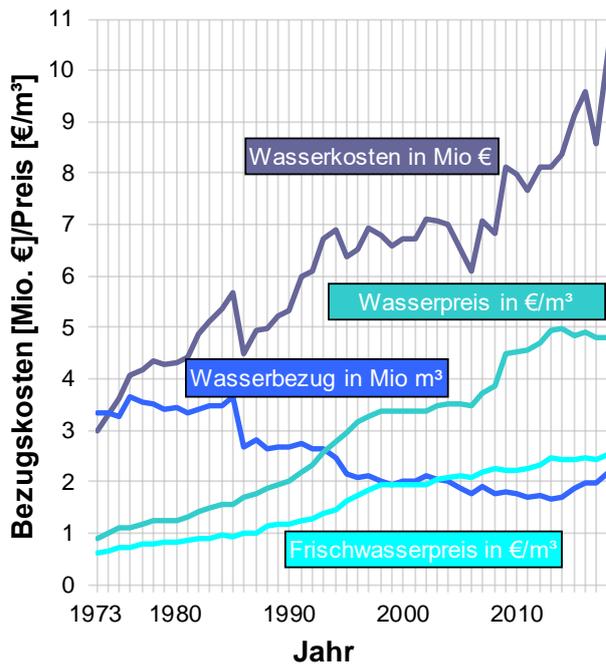
Strombezug 1973 - 2018 + 94,6 %

Jährliche Preissteigerung seit 1973 +2,4 %

Jährliche Preissteigerung seit 2001 +4,2 %

(2001 war der niedrigste Wert nach der Liberalisierung des Strommarkts)

Bild 70 Prozentuale Veränderung beim Strombezug

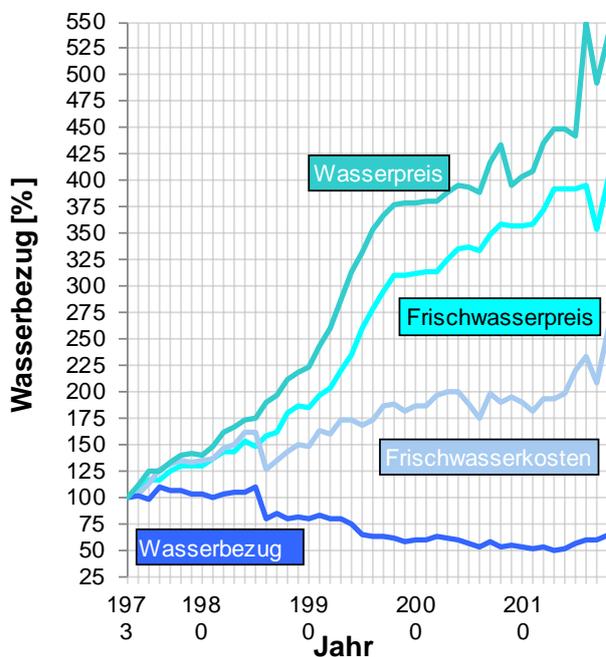


Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Wasserpreis	4,79 Euro/m ³	-2,0 %
Wasserkosten	8.991.185 Euro	-6,1 %
Wasserverbrauch	1.876.451 m ³	-4,5 %

Im Wasserpreis und in den Wasserkosten sind die Abwassergebühren sowie die Gebühren für das Niederschlagswasser enthalten.

Bild 71 Verbrauchs-, Kosten-, und Preisentwicklung bei Wasser



Gesamtbetrachtung Wasser

Wasserverbrauch 1973–2018	-35 %
Frischwasserpreis 1973–2018	+388 %
Frischwasserkosten 1973–2018	+263 %
Wasserpreis (einschließlich Abwasser und versiegelter Fläche)	+440,2 %
Jährliche Preissteigerung Frischwasser seit 1973	+3,2 %
Wasser gesamt (einschließlich Abwasser und versiegelter Fläche) seit 1973	+3,8 %

Der starke Rückgang des Wasserbezugs von 1985 auf 1986 ergab sich durch die Übergabe von Wohngebäuden an die Stuttgarter Wohnungs- und Städtebaugesellschaft (SWS) GmbH.

Bild 72 Prozentuale Veränderung beim Wasserbezug

1

2

3

4

5

4.3 Gebäude- und Bedarfsstellen

In Tabelle 29 ist die Anzahl der Gebäude und Bedarfsstellen und deren Bezugsflächen ausgewiesen. Die Bezugsfläche ist bei den Gebäuden und Bedarfsstellen in der Regel die beheizte Nettogrundfläche. Die Ausnahme bilden die Bäder, bei denen die Bezugsfläche nicht die beheizte Nettogrundfläche, sondern die Beckenoberfläche ist. Durch Veränderungen im Gebäudebestand, z. B. durch Neubau, Abbruch, Verkauf, Anmietung oder Aufgabe eines Mietverhältnisses sank die Anzahl der Gebäude gegenüber 2018 um 22 auf 1.381 Gebäude und die Nettogrundfläche um 5.947 m² auf 2.393.387 m². Die Wasserfläche blieb bei 18.306 m² konstant.

GEBÄUDESTATISTIK 2018					
Gebäudeart	Anzahl	Fläche [m ²]	Gebäudeart	Anzahl	Fläche [m ²]
Altenheim/Pflegeheim	11	77.378	Lagergebäude	13	28.201
Bürogeb./Beratungs-/Baubüro	27	25.649	Männer-/Frauenwohnheim	4	8.078
Begegnungsstätte	29	20.819	Mineralbad	3	3.770 ⁽¹⁾
Betriebsgebäude	48	20.926	Schulgebäude	79	308.434
Bibliotheksgebäude	13	35.060	Schulgebäude mit TH	92	582.875
Feuerwehrgebäude	28	25.850	Schulgebäude mit LSB	1	4.594
Freibad	5	10.419 ⁽¹⁾	Schulgebäude mit TH und LSB	8	61.399
Friedhofsgebäude	47	14.935	Schutzbunker	30	37.292
Garage	3	2.379	Sportgebäude	50	96.337
Geschäfts- u. Verw. gebäude	19	97.219	Toilettengebäude	72	1.667
Geschäftshaus	12	7.216	Veranstaltungsgebäude	32	117.003
Gewächshaus/Tierhaus	3	11.722	Verwaltungsgebäude	73	123.437
Hallenbad	10	4.117 ⁽¹⁾	Verw.- u. Betriebsgebäude	6	21.318
Heim	9	7.191	Wohncontainer	11	19.859
Kindergarten	82	26.452	Wohn- u. Betriebsgebäude	21	25.490
Kindertagheim	113	82.401	Wohn- u. Geschäftshaus	66	35.757
Kiosk	5	479	Wohn- u. Verwaltungsgebäude	22	27.727
Krankenhaus	4	310.756	Wohnhaus	330	127.487
Σ Gebäude =		1.381	Σ Nettogrundfläche =		2.393.387 m ²
⁽¹⁾ Wasserfläche			Σ Wasserfläche =		18.306 m ²

Tabelle 29 Gebäudestatistik 2018 für Gebäude mit definierter Fläche

In Tabelle 30 ist die Anzahl der sonstigen Bedarfsstellen ohne definierter Fläche (z. B. Straßenbeleuchtung, Verkehrssignalanlagen) zusammengestellt. Gegenüber 2017 nahm die Anzahl der sonstigen Bedarfsstellen um 11 auf insgesamt 2.243 ab.

GEBÄUDESTATISTIK 2018			
Sonstige Bedarfsstellen	Anzahl	Sonstige Bedarfsstellen	Anzahl
Anstrahlung	10	Platz/Marktplatz/Betriebsgelände	47
Aussichtsturm	2	Regenrückhalte-/Regenüberlaufbecken	96
Brunnen	166	Rolltreppe	5
Friedhof	12	Sportfläche	4
Grünanlage	93	Standrohr	16
Kläranlagengebäude	4	Straße/Wegebeleuchtung/Signalanlage	3
Maschinen-/Pumpstation	46	Tunnel/Unterführung	43
Mess-/Radarstation	10	Straßenbeleuchtung	835
Parkhaus	8	Unterführungen (Beleuchtung)	54
Parkplatz/Parkscheinautomat/Schranke	14	Verkehrssignalanlage	775
Σ Bedarfsstellen = 2.243			

Tabelle 30 Gebäudestatistik 2018 für Gebäudearten mit nicht definierter Fläche

1

2

3

4

5

5 Glossar

Adaptionsbeleuchtung	Leuchten an Ein- und Ausfahrt von Tunnelbauwerken, die eine langsame Anpassung der Augen an die geänderten Lichtverhältnisse ermöglichen
Amortisationszeit	Wirtschaftlichkeitsberechnung; die Amortisationszeit ist die Zeit, in der das eingesetzte Kapital wieder erwirtschaftet wird. Die dynamische Amortisationszeit berücksichtigt auch Zins- und Preissteigerung
Außentemperaturbereinigung	Wird auch als Witterungsbereinigung bezeichnet und stellt ein Rechenverfahren dar, in dem mit Hilfe der Tagesmitteltemperatur der Energieverbrauch jedes Jahr auf ein Normjahr zurückgerechnet wird um den Einfluss der Witterung aus dem Verbrauch zu rechnen (siehe auch Gradtagszahl)
baulicher Wärmeschutz	Alle Maßnahmen an der Gebäudehülle zur Senkung der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste
Bezugsfläche	Fläche, die für die Berechnung der Energiekennwerte zugrunde gelegt wird. In Stuttgart ist dies für alle Energiearten die beheizte Nettogrundfläche
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Anlage, in der die bei der Stromerzeugung erzeugte Abwärme zur Deckung des Wärmebedarfs genutzt wird. Ein BHKW beinhaltet eine Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Durch die gleichzeitige Erzeugung und Nutzung von Strom und Wärme wird der zugeführte Brennstoff besonders effizient genutzt. Der Gesamtwirkungsgrad (Nutzen durch Aufwand) von BHKWs beträgt ca. 90 %
Contracting (extern)	Finanzierungsform, bei der Maßnahmen zur Energieeinsparung von einem Dritten (z. B. Firma) vorfinanziert und durch die eingesparten Energiekosten der Maßnahmen abbezahlt werden
Contracting (intern)	Stadtinternes Contracting „Stuttgarter Modell“. Die Vorfinanzierung der Maßnahme erfolgt stadintern über das Amt für Umweltschutz, Abteilung Energiewirtschaft in Abstimmung mit der Stadtkämmerei
Emission	An die Umwelt abgegebene Schadstoffe, Verunreinigungen, Geräusche, Wärme etc.
Emissionsfaktoren	Kennwerte, die den Schadstoffausstoß bezogen auf die eingesetzte Brennstoffmenge (in g/MWh) bewerten
Endenergie	Energie, die an der Schnittstelle zur Gebäudehülle an den Nutzer übergeben wird (Strom, Gas, Fernwärme)
Energiedienst	Teil des Energiemanagements, der den Energie- und Wasserverbrauch einer Liegenschaft überwacht und sich mit dem Hausmeister und/oder technischen Dienst über die Umsetzung von energieeinsparenden Maßnahmen abstimmt und teilweise umsetzt

Energiedienstleistung	Vom Verbraucher gewünschter Nutzen der Energieanwendung (z. B. warmer Raum, heller Raum)
Energieeinsparverordnung (EnEV)	Verordnung, die Grenzwerte zum Primärenergieverbrauch von Neubauten festlegt und Anforderungen an den Gebäudebestand stellt
Energiekennwert	Auf die Gebäudefläche bezogener, zeit- und witterungsbereinigter Energieverbrauch (kWh/m ² a)
Energiekosten	Energiepreis x Verbrauch
Energiepreis	Kosten, die für eine Einheit Energie in kWh zu bezahlen sind in Euro/kWh
Energiemanagement	Kontrolle und Steuerung des Energie- und Wasserverbrauchs sowie der damit verbundenen Kosten
Fernwärme	Heizenergie, die zentral in einem Kraftwerk erzeugt und in Form von heißem Wasser oder Dampf in Rohrleitungen an den Nutzer geliefert wird. Fernwärme wird häufig in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, zu denen auch Blockheizkraftwerke zählen, zusammen mit Strom erzeugt
Frequenzumrichter	Elektronisches Gerät, das eine Drehzahlregelung von Dreh- und Wechselstrommotoren ermöglicht
Geothermie	Wird auch als Erdwärme bezeichnet und stellt die gespeicherte Wärme im zugänglichen Teil der Erdkruste dar. Sie zählt zu den regenerativen / erneuerbaren Energien
Gradtagszahl	Für alle Tage mit einer Tagesmitteltemperatur kleiner als 15 °C wird die Gradtagszahl berechnet. Dazu wird die jeweilige Tagesmitteltemperatur von der fiktiven Raumtemperatur von 20 °C abgezogen und über einen bestimmten Zeitraum (z. B. ein Jahr) aufsummiert
Heizkennwert	Auf die Gebäudefläche bezogener zeit- und witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch in kWh/m ² a
Immission	Einwirkung von Luftverschmutzung, Geräuschen, Strahlen etc. auf den Menschen. Messgröße ist z. B. die Konzentration eines Schadstoffs in der Luft
Kapitalrückflusszeit	Statische Wirtschaftlichkeitsberechnung; die Kapitalrückflusszeit ist der Quotient aus Investitionskosten und jährlicher Energiekosteneinsparung
Kapitalwert	Überschuss in Euro, den eine Investition im Laufe ihrer (rechnerischen) Lebensdauer erwirtschaftet
KfW-Effizienzhaus 70	Dieses Gebäude benötigt höchstens 70 % des Jahresprimärenergiebedarfs und dessen spezifischer Transmissionswärmeverlust beträgt höchstens 85 % des entsprechenden Referenzgebäudes nach EnEV. Der Begriff KfW-Effizienzhaus ist ein Qualitätszeichen, das die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Rahmen ihrer Förderprogramme als technischen Standard nutzt.

leitungsgebundene Energie	Energiearten, die durch ein Rohr oder Kabel transportiert werden (Strom, Erdgas, Fernwärme)
Leuchtstofflampe	Gasgefüllte, beschichtete Röhre, die durch eine Gasentladung zum Leuchten gebracht wird
Lüftungswärmeverluste	Wärmeverluste, verursacht durch Luftaustausch zwischen dem Gebäude und der Umgebung
MWh	Megawattstunde (1.000 kWh). Eine MWh Wärme entspricht dem Energieinhalt von ca. 100 l Heizöl; der Jahresstromverbrauch eines durchschnittlichen Vier-Personen-Haushalts beträgt 3.600 kWh oder 3,6 MWh
Photovoltaik	Direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen
Primärenergie	Energiemenge, die zusätzlich zur Endenergie auch die Energiemengen einbezieht, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen
Sankey-Diagramm	Graphische Darstellung von Mengenflüssen, die durch mengenproportional dicke Pfeile dargestellt werden. Sankey-Diagramme sind wichtige Hilfsmittel zur Visualisierung von Energie- und Materialflüssen sowie von Ineffizienzen und Einsparpotenzialen im Umgang mit Ressourcen
SEKS	Stuttgarter-Energie-Kontroll-System
Stromkennwert	Auf die Gebäudefläche bezogener, zeitbereinigter Stromverbrauch in kWh/m ² a
Tagesmitteltemperatur	Vom Deutschen Wetterdienst ermittelte mittlere Temperatur des jeweiligen Tages
Transmissionsverluste	Wärmeverluste, verursacht durch Wärmeleitung durch die Hüllflächen des Gebäudes sowie Wärmestrahlung durch Fenster
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient. Sie gibt an, welche Wärmeleistung erforderlich ist, um eine Temperaturdifferenz von 1 Grad für 1 m ² großes Bauteil aufrechtzuerhalten. Um z. B. bei 0 °C Außentemperatur eine Innentemperatur von 20 °C einzuhalten, sind bei einem Dach mit 1.000 m ² und einem U-Wert von 0,2 W/m ² K 4.000 W zum Heizen erforderlich
Wärmerückgewinnung	Anlage zur Nutzung von Wärme aus Abluft oder Abwasser um die Frischluft oder Frischwasser damit zu erwärmen
Wasserkennwert	Auf die Gebäudefläche bezogener, zeitbereinigter Wasserverbrauch in l/m ² a
Witterungsbereinigung	Siehe Außentemperaturbereinigung

Schriftenreihe

In der Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz sind bisher erschienen:

Jahresbericht 1992, Chemisches Institut	Heft 1/1993 - vergriffen -
Energiesparendes Bauen	Heft 2/1993
Stadtklimatologische Stadtrundfahrt in Stuttgart	Heft 3/1993
Luftschadstoffbelastung an ausgewählten Straßen in Stuttgart	Heft 4/1993
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1992	Heft 5/1993 - vergriffen -
Jahresbericht 1993, Chemisches Institut	Heft 1/1994
Das Mineral- und Heilwasser von Stuttgart	Heft 2/1994
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1993	Heft 3/1994
Unser Beitrag zur V. Internationalen Gartenbaustellung IGA '93 in Stuttgart	Heft 4/1994
Jahresbericht 1994, Chemisches Institut	Heft 1/1995
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1994	Heft 2/1995
Die Böden Stuttgarts - Erläuterungen zur Bodenkarte	Heft 3/1995
Energiekonzept Viesenhäuser Hof	Heft 4/1995
Der Steinkrebs im Elsenbach	Heft 5/1995
Jahresbericht 1995, Chemisches Institut	Heft 1/1996
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1995	Heft 2/1996
Altlastenverdachtsflächen in Stuttgart	Heft 3/1996 - vergriffen -
Altlastenverdachtsflächen in Stuttgart - Kurzfassung	Heft 3/1996 - vergriffen -
Stuttgarter Biotopatlas - Methodik, Beispiele und Anwendung	Heft 4/1996 - vergriffen -
Jahresbericht 1996, Chemisches Institut	Heft 1/1997
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1996	Heft 2/1997
Klimaschutzkonzept Stuttgart (KLIKs)	Heft 3/1997 – vergriffen -
Das Stuttgarter Mineralwasser - Herkunft und Genese	Heft 1/1998 - vergriffen -
Jahresbericht 1997, Chemisches Institut	Heft 2/1998
Schallimmissionsplan Stuttgart - Vaihingen	Heft 3/1998
Stuttgarter Flusskrebse - Verbreitung, Gefährdung und Schutz	Heft 4/1998 - vergriffen -
Stuttgarter Flusskrebse - Verbreitung, Gefährdung und Schutz - vereinfachter Nachdruck -	Heft 4/1998

Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1997	Heft 5/1998
Verkehrslärmkartierung Stuttgart 1998	Heft 6/1998
Sprengbomben und andere Kampfmittelaltlasten 1945 - 1998	Heft 7/1998
Pflege- und Entwicklungsplan Vördere	Heft 8/1998
Kalibrierung regionaler Grundwasserströmungsmodelle	Heft 1/1999
Jahresbericht 1998, Chemisches Institut	Heft 2/1999
Lärminderungsplan Stuttgart - Vaihingen, Runder Tisch	Heft 3/1999
Altlastenerkundung Neckartalaue, Abschlussbericht	Heft 4/1999
Die Wildbienen Stuttgarts - Verbreitung, Gefährdung und Schutz	Heft 5/1999
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1998	Heft 6/1999 - vergriffen -
Pilotprojekt Lärminderungsplan Stuttgart - Vaihingen	Heft 1/2000 - vergriffen -
Stuttgarter Biotopatlas - Methodik, Beispiele und Anwendung - überarbeitete Neuauflage -	Heft 2/2000 - vergriffen -
Stuttgarter Biotopatlas - Methodik, Beispiele und Anwendung - 2. überarbeitete Neuauflage -	Heft 2/2000
Kombinierte Markierungsversuche im Mineralwasseraquifer Oberer Muschelkalk, Stadtgebiet Stuttgart	Heft 1/2001
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1999/2000	Heft 2/2001
ISAS - Informationssystem Altlasten Stuttgart	Heft 3/2001
Die Amphibien und Reptilien in Stuttgart - Verbreitung, Gefährdung und Schutz	Heft 1/2002 - vergriffen
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2001	Heft 2/2002
Das Grundwasser in Stuttgart	Heft 1/2003 - vergriffen -
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2002	Heft 2/2003
Lärminderungsplan Stuttgart – Zuffenhausen	Heft 1/2004
Gewässerbericht 2003	Heft 2/2004 – vergriffen -
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2003	Heft 3/2004
Technischer Heilquellenschutz in Stuttgart	Heft 4/2004
Nutzung der Geothermie in Stuttgart	Heft 1/2005 – vergriffen -
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2004	Heft 2/2005
Die Heuschrecken Stuttgarts - Verbreitung, Gefährdung und Schutz	Heft 3/2005 – vergriffen
Biotopverbundplanung in Stuttgart - Ziele, Vorgehen und Umsetzung	Heft 1/2006
Energiebericht - Fortschreibung für das Jahr 2005	Heft 2/2006
Hydrogeologie des Stuttgarter Mineralwassersystems	Heft 3/2006
Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS)	Heft 4/2006
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2006	Heft 1/2007

Gaswerke in Stuttgart - Auswirkungen auf Boden und Grundwasser	Heft 2/2007
Umweltaspekte in der räumlichen Planung in Stuttgart	Heft 1/2008
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2007	Heft 2/2008
Öffentlichkeitsbeteiligung für den Lärmaktionsplan Stuttgart	Heft 3/2008
Environmental aspects in spatial planning in Stuttgart	Heft 1/2009
Untersuchungen an der Alten Inselquelle	Heft 2/2009
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2008	Heft 3/2009
Integrale Grundwasseruntersuchung in Stuttgart-Feuerbach	Heft 4/2009
Lärmaktionsplan der Landeshauptstadt Stuttgart 2009	Heft 1/2010
Energiebericht - Fortschreibung für das Jahr 2009	Heft 2/2010
Der Klimawandel - Herausforderung der Stadtklimatologie (mit englischer Übersetzung)	Heft 3/2010
Energiebericht - Fortschreibung für das Jahr 2010	Heft 1/2011
Energiebericht - Fortschreibung für das Jahr 2011	Heft 1/2012
Klimawandel - Anpassungskonzept Stuttgart KLIMAKS	Heft 1/2013
Energiebericht - Fortschreibung für das Jahr 2012	Heft 2/2013
25 Jahre Amt für Umweltschutz Landeshauptstadt Stuttgart	Heft 3/2013
Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr 2013	Heft 1/2014
Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr 2014	Heft 1/2015
Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr 2015	Heft 1/2016
Lärmaktionsplan – Fortschreibung	(Heft 1/2017)
Tiefengrundwasser Albvorland	(Heft 1/2018)
Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr 2016	(Heft 2/2018)
Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr 2017	(Heft 1/2020)
Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr 2018	(Heft 2/2020)

Die Ausgaben der Schriftenreihe erscheinen in begrenzter Auflage. Sie sind gegen eine Schutzgebühr, zusätzlich 3,00 Euro für den Postversand erhältlich, bei der Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Gaisburgstraße 4, 70182 Stuttgart.

Stand: September 2020