

# Energie- und Klimaschutzbericht 2021



Fortschreibung für das Jahr 2021  
Schriftenreihe des Amts für  
Umweltschutz – Heft 1/2023

**STUTTGART**



## Impressum

**Herausgeberin** Landeshauptstadt Stuttgart  
Amt für Umweltschutz, Energieabteilung in Verbindung  
mit der Abteilung Kommunikation (Team Öffentlichkeit)

**Foto Titelbild** Photovoltaikanlagen auf den Gebäuden der Martin-Luther-Grundschule,  
Quelle: Stadtwerke Stuttgart

**Schutzgebühr** 10,00 Euro

**Datum** Stuttgart, Juni 2023

**ISSN** 1438-3918

CO<sub>2</sub>-neutraler Druck auf 100 % Recyclingpapier



# **ENERGIE- UND KLIMASCHUTZBERICHT**

## **Fortschreibung**

für das Jahr 2021

# Vorwort



Peter Pätzold  
Bürgermeister

Die Veränderungen durch die Coronakrise wirkten sich beim Energieverbrauch und beim Klimaschutz auch noch im Jahr 2021 aus. Das veränderte Verbraucher- und Mobilitätsverhalten in der Coronakrise haben den Endenergieverbrauch für Strom und Wärme reduziert. Allerdings hat das veränderte Verhalten in der 2. Jahreshälfte 2021 zu einem leichten Anstieg geführt. Dies macht deutlich, dass ergriffene Maßnahmen die zu einer Einsparung geführt haben, wieder aufgegriffen werden müssen. Ein generelles Umdenken und eine nachhaltige Veränderung ist unabdingbar. Jegliche Möglichkeit zur Einsparung von Energie und die Nutzung von erneuerbarer Energie muss ergriffen und schnell realisiert werden. Dies wird nicht nur unter Klimaschutzgründen, sondern auch aufgrund der hohen Importabhängigkeit im Energiebereich notwendig.

Die Stadt Stuttgart hat sich mit dem Beschluss des Gemeinderats im Dezember 2019 (Weltklima in Not) klar zu den Klimaschutzzielen von Paris und dem 1,5 Grad-Ziel bekannt. Und im Jahr 2022 wurde vom Gemeinderat der Beschluss gefasst, dass Stuttgart bis 2035 klimaneutral ist. Die Stadtverwaltung handelt danach und hat sich bereits davor auf den Weg gemacht, Maßnahmen zur Energieeinsparung zu ergreifen und umzusetzen. Wichtige Meilensteine zur Zielerreichung sind beschlossen: Für städtische Neubauvorhaben gilt seit Mai 2020 der Plusenergiestandard. Auch Sanierungen werden mit dem Ziel angegangen, dass unsere bestehenden Gebäude klimaneutral werden. Mit diesem Beschluss ist die Landeshauptstadt Stuttgart die erste Stadt in Deutschland, die so klar den Klimaschutz ins konkrete Handeln umsetzt. Ein weiteres wichtiges Element ist der Stuttgarter CO<sub>2</sub>-Preis. Seit 2020 setzen wir für alle städtischen Wirtschaftlichkeitsberechnungen 50 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> an, wobei der Betrag jährlich um 15 Euro erhöht wird. Aktuell liegt er bereits bei 95 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Damit berücksichtigen Wirtschaftlichkeitsentscheidungen die Wirkung des Klimaschutzes zusätzlich zu den bundesweiten Ansätzen. Auch werden nun immer mehr städtische Gebäude in Holz- oder Holzhybridbauweise errichtet.

Weiter konnten wir 2021 unsere Förderprogramme in Stuttgart stark ausbauen. Zum einen haben wir das Energiesparprogramm, ein Programm mit dem wir bereits seit 1998 energieeinsparende Sanierungsmaßnahmen in bestehenden privaten Wohngebäuden fördern, auf insgesamt 75 Millionen Euro aufgestockt, überarbeitet, aktualisiert und für weitere Institutionen wie Wohnbauunternehmen geöffnet. Kombiniert man die Zuschüsse noch mit den Förderungen von Bund und Land bietet sich eine einmalige Chance, ambitionierte Energiestandards zu einem attraktiven Preis zu erhalten. Zusätzlich wurde das Wärmepumpen- und Solarförderprogramm mit Leben gefüllt. Beide Programme werden stark nachgefragt, sodass es auch in diesem Bereich zu nennenswerten Fortschritten bei der Umsetzung der Energiewende kam. Dazu trägt auch noch die Förderung der Stadt von Bürgerinnen und Bürger bei Effizienzsteigerungen durch Tausch veralteter Geräte bei.

Der jetzt vorliegende Energie- und Klimaschutzbericht 2021 ist allerdings ein Blick zurück und fasst die Entwicklungen im Bereich Energieeinsparung und erneuerbare Energien im Jahr 2021 zusammen. Der Beschluss, bis 2035 klimaneutral zu sein, hat die Ziele nochmal deutlich früher angesetzt als bisher. 2021 wurde das Energie- und Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Stuttgart weiter vorangetrieben. Der gesamte Primärenergiebedarf für Strom und Wärme sinkt 2021 um 38 % gegenüber 1990. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß fällt um 44 % gegenüber 1990. Trotzdem liegt Stuttgart im Jahr 2021 über dem Zielwert nach dem Entwicklungspfad. Dies unterstreicht deutlich die Notwendigkeit zur Intensivierung der Energieeinsparung und des Klimaschutzes.

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 hat die Stadtverwaltung eine Vorbildfunktion. 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 die politische Selbstverpflichtung zum energiesparenden Bauen und zur 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 der Stadtverwaltung um 40,5 %, seit Beginn des Energiemanagements im Jahr 1977. Dies entspricht dem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.704 Vier-Personen-Haushalten. Gegenüber 1990 wurde 2021 über 23,4 % weniger Heizenergie verbraucht. Im gleichen Zeitraum stieg der Stromverbrauch jedoch um 14,6 %. Unter Berücksichtigung des 100 %-Ökostrombezugs der Stadtverwaltung reduzieren sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 66,7 %.

Seit Beginn des Energiemanagements 1977 wurde in den städtischen Liegenschaften die Energie- und Wassereinsparung in Summe auf über 818 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 Juli 2023



Peter Pätzold  
Bürgermeister  
Referat Städtebau, Wohnen und Umwelt

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	7
<b>1 Energie- und Treibhausgasbilanz Gesamtstadt</b>	9
1.1 Energie- und Treibhausgasbilanz	9
1.2 Erneuerbare Energien in Stuttgart	12
1.3 Treibhausgasemissionen in Stuttgart	15
<b>2 Energie- und Wasserbilanz der städtischen Anlagen</b>	17
2.1 Entwicklung des Energie- und Wasserverbrauchs	17
2.2 Entwicklung des Energie- und Wasserbezugs sowie deren Kosten	20
2.3 Verbrauchsentwicklung der städtischen Ämter und Eigenbetriebe	23
2.4 Kostenentwicklung der Ämter und Eigenbetriebe	25
2.5 Emissionen der städtischen Liegenschaften	26
2.6 Investitionen	28
2.7 Heizenergieeinsparung	30
2.8 Stromeinsparung	33
2.9 Wassereinsparung	37
2.10 Kosteneinsparung	39
<b>3 Energie- und Klimaschutzkonzepte</b>	43
3.1 Aktivitäten für die Gesamtstadt	43
3.2 Energiedienst Heizung	55
3.3 Energiedienst Strom	62
3.4 Energiedienst Wasser	73
3.5 Tarifwesen und Energiebeschaffung	74
3.6 Energiepreisvergleiche	76
3.7 Straßenbeleuchtung	84
3.8 Lukratives Energiesparen in Stuttgarter Schulen LESS	86
3.9 Forschungsprojekte	88
3.10 Fördermittel	95
<b>4 Statistik zu Verbrauch und Kosten städtischer Liegenschaften</b>	99
4.1 Gesamtentwicklung	99
4.2 Entwicklung der Energieträger- und Wasserpreise	102
4.3 Liegenschaften- und Bedarfsstellen	107
<b>5 Glossar</b>	109
<b>Schriftenreihe</b>	113

# 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.

2021 wurde der Weg zu einer klimaneutralen Stadt weiter konkretisiert. Dazu wurde das entwickelte Energie- und Klimaschutzkonzept verfeinert und weiter umgesetzt. Im Rahmen der Beteiligung wurden die Akteure aus den relevanten Sektoren eingebunden. In mehreren Arbeitsgruppen wurden einzelne Maßnahmen diskutiert und reflektiert, sowie die Ansätze des Konzepts weiterentwickelt.

Die gesamtstädtische Energiebilanz weist für das Jahr 2021 einen witterungsbereinigten Primärenergieverbrauch von 13.910 Gigawattstunden (GWh/a) aus. Damit ist der Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2020 um 1 % gesunken. Gegenüber 1990 beträgt die Reduktion 38 %. Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch 2021 beträgt 12.108 GWh/a (15 % unter 1990) und erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr um 1 %. Die Treibhausgasemissionen für die Gesamtstadt sind 2021 im Vergleich zum Vorjahr um 4 % gestiegen. Gegenüber 1990 gibt es einen Rückgang beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 44 %. 2021 wurden 3.585.157 tCO<sub>2</sub>/a emittiert.

Den städtischen Liegenschaften kommt eine wichtige Rolle zu, da die Stadt eine Vorbildfunktion innehat. Die langfristigen Einsparergebnisse 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. Aufgrund der Veränderungen nach der Coronakrise erhöhte sich 2021 der Gesamtstrombezug um 4,1 %. Der absolute Heizenergiebezug erhöhte sich ebenfalls gegenüber dem Vorjahr um 15,1 %. Witterungsbereinigt erhöhte sich der Verbrauch um 1,6 %. Die jährliche Energiekosteneinsparung der Heiz-, Strom- und Wasserkosten, zusätzlich der tariflichen Einsparungen und Vergütungen veränderte sich gegenüber 2020 nur marginal. Über die vergangenen 45 Jahre lag das durchschnittliche Verhältnis der Energiekosteneinsparung zu den Kostenaufwendungen (Investitions-, Personal-, EDV-, Ingenieurkosten) bei 5,7. Dieses Ergebnis führt zu einer städtischen Nettoeinsparung von jährlich 47,4 Mio. Euro im Jahr 2021 gegenüber dem Basisjahr 1976.

Aufgrund der umgesetzten Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Einsparung wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen 2021 um 67 % gegenüber dem Basisjahr 1990 reduziert. Dies entspricht seit Entwicklung des Energiemanagements im Jahr 1977 einer rechnerischen CO<sub>2</sub>-Reduktion von 154.352 tCO<sub>2</sub>. Der Stromanteil an der CO<sub>2</sub>-Einsparung beträgt bezogen auf 1990 110.358 tCO<sub>2</sub> und der Wärmeanteil 43.994 tCO<sub>2</sub>. Die Beschaffung und Versorgung mit 100 % Ökostrom hat hierbei einen wesentlichen Anteil. Gegenüber 2020 erhöhten sich die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen 2021 um 14 %.

In 2021 wurden weitere Anlagen auf Basis von erneuerbaren Energien errichtet. Deren Anteil im Wärmebereich beträgt 12,4 %. Die erneuerbaren Energien im Strombereich reduzierten sich gegenüber dem Vorjahr auf 8,5 %. Insgesamt wurden 2021 innerhalb der Stadtverwaltung 171 Anlagen betrieben, die eine thermische Energie von 37.666 MWh/a und eine elektrische Energie von 15.974 MWh/a erzeugten. Um das

angestrebte Ziel für die städtischen Liegenschaften bis 2030 die Klimaneutralität 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 2021 eingesetzt. Damit ist es unter anderem möglich, die Schulsanierungen mit zusätzlichen energetischen Maßnahmen zu ergänzen. Parallel wurde damit begonnen, die geplanten Sanierungen auf alle Liegenschaften der Schulen auszuweiten. Es wurde damit begonnen für alle Gebäude Sanierungsvorschläge zu entwickeln und möglichst rasch umzusetzen. Daraus entwickelt sich eine Liste der noch offenen energetischen Sanierungsmaßnahmen.

Für die kommenden Jahre gilt es, diese angedachten Maßnahmen im Bereich der Gebäudesanierung umzusetzen. Die Sanierung als Instrument zur Verringerung der verbrauchten Endenergie steht weiterhin im Vordergrund, um neben der Senkung des Wärme- und Stromverbrauchs auch 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 Energie- und Klimaschutzbericht ist in fünf 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 Energieabteilung. Eine statistische Zusammenstellung zur Verbrauchs- und Kostenentwicklung der städtischen Liegenschaften findet sich in Kapitel 4 wieder und in Kapitel 5 ist ein Glossar mit wichtigen Begriffen 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 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 Energie- und Treibhausgasbilanz Gesamtstadt

Die „Urbanisierung der Energiewende in Stuttgart“ (GRDRs 1056/2015) wurde am 28. Januar 2016 vom Gemeinderat beschlossen. Mit der Verabschiedung des Energie- und Klimaschutzkonzepts und der damit einhergehenden Bereitstellung von Haushalts- und Personalmitteln wurde mit der Umsetzung der Maßnahmen begonnen.

Ziel des Energie- und Klimaschutzkonzepts ist die Umsetzung der Energiewende in Stuttgart. Es wurde ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der u. a. im Rahmen des Masterplans 100 % Klimaschutz fortgeschrieben wurde, um die anvisierten Ziele der Stadt zu erreichen. Die im Energie- und Klimaschutzkonzept festgelegten Ziele bis zum Jahr 2020 – die Senkung des Primärenergieverbrauchs um 20 % gegenüber 1990 und die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien auf 20 % – wurden bereits erreicht. Die Umsetzung des Energie- und Klimaschutzkonzepts soll gemeinsam mit allen Einwohnerinnen und Einwohnern sowie allen relevanten Akteuren aus Industrie, Handwerk, Wohnungsbau und Forschung erfolgen. Die Federführung für das Energie- und Klimaschutzkonzept hat die Energieabteilung im Amt für Umweltschutz.

Mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz „Weltklima in Not“ wurden am 20. Dezember 2019 die Zwischenziele für die Treibhausgasemissionen für 2030 (-65 % gegenüber 1990) und 2040 (-80 % gegenüber 1990) zum Erreichen der Klimaneutralität der Landeshauptstadt spätestens im Jahr 2050 beschlossen. Die im Rahmen des Programms zur Verfügung stehenden 200 Millionen Euro sollen in den Jahren 2020 bis 2023 unter anderem eine schnellere Umsetzung der Energiewende bewirken.

Im Jahr 2022 hat der Gemeinderat beschlossen, dass das Ziel der Klimaneutralität bereits 2035 erreicht sein soll. Das Zwischenziel für 2030 wurde ebenfalls angepasst, die Treibhausgasemissionen sollen dann bereits um 80 % unter denen von 1990 liegen. Diese Zielsetzung wird für die Energie- und Treibhausgasbilanz 2021 bereits zugrunde gelegt.

## 1.1 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die gesamtstädtische Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde bis 2012 im Zwei-Jahres-Rhythmus erstellt und wird zur detaillierteren Analyse seit 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.

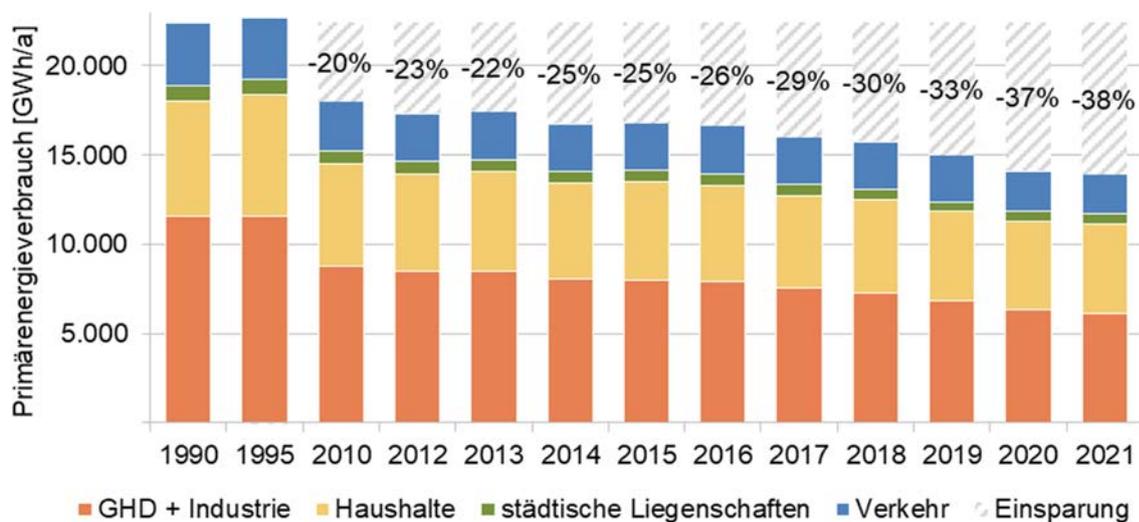
Im Folgenden werden die Ergebnisse des Bilanzjahrs 2021 vorgestellt. Aufgrund der auch im Jahr 2021 noch andauernden weltweiten Corona-Pandemie kam es in Stuttgart weiterhin zeitweise zu Einschränkungen und Schließungen von Einrichtungen. Dies hatte auch Auswirkungen auf den Energieverbrauch.

Im Zusammenhang mit der kommunalen Wärmeplanung (siehe Kapitel 3.1.2) wurde für Stuttgart eine noch fundiertere Datenbasis geschaffen. Dadurch kam es zu Verschiebungen bei der Zuordnung des Energieverbrauchs zwischen den Sektoren und an der Gemarkungsgrenze. Um die Konsistenz mit den vorangegangenen Bilanzen zu erhalten, wurden diese rückwirkend angepasst.

## Energieverbräuche in Stuttgart

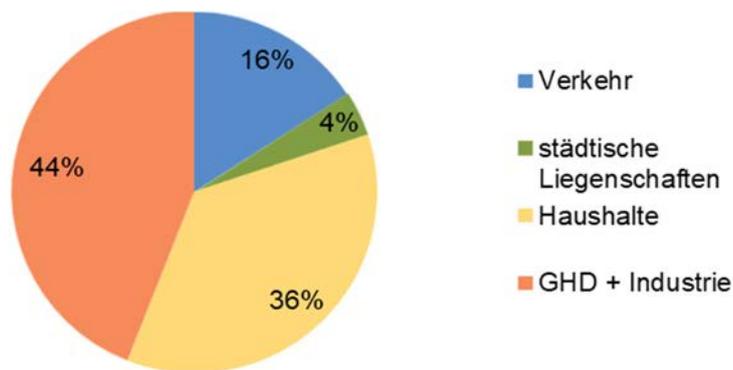
Für das Jahr 2021 ergibt sich ein witterungsbereinigter Primärenergieeinsatz im Stadtgebiet von 13.910 GWh/a. Gegenüber 1990 wurden 2021 in Stuttgart 8.522 GWh/a weniger Primärenergie verbraucht (witterungsbereinigt). Dies entspricht einer Reduktion um 38 % (Bild 1). Damit wurde der Primärenergieverbrauch in den letzten Jahren deutlich reduziert.

Die größten Einsparungen gegenüber 2020 wurden bei den Unternehmen erreicht: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und die Industrie benötigten 3% weniger als im Vorjahr. Auch im Verkehr reduzierte sich die genutzte Primärenergie um 2 %. Gestiegen sind dagegen die Verbräuche der Haushalte um 1 % und der städtischen Liegenschaften um 7 %. Nach einem Rückgang um 4 % von 2019 auf 2020 sank der Primärenergiebedarf von 2020 auf 2021 leicht um 1 % gegenüber 1990.



**Bild 1** Entwicklung des witterungsbereinigten Primärenergieverbrauchs in Stuttgart bis 2021

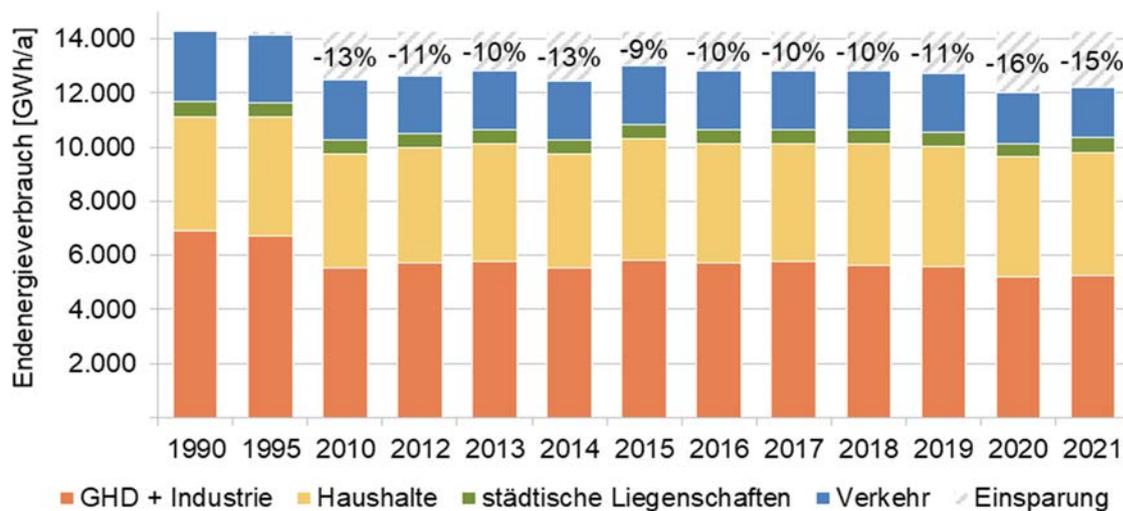
Bild 2 zeigt die Verteilung des Primärenergieverbrauchs auf die Sektoren für 2021. Der Anteil der Stuttgarter Haushalte ist in den Pandemie Jahren gestiegen betrug zuletzt 36 %, während er zuvor bei um die 33 % lag. Der Anteil des 2021 durch die Sektoren Industrie und GHD verbrauchten Energie lag bei 44 %. Auf die städtischen Liegenschaften entfällt ein Anteil von 4 % und auf den Verkehrssektor 16 % des Gesamtenergieverbrauchs im Stadtgebiet.



**Bild 2** Primärenergieverbrauch 2021 nach Sektoren

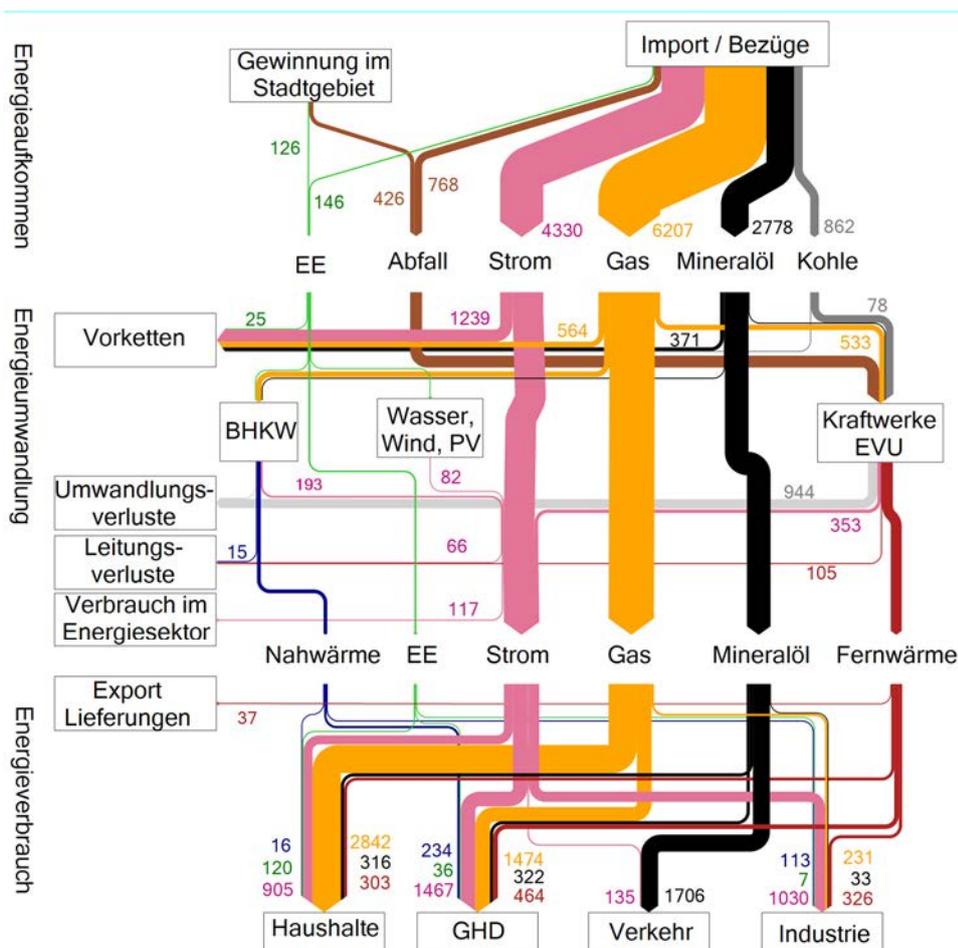
Der Endenergieverbrauch war in den vorangegangenen Jahren nur leicht gesunken, 2021 konnte jedoch wie bereits 2020 eine deutliche Reduktion gegenüber 1990 ermittelt werden, der Verbrauch lag 2021 um 15 % unter dem Basiswert. Damit konnten die Einsparungen des Vorjahrs fast gehalten werden. Bild 3 zeigt den witterungsbereinigten Endenergieverbrauch mit den Einsparungen gegenüber 1990.

Im Vergleich zum Vorjahr 2020 wurden 183 GWh (2 %) mehr verbraucht. Während der Gesamtverbrauch der meisten Energieträger nahezu konstant blieb, stieg der Verbrauch von Erdgas um 3 % und von Fernwärme um 4 % an. Im Verkehrssektor wurden gegenüber dem Vorjahr 2 % weniger verbraucht. Dagegen nahm der Verbrauch der Haushalte um 3 % und der Unternehmen um 1 % leicht zu.



**Bild 3** Endenergieverbrauch in Stuttgart bis 2021, witterungsbereinigt

Durch die umfassende Energiebilanzierung für Stuttgart ist es möglich, alle Energieflüsse innerhalb der Stadt darzustellen. Bild 4 zeigt in Form eines Sankey-Diagramms für die Energiebilanz von 2021 die Herkunft der Primärenergieträger, die Umwandlungsprozesse innerhalb der Stadtgrenzen sowie die Nutzung der Endenergie in den jeweiligen Verbrauchssektoren.



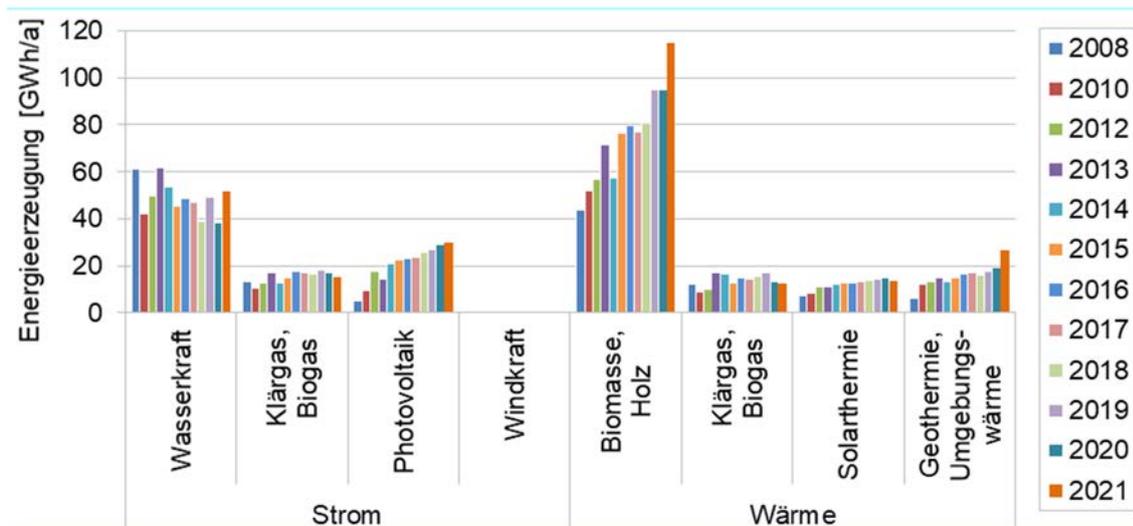
**Bild 4** Energieflussdiagramm (witterungsbereinigt) der Energiebilanz Stuttgart für 2021

## 1.2 Erneuerbare Energien in Stuttgart

Auf der Gemarkung Stuttgart wurden 2021 rund 265 GWh/a Strom und Wärme direkt aus erneuerbaren Energien erzeugt. Dies entspricht 2,2 % des Gesamtenergieverbrauchs. Davon entfallen 97 GWh/a auf die regenerative Stromerzeugung aus Wasserkraftwerken, Photovoltaikanlagen, Klärgas-Blockheizkraftwerken und Windkraft. Die restlichen 168 GWh/a werden als Wärme, durch Nutzung von Biomasse, Klärgas sowie Geo- und Solarthermie bereitgestellt. Die Entwicklung, der auf der Gemarkung Stuttgart direkt erzeugten erneuerbaren Energie, ist in Bild 5 dargestellt.

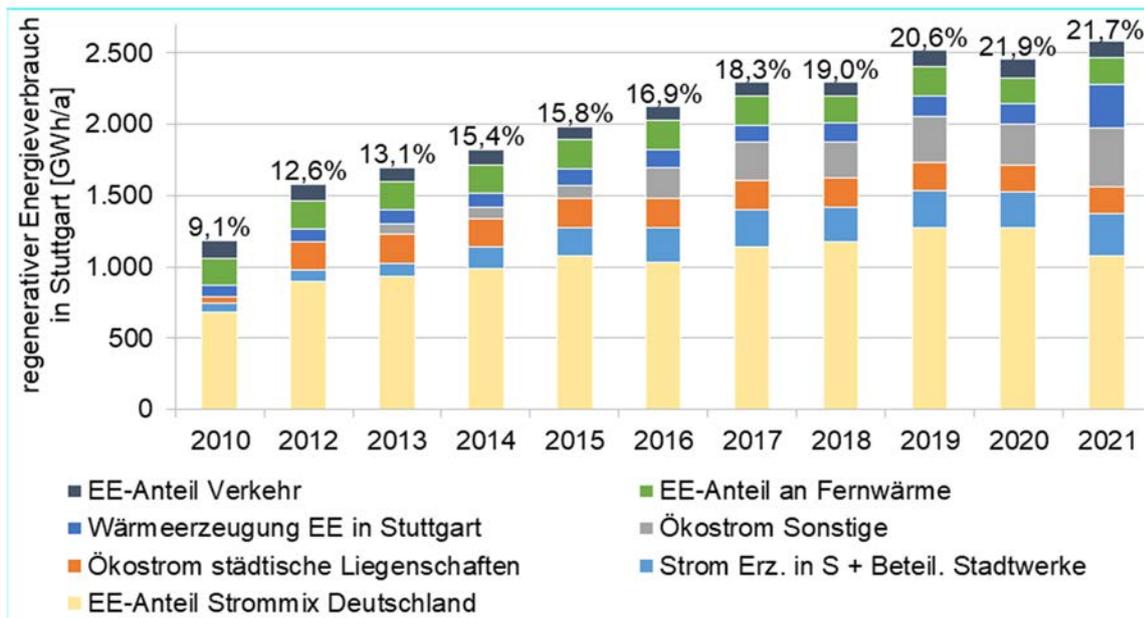
Im Strombereich produzierten 2021 die Wasserkraftanlagen gut die Hälfte der lokalen erneuerbaren Energie. Der verbleibende Anteil setzt sich im Wesentlichen aus Klärgas-Blockheizkraftwerken und Photovoltaikanlagen (PV) zusammen. Gegenüber dem Vorjahr hat die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien um 13 % zugenommen. Bei den Wasserkraftanlagen schwankt der jährliche Ertrag je nach Abflussmenge und Revisionen der Anlagen.

Knapp 70 % der lokal erzeugten regenerativen Wärme wird durch die Verbrennung von Biomasse und Holz bereitgestellt. Die restliche Wärmemenge resultiert aus dem Einsatz von Klärgas in Blockheizkraftwerken, der Nutzung von Solarthermie sowie der Nutzung Geothermie und Umgebungswärme mit Wärmepumpen.



**Bild 5** Entwicklung der in Stuttgart erzeugten erneuerbaren Energien bis 2021

- Als nicht leitungsgebundenem Energieträger kann der Verbrauch an Biomasse außerhalb der städtischen Liegenschaften nur berechnet werden. Aus statistischen Erhebungen, Branchenzahlen und Informationen der Schornsteinfeger wird der Verbrauch an Biomasse ermittelt. Er wird auch an den nicht witterungsbereinigten Erdgasverbrauch der Haushalte geknüpft, welcher 2021 um 16 % höher lag als 2020. Dadurch liegt auch der Verbrauch an Biomasse deutlich über dem des Vorjahres.
- Erneuerbare Energien trugen 2021 in Stuttgart 21,7 % zum nicht-witterungsbereinigten Endenergieverbrauch bei (siehe Bild 6). Anteilig setzten sie sich aus den folgenden Bereichen zusammen:
  - Anteil erneuerbarer Energien an den Kraftstoffen (4 %)
  - Anteil erneuerbarer Energien an der Fernwärmeerzeugung (7 %)
  - Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Stuttgart (12 %)
- Stromerzeugung in Stuttgart und Beteiligung der Stadt über die Stadtwerke an regenerativen Erzeugungskapazitäten außerhalb der Gemarkung Stuttgarts (11 %)
- Ökostrombezug von städtischen Liegenschaften (7 %)
- Ökostrombezug anderer öffentlicher Einrichtungen und Unternehmen sowie Vertrieb der Stadtwerke (16 %)
- Anteil erneuerbarer Energien am sonstigen Strombezug auf Basis des Strommix Deutschlands (42 %) (zur Vermeidung von Doppelzählung werden der oben genannte Ökostrombezug und die Erzeugung hier herausgerechnet)



**Bild 6** Regenerativer Endenergieverbrauch und der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

Durch den regenerativen Anteil in den Kraftstoffen von 6,8 % werden im Bereich Verkehr in Stuttgart weitere 116 GWh/a erneuerbare Energien genutzt.

Der Anteil der erneuerbaren Energien in der Fernwärme betrug 16,3 %. Dieser resultiert vor allem aus dem biogenen Anteil des im Kraftwerk Münster verbrannten Restmülls. Bei einem Fernwärmeverbrauch von 1.055 GWh/a entspricht dies einer regenerativen Energiemenge von 172 GWh/a im Jahr 2021. Zusätzlich zu den oben dargestellten direkten Wärmenutzungen aus erneuerbaren Energien wird in Stuttgart bilanziell über das Erdgasnetz bezogenes Biomethan in BHKWs zur Wärme- und Stromgewinnung eingesetzt und ab 2021 hier beim Verbrauch der erneuerbaren Energien berücksichtigt.

Innerhalb der Stadtverwaltung wurde die Zahl der Anlagen mit erneuerbaren Energien im Bilanzjahr 2021 auf 195 erhöht (vgl. Kapitel 2.1). Einen weiteren Beitrag leisten die Stadtwerke Stuttgart mit der Beteiligung an regenerativen Erzeugungskapazitäten außerhalb des Stadtgebiets. Im Bilanzjahr 2021 produzierten die sechs Windparks in Alpirsbach, Bad Hersfeld, Everswinkel, Dinkelsbühl, Lieskau und Schwanfeld insgesamt 127 GWh/a regenerativen Strom, der in die Bilanzierung der erneuerbaren Energien einfließt.

188 GWh/a erneuerbare Energie resultieren aus dem vollständigen Ökostrombezug der städtischen Liegenschaften. In Summe werden weitere 415 GWh/a Ökostrom von weiteren öffentlichen Einrichtungen und anderen Unternehmen 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 1.076 GWh/a (dies entspricht 9 % des gesamten Endenergieverbrauchs und 42 % der erneuerbaren Energien in Stuttgart).

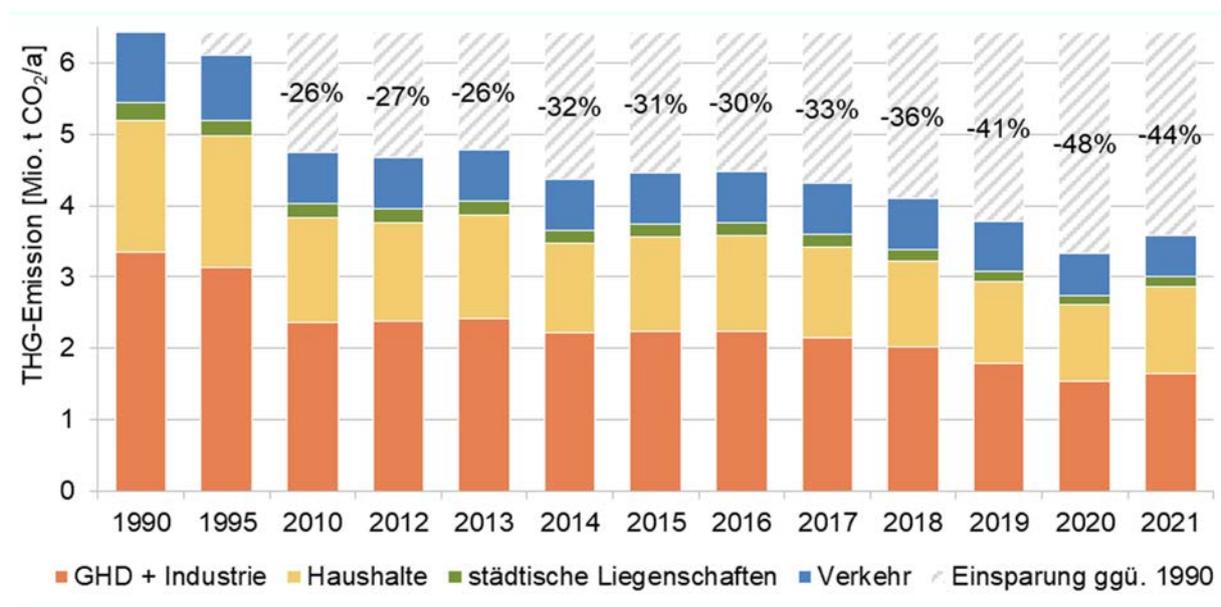
Insgesamt betrug die im Jahr 2021 genutzte erneuerbare Energie in Stuttgart 2.585 GWh/a und damit 130 GWh mehr als im Vorjahr. Aufgrund des gestiegenen Verbrauchs an Endenergie (nicht witterungsbereinigt) verringerte sich dennoch der Anteil der erneuerbaren Energien gegenüber dem Vorjahr um 0,2 %

auf 21,7 % (Bild 6). Die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärme- und Stromerzeugung sowie der verstärkte Ökostrombezug reichten nicht aus, um den geringeren Anteil erneuerbarer Energien im Bundesstrommix auszugleichen. Dieser sank von 45,3 % im Jahr 2020 auf 41,0 % in 2021.

### 1.3 Treibhausgasemissionen in Stuttgart

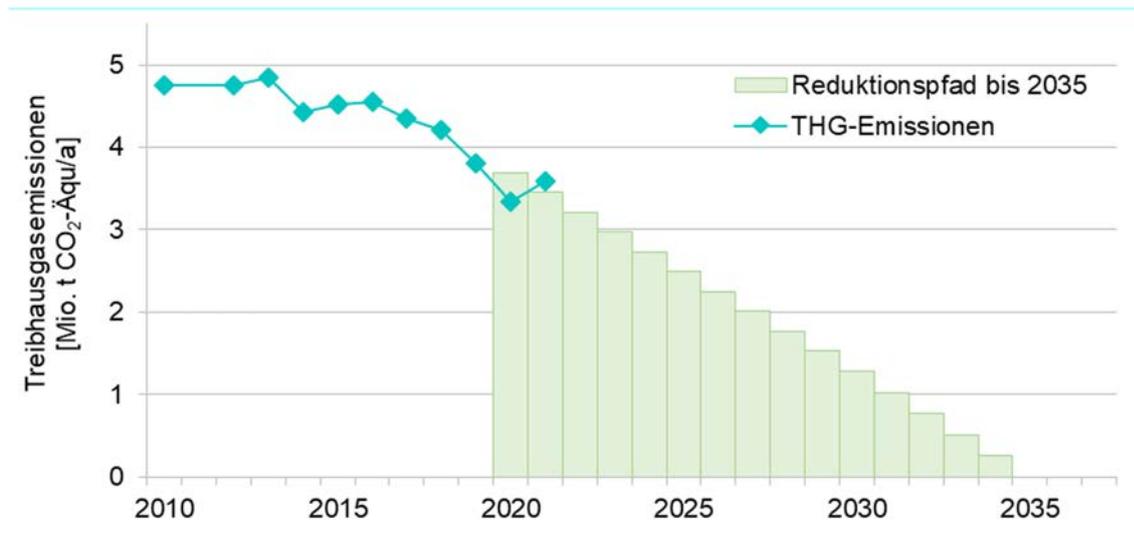
Aus der Endenergiebilanz wird für Stuttgart eine Klimabilanz ermittelt. Mittels Treibhausgasfaktoren, welche auch die Vorketten berücksichtigen, werden die durch den Energieverbrauch entstehenden Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten berechnet. Zur besseren Lesbarkeit wird nachfolgend verkürzt CO<sub>2</sub> geschrieben, obwohl CO<sub>2</sub>-Äquivalente gemeint sind.

Durch den geringeren Anteil erneuerbarer Energien im Bundesstrommix erhöhte sich die spezifische CO<sub>2</sub>-Emission des Stromverbrauchs. Dies und der gestiegene Erdgasverbrauch aufgrund kühlerer Witterung führen zu einem Anstieg der Stuttgarter CO<sub>2</sub>-Emissionen für 2021. Sie lagen bei 3,585 Mio. t CO<sub>2</sub> und damit 7 % höher als 2020 (ohne Witterungsbereinigung), jedoch noch unter dem Wert von 2019. Gegenüber dem Bezugsjahr 1990 konnten die Emissionen um ca. 44 % reduziert werden (Bild 7).



**Bild 7** Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Stuttgart bis 2021, nicht witterungsbereinigt

Stuttgart hat sich das Ziel gesetzt, bis 2035 klimaneutral sein. Als Zwischenziele soll die Treibhausgasemission bis 2030 um mindestens 80 % gegenüber 1990 reduziert werden. Bild 8 zeigt den Weg der dafür erforderlichen Treibhausgasreduktion und die Emissionen der vergangenen Jahre. Während der Zielwert für 2020 um 354.000 t CO<sub>2</sub> unterschritten wurde, lag die Emission 2021 rund 136.000 t CO<sub>2</sub> über dem gesetzten Ziel. Gemäß des Reduktionspfads sollte eine Reduktion von 46 % gegenüber 1990 erreicht werden.



**Bild 8** Treibhausgasreduktionspfad und die Treibhausgasemissionen bis 2021, nicht witterungsbereinigt

## 2 Energie- und Wasserbilanz der städtischen Anlagen

Dieses Kapitel beschreibt die Energie- und Wasserbilanz der städtischen Liegenschaften und deren Entwicklung bis 2021.

### 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 Heizenergieverbrauch erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr um 15,3 %, der Stromverbrauch stieg um 3,1 %, und der Wasserbezug nahm um 9,5 % ab. Bezugswerte sind absolute und nicht witterungsbereinigte Werte, da zur Ableitung der Kosten aus den Verbrauchswerten nicht witterungsbereinigte Werte erforderlich sind. Die witterungsbereinigte Entwicklung der Verbrauchswerte ist im Abschnitt 2.7 (Seite 30) dargestellt.

Energie- und Wasserverbrauch	2021	Veränderung zum Vorjahr
Strombezug	158.165 MWh/a	6,3 %
Strom Eigenproduktion (Klärgas und Klärschlamm)	14.643 MWh/a	-13,3 %
Strom Eigenproduktion (Erdgas-BHKW Eigenverbrauch)	13.725 MWh/a	-13,4 %
Strom Eigenproduktion (Photovoltaik Eigenverbrauch)	1.331 MWh/a	92,5 %
Strom Netzeinspeisung (Photovoltaik und BHKW)	2.053 MWh/a	52,4 %
<b>Strom gesamt</b>	<b>187.864 MWh/a</b>	<b>3,1 %</b>
Heizenergiebezug	280.800 MWh/a	15,1 %
Wärme aus Klärgas	12.080 MWh/a	-4,3 %
Wärme aus Holzhackschnitzelanlagen	5.164 MWh/a	115,4 %
Wärme aus Pelletanlagen	3.144 MWh/a	24,3 %
Umweltwärme aus Wärmepumpen	2.215 MWh/a	47,9 %
Themische Solarenergie	1.492 MWh/a	7,2 %
<b>Heizenergie gesamt</b>	<b>304.894 MWh/a</b>	<b>15,3 %</b>
<b>Wasserbezug</b>	<b>1.522.799 m³/a</b>	<b>-9,5 %</b>

**Tabelle 1** Energie- und Wasserverbrauch 2021

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 (Holzhackschnitzel- 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 2021 bei der Heizenergie bezogen auf das Jahr 1977 310.564 MWh, bei Strom bezogen auf das Jahr 1982 87.018 MWh und bei Wasser bezogen auf das Jahr 1991 1.640.071 m³ Wasser eingespart (Tabelle 2). Die

Heizenergieeinsparung entspricht einem Heizöläquivalent von 31,1 Mio. Liter mit einem Heizenergieverbrauch von 20.704 Vier-Personen-Haushalten. Die Stromeinsparung entspricht dem Jahresstromverbrauch von 24.862 Vier-Personen-Haushalten und die Wassereinsparung dem Jahreswasserverbrauch von 8.837 Vier-Personen-Haushalten. Die Einsparergebnisse sind auf Betriebsoptimierungen, Sanierungen und Umrüstung auf energieeffiziente Anlagen zurückzuführen.

Energie- und Wasserkosteneinsparung	2021	1977 - 2021
Heizenergieeinsparung (entspricht 1 Heizöl)	310.564 MWh/a 31.056.361 l/a	9.980.267 MWh 998.026.748 l
Stromeinsparungen	87.018 MWh/a	1.362.994 MWh (seit 1982)
Anzahl von 4-Personenhaushalten, die damit versorgt werden könnten	24.862	90.866
Wassereinsparung	1.640.071 m³/a	29.079.286 m³ (seit 1991)
Ausgaben für Personal-, Datenver- arbeitungs- und Ingenieurkosten	1.402 T€/a	30.556 T€
Abschreibung und Verzinsung von Investitionen	5.006 T€/a	85.561 T€ (der letzten 20 Jahre)
Gesamtausgaben	6.409 T€/a	116.117 T€
Bruttokosteneinsparungen	53.853 T€/a	958.357 T€
Nettoeinsparungen	47.444 T€/a	818.455 T€

**Tabelle 2** Energie- und Wassereinsparung 2021 seit Einführung des Energiemanagements

Die Zahl der Anlagen mit erneuerbaren Energien hat sich von 2020 auf 2021 innerhalb der Stadtverwaltung von 171 Anlagen auf 199 erhöht. 2021 hat die Stadt 139 Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen), 21 Anlagen für Solarthermie, 22 Anlagen für holzartige Brennstoffe, 5 Biogasanlagen und 12 Anlagen mit Umweltwärme betrieben. Der Deckungsanteil der regenerativen Energien beim Heizenergieverbrauch liegt bei 12,5 % und beim Stromverbrauch 8,5 % (Tabelle 3). Der regenerative Anteil der Fernwärme für die städtischen Anlagen beträgt 14.937 MWh/a.

Zusätzlich zu den von der Stadt betriebenen 139 PV-Anlagen sind im Jahr 2021 auf 39 städtischen Dächern PV-Anlagen installiert, die von privaten Investoren oder durch die Stadtwerke Stuttgart errichtet und betrieben werden. Die Fläche dieser Anlagen beträgt insgesamt 27.392 m² und deren rechnerisch ermittelter jährlicher Ertrag liegt 2021 bei ca. 3.336 MWh/a.

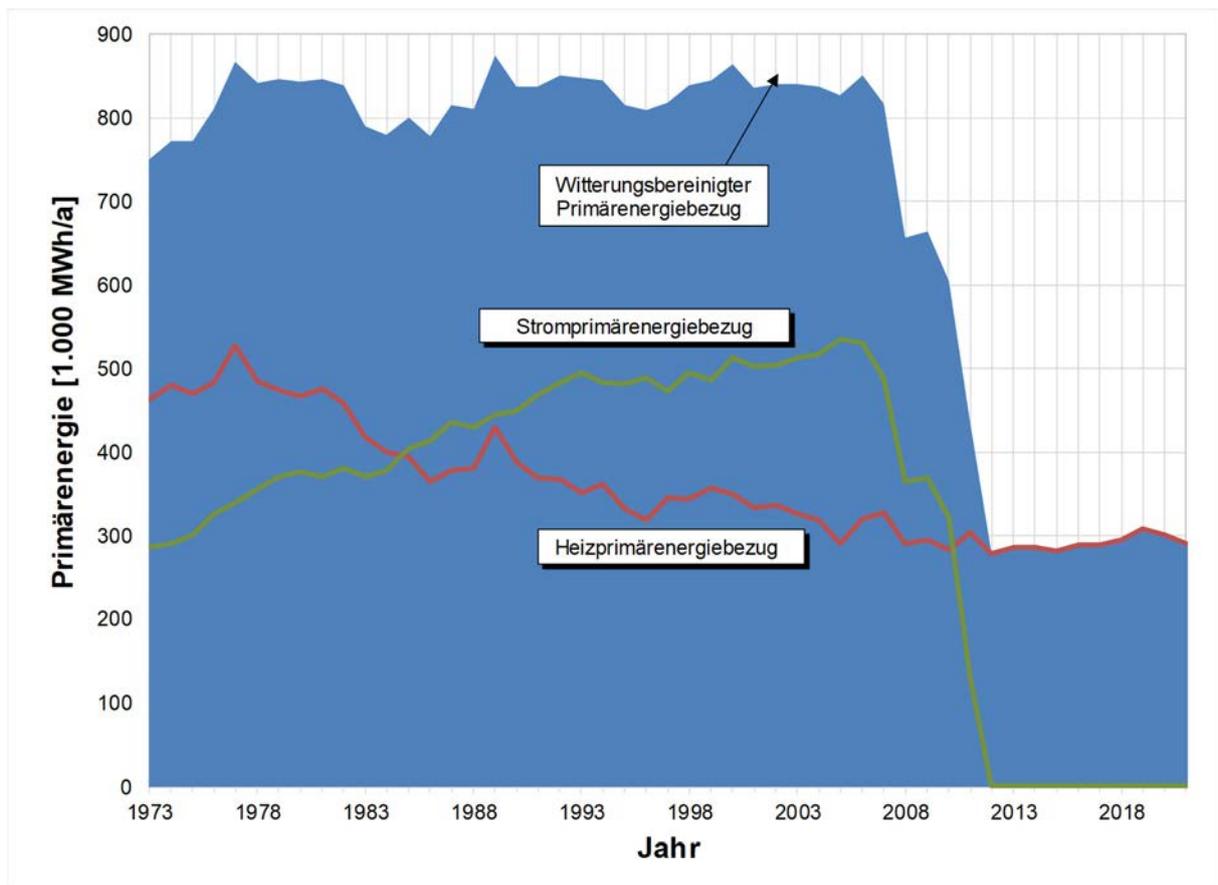
Regenerative Energien	2021	Veränderung zum Vorjahr
Wärme aus Holzhackschnitzelanlagen	5.164 MWh/a	115,4 %
Wärme aus Pelletanlagen	3.144 MWh/a	24,3 %
<b>Summe Holz</b>	<b>8.308 MWh/a</b>	<b>68,7 %</b>
Wärme aus Klärgas	12.080 MWh/a	-4,3 %
Umweltwärme aus Wärmepumpen	2.215 MWh/a	47,9 %
Thermische Solarenergie	1.492 MWh/a	7,2 %
Anteil reg. Energien aus der Fernwärme	13.572 MWh/a	15,0 %
<b>Summe thermisch regenerativ erzeugt</b>	<b>37.666 MWh/a</b>	<b>16,8 %</b>
Heizenergieanteil reg. Energien	12,4%	0,2 % Punkte
Strom Eigenproduktion (aus Klärgas und Klärschlamm)	14.643 MWh/a	-13,3 %
Strom Eigenproduktion (Photovoltaik Eigenverbrauch)	1.331 MWh/a	92,5 %
Photovoltaik (eingespeist ins öffentliche Netz)	973 MWh/a	49,9 %
<b>Summe Strom regenerativ erzeugt (Eigenverbrauch)</b>	<b>15.974 MWh/a</b>	<b>-9,2 %</b>
Stromanteil regenerative Energien (Eigenverbrauch)	8,5%	-1,1 % Punkte

**Tabelle 3** Regenerative Energien 2021

Um den Anteil der regenerativen Energien auf 100 % zu erhöhen, ist ein verstärkter Ausbau erforderlich. Im Wärmebereich zählt dazu z. B. der Bau weiterer Holzhackschnitzel- und Pelletanlagen, auch bei Gas sollte der regenerative Anteil dringend erhöht werden. Auch der regenerative Anteil bei der Fernwärme sollte gesteigert werden. Im Strombereich ist es durch die Reduzierung der Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sinnvoll, den in den Photovoltaikanlagen erzeugten Strom möglichst im jeweiligen Gebäude selbst zu nutzen.

Die Stadt strebt als weiteres Klimaschutzziel an, den Primärenergieverbrauch der städtischen Gebäude bis 2021 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 9 dargestellt. Als Vergleichsmaßstab für die städtische Entwicklung des Primärenergiebezugs wurde in Anlehnung an die Entwicklung der Emissionen das gleiche Referenzjahr 1973 gewählt. 2021 hat sich der witterungsbereinigte Primärenergieverbrauch gegenüber 1973 um 61,1 % und gegenüber 1990 - dem international vereinbarten Jahr zur Darstellung der Klimaschutzziele - um 65,2 % reduziert. Der witterungsbereinigte Heizprimärenergiebezug ging gegenüber 1973 um 37,1 % und gegenüber 1990 um 25,0 % zurück. Der Stromprimärenergiebezug reduzierte sich gegenüber 1973 um 99,2 % und gegenüber 1990 um 99,5 %. Der starke Rückgang beim Stromprimärenergiebezug ist auf den Bezug der städtischen Liegenschaften mit Ökostrom zurückzuführen. Gleichzeitig erhöhte sich der Strombezug seit 1990 um 14,3 %. Dieser Anstieg ist durch eine generell höhere technische Ausstattung an elektrischen Geräten, das erweiterte Nutzungsangebot (EDV, Mensen, Betreuungsangebote, Abendschulen, usw.), sowie einen Flächenzuwachs von 17,7 % seit 1990 begründet.



**Bild 9** Entwicklung des Primärenergieverbrauches

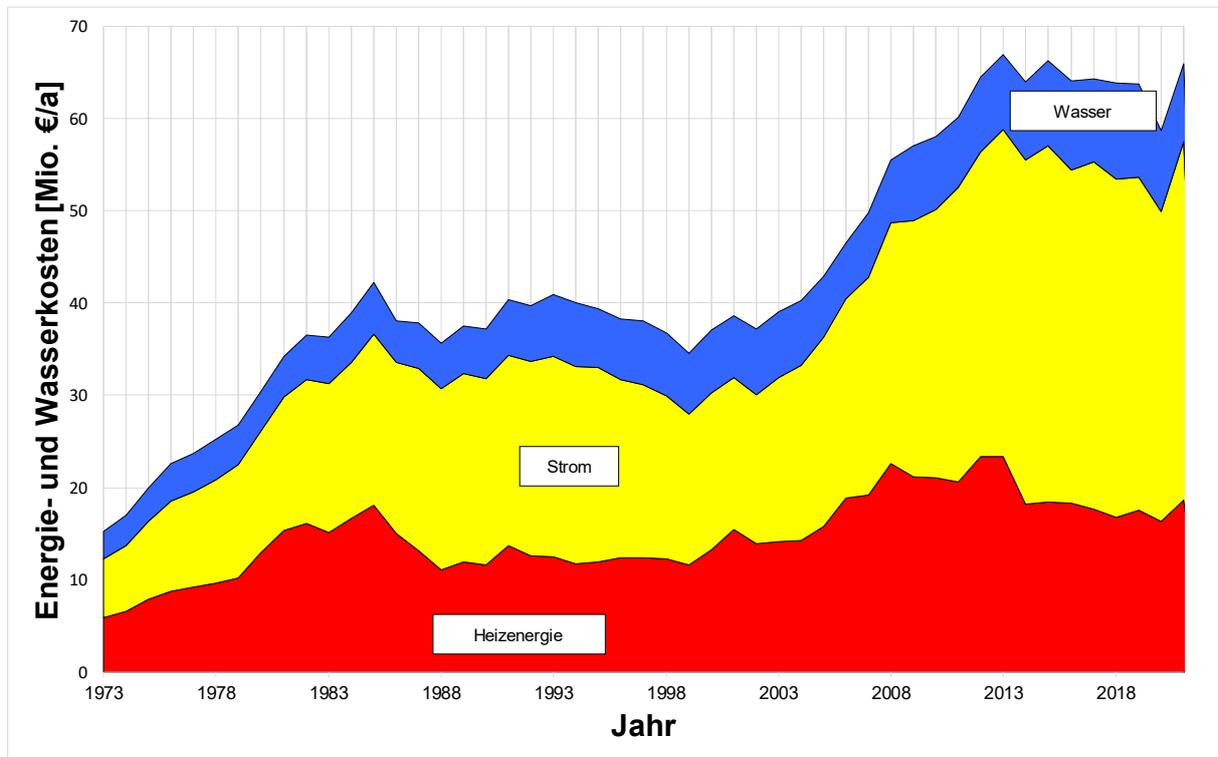
## 2.2 Entwicklung des Energie- und Wasserbezugs sowie deren Kosten

Der Energie- und Wasserbezug der städtischen Liegenschaften, die jährlichen Bezugskosten und die durchschnittlichen Preise in 2021 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, und Solarenergie nutzen, nicht enthalten sind. 2021 erhöhte sich der Strom- und Heizenergiebezug gegenüber 2020.

Der Strombezug und die Stromkosten sind nach Verwendungsart und Eigenproduktion (aus erdgasbefeuerten BHKWs) abzüglich des Stromanteils für Wärmepumpen unterteilt. Strom, der zu Heizzwecken (Heizstrom, Strom für Wärmepumpen) 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 2021 erhöhten sich die Preise für den Bezug von Erdgas um 7,3 % der Preis für Heizöl erhöhte sich um 39,4%. Der Fernwärmepreis reduzierte sich um 16,3 %. Der durchschnittliche Preis des Heizenergiebezuges reduzierte sich gegenüber dem Vorjahr um 1,0 %. Aufgrund des erhöhten spezifischen Strompreises (+11,3 %)

und des erhöhten Bezugs von 4,1 % erhöhten sich die Stromkosten um 15,9 %. Insgesamt lagen die Gesamtenergie- und Wasserkosten der Ämter und Eigenbetriebe mit 65,9 Mio. Euro um 12,3 % über den Kosten des Vorjahrs. In Bild 10 ist die Entwicklung der Energie- und Wasserkosten seit 1973 dargestellt.



**Bild 10** Entwicklung der Energie- und Wasserkosten bis 2021

2021 wurde aufgrund der steigenden Anzahl an Wärmepumpen erstmals der Strom für Wärmepumpen der Heizenergie zugerechnet. Bis 2020 wird der Strom für Wärmepumpen dem Strombezug zugeschrieben. 2021 kommt es daher zu einer Verschiebung zwischen den Energiearten (Tabelle 4).

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART ENERGIESTATISTIK 2021	BEZUG				KOSTEN				PREIS				
	EIN- HEIT	BEZUGS- MENGE	MWh/a	GESAMT- ENERGIE	STROM HEIZENER.	VERÄND. Z. VORJ.	€/a	GESAMT- KOSTEN	ENERGIE- KOSTEN	STROM HEIZENER.	VERÄND. Z. VORJ.	€/MWh	VERÄND. Z. VORJ.
Licht- und Kraftstrom	kWh	136.234.628	136.235	30,1 %	79,5 %	8,4 %	33.076.611	50,2 %	57,6 %	85,4 %	19,5 %	242,79	10,2 %
dav. Strom für Wärmepumpen	kWh	-432.077	-432	-0,1 %	-0,3 %	22,9 %	-63.757	-0,1 %	-0,1 %	-0,2 %	15,1 %	147,56	-6,4 %
Straßenbel./Verkehrssignalanlage	kWh	21.930.857	21.931	4,8 %	12,8 %	-5,3 %	5.011.606	7,6 %	8,7 %	12,9 %	0,9 %	228,52	6,6 %
Eigenproduktion	kWh	13.724.521	13.725	3,0 %	8,0 %	-13,4 %	718.970	1,1 %	1,3 %	1,9 %	-14,6 %	52,39	-1,4 %
<b>STROM GESAMT</b>	<b>kWh</b>	<b>171.457.929</b>	<b>171.458</b>	<b>37,9 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>4,1 %</b>	<b>39.743.429</b>	<b>58,7 %</b>	<b>67,4 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>15,9 %</b>	<b>225,96</b>	<b>11,3 %</b>
Heizöl	l	997.521	9.975	2,2 %	3,5 %	-20,5 %	660.805	1,0 %	1,1 %	3,5 %	10,9 %	66,24	39,4 %
Flüssiggas	l	73.332	482	0,1 %	0,2 %	114,9 %	45.186	0,1 %	0,1 %	0,2 %	171,6 %	93,79	26,4 %
Biomasse	kWh	8.307.579	8.308	1,8 %	3,0 %	68,7 %	186.813	0,3 %	0,3 %	1,0 %	49,0 %	22,49	-11,7 %
Fernwärme	kWh	83.696.102	83.696	18,5 %	29,8 %	27,0 %	7.777.002	11,8 %	13,5 %	41,5 %	6,3 %	92,92	-16,3 %
Erdgas	kWh <sub>tho</sub>	213.288.639	192.600	42,5 %	68,5 %	9,2 %	10.648.463	16,1 %	18,5 %	56,9 %	17,1 %	55,29	7,3 %
dav. für Strompro. Eigen. Einspeisung	kWh <sub>tho</sub>	-16.380.666	-14.792	-3,3 %	-5,3 %	-10,6 %	-776.966	-1,2 %	-1,4 %	-4,2 %	-12,7 %	52,53	-2,3 %
Erdgas zu Heizzwecken	kWh <sub>tho</sub>	196.907.973	177.808	39,3 %	63,2 %	11,2 %	9.871.497	15,0 %	17,2 %	52,7 %	20,3 %	55,52	8,2 %
Heizstrom	kWh	531.152	531	0,1 %	0,2 %	0,5 %	114.860	0,2 %	0,2 %	0,6 %	2,0 %	216,25	1,5 %
Strom für Wärmepumpen	kWh	432.077	432	0,1 %	0,2 %	22,9 %	63.757	0,1 %	0,1 %	0,3 %	15,1 %	147,56	-6,4 %
<b>Heizenergie GESAMT</b>	<b>kWh</b>		<b>281.232</b>	<b>62,1 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>15,1 %</b>	<b>18.719.920</b>	<b>28,4 %</b>	<b>32,6 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>14,0 %</b>	<b>66,56</b>	<b>-1,0 %</b>
<b>GESAMTENERGIE</b>			<b>452.690</b>	<b>100,0 %</b>		<b>10,7 %</b>	<b>57.463.350</b>	<b>87,1 %</b>	<b>100,0 %</b>		<b>15,2 %</b>	<b>126,94</b>	<b>4,1 %</b>
Frischwasser	m <sup>3</sup>	1.522.799				<b>-9,5 %</b>	4.299.151	6,5 %			-6,0 %	2,82	4,0 %
Schmutzwasser	m <sup>3</sup>	1.393.744				<b>-7,9 %</b>	2.355.427	3,6 %			-6,3 %	1,69	1,8 %
Versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	2.504.851				<b>1,2 %</b>	1.828.541	2,8 %			4,0 %	0,73	2,8 %
<b>WASSER GESAMT</b>							<b>8.483.120</b>	<b>12,9 %</b>			<b>-4,1 %</b>	<b>5,57</b>	<b>6,1 %</b>
<b>ENERGIE-/WASSERKOSTEN</b>							<b>65.946.469</b>	<b>100,0 %</b>			<b>12,3 %</b>		

Tabelle 4 Energiebezug und Energiekosten der städtischen Liegenschaften 2021

## 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.

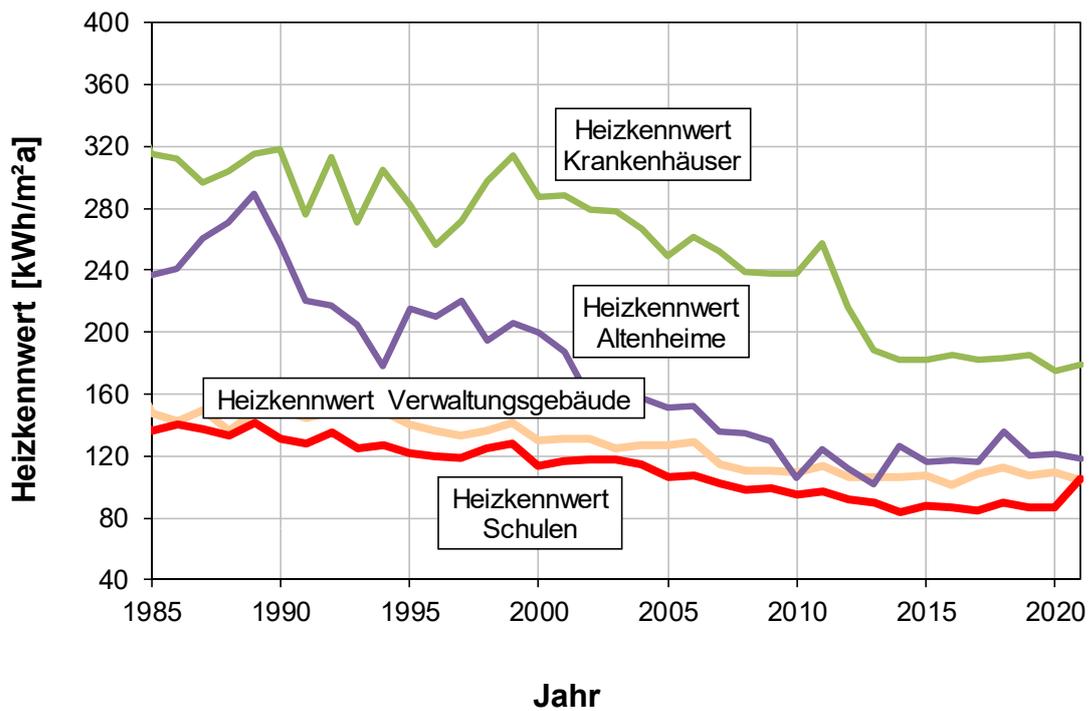
Gebäudeart		EnEV Referenz- wert [kWh/m²a] / [l/m²a]	2018	2019		2020		2021	
			Kennwert	Kennwert	Ver- änder. z. Vorj. [%]	Kennwert	Ver- änder. z. Vorj. [%]	Kennwert	Ver- änder. z. Vorj. [%]
Verwaltungs- gebäude	Heizung	120	112,5	107,3	-4,6	109,2	1,8	104,4	-4,4
	Strom	90	43,0	44,7	4,0	38,9	-13,0	40,4	3,9
	Wasser	-	365,0	329,3	-9,8	357,9	8,7	348,9	-2,5
Schul- gebäude	Heizung	75	89,4	87,2	-2,5	86,6	-0,7	105,3	21,6
	Strom	7	27,4	27,5	0,4	25,2	-8,4	26,5	5,2
	Wasser	-	181,4	211,5	16,6	148,9	-29,6	148,2	-0,5
Schul- gebäude mit Turnhalle	Heizung	90	104,9	103,4	-1,4	104,1	0,7	106,9	2,7
	Strom	22	21,3	20,6	-3,3	17,9	-13,1	18,1	1,1
	Wasser	-	195,2	192,5	-1,4	175,0	-9,1	150,7	-13,9
Hallenbad	Heizung	-	3.013,4	2.870,2	-4,8	1.959,4	-31,7	2.080,0	6,2
	Strom	-	888,4	851,5	-4,2	588,3	-30,9	642,5	9,2
	Wasser	-	33.346,0	34.456,4	3,3	15.817,0	-54,1	13.964,8	-11,7
Kranken- haus	Heizung	185	183,6	185,2	0,9	175,1	-5,5	179,3	2,4
	Strom	90	120,3	118,6	-1,4	114,7	-3,3	120,1	4,7
	Wasser	-	1.121,6	1.072,8	-4,4	948,1	-11,6	954,7	0,7
Alten- heim	Heizung	100	136,0	119,9	-11,8	121,3	1,2	118,0	-2,7
	Strom	37	38,9	39,5	1,5	37,6	-4,8	38,8	3,2
	Wasser	-	816,1	693,0	-15,1	785,8	13,4	795,5	1,2

**Tabelle 5** Energiekennwertevergleich der Jahre 2018 bis 2021

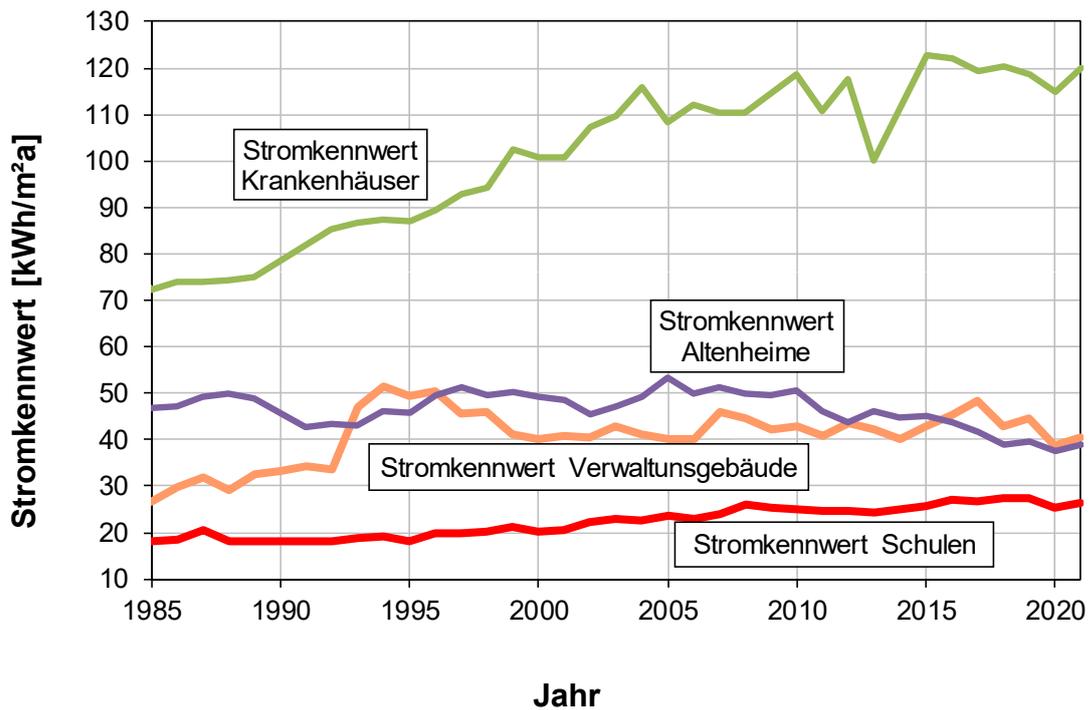
Als Vergleichskennwerte für die Heiz- und Stromverbräuche der ausgewählten Gebäudearten sind die Verbrauchskennwerte der Energieeinsparverordnung (EnEV 2016) angeführt. In der EnEV sind nur Energie- und keine Wasserkennwerte angegeben, sodass sich Lücken bei den Vergleichswerten ergeben. Darüber hinaus 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 26,5 kWh/m²a im Vergleich zum Referenzwert von 7 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 Bundesmix zustande und hat sich in den letzten Jahren erhöht.

In Bild 11 und Bild 12 ist der Verlauf der Heiz- und Stromkennwerte für Verwaltungsgebäude, Schulen, Altenheime und Krankenhäuser dargestellt. Die positive d. h. fallende Entwicklung der Heizkennwerte (Schulen, Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude und Altenheime) hat sich 2021 im Schnitt der letzten Jahre nicht fortgesetzt. Die Veränderung im Bereich der Krankenhäuser liegt an der anhaltenden Umstrukturierung. Der starke Anstieg bei den Schulen, ist u.a. auf das geänderte Lüftungsverhalten in der Corona Pandemie zurückzuführen.



**Bild 11** Entwicklung der Heizkennwerte in ausgewählten städtischen Liegenschaften



**Bild 12** Entwicklung der Stromkennwerte in ausgewählten städtischen Liegenschaften

## 2.4 Kostenentwicklung der Ämter und Eigenbetriebe

Wie in den Jahren zuvor, entfällt der größte Teil der Energiekosten mit einem Anteil von 20,2 % (13,0 Mio. Euro) auf das Schulverwaltungsamt (Tabelle 6), gefolgt vom Klinikum Stuttgart mit einem Anteil von 16,0 % (10,3 Mio. Euro) der Stadtentwässerung und dem Tiefbauamt mit einem Anteil von 11,3 %, 11,2 (7,3 Mio. Euro, 7,2 Mio. Euro).

	2018	2019			2019			2021		
	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	11,8	12,5	6,3	19,6	11,7	-6,4	19,9	13,0	10,9	20,2
Krankenhäuser	9,9	9,4	-5,4	14,6	8,7	-7,6	14,6	10,3	19,3	16,0
Tiefbauamt	6,9	6,8	-1,9	10,6	6,8	0,9	11,6	7,2	5,3	11,2
SES	6,5	6,5	-0,1	10,1	6,4	-1,7	10,8	7,3	13,7	11,3
STB	4,1	4,3	5,4	6,7	3,0	-30,8	5,1	3,4	12,4	5,2
Sozialamt	6,1	5,4	-10,9	8,5	4,8	-12,3	8,1	4,4	-7,8	6,8
Liegenschaftsamt	3,2	3,5	8,7	5,4	3,4	-1,5	5,8	3,6	4,8	5,6
VMS/VMS KG	2,9	2,9	-0,7	4,5	1,9	-33,9	3,2	2,4	24,5	3,7
Jugendamt	1,9	1,9	1,7	3,0	1,8	-4,3	3,1	2,0	10,3	3,2
Garten-, Friedhofs- und Forstamt	1,6	1,7	5,0	2,6	1,5	-9,0	2,6	1,5	-3,6	2,3
ELW	1,4	1,3	-7,5	2,0	1,3	3,1	2,3	1,4	1,3	2,1
Hauptamt mit Bezirksamtern	1,2	1,4	14,0	2,1	1,3	-4,5	2,2	1,3	-0,6	2,0
Amt für Sport und Bewegung	0,8	0,7	-12,7	1,1	0,6	-11,8	1,0	0,5	-11,1	0,9
AWS	0,8	0,9	6,7	1,3	0,9	-0,3	1,4	0,9	6,1	1,4
Kulturamt	1,1	1,1	-4,5	1,6	1,1	1,0	1,8	1,1	-0,2	1,6
Branddirektion	0,9	0,9	-1,9	1,4	0,9	-2,2	1,5	1,0	13,5	1,5
Sonstige Ämter	1,2	1,3	8,6	2,0	1,3	-3,7	2,1	1,4	14,7	2,2
Kosten für versiegelte Flächen	1,7	1,7	2,7	2,7	1,8	0,7	3,0	1,8	4,0	2,8
<b>Gesamt</b>	<b>63,9</b>	<b>64,1</b>	0,3	100,0	<b>59,1</b>	-7,8	100,0	<b>64,4</b>	9,0	100,0

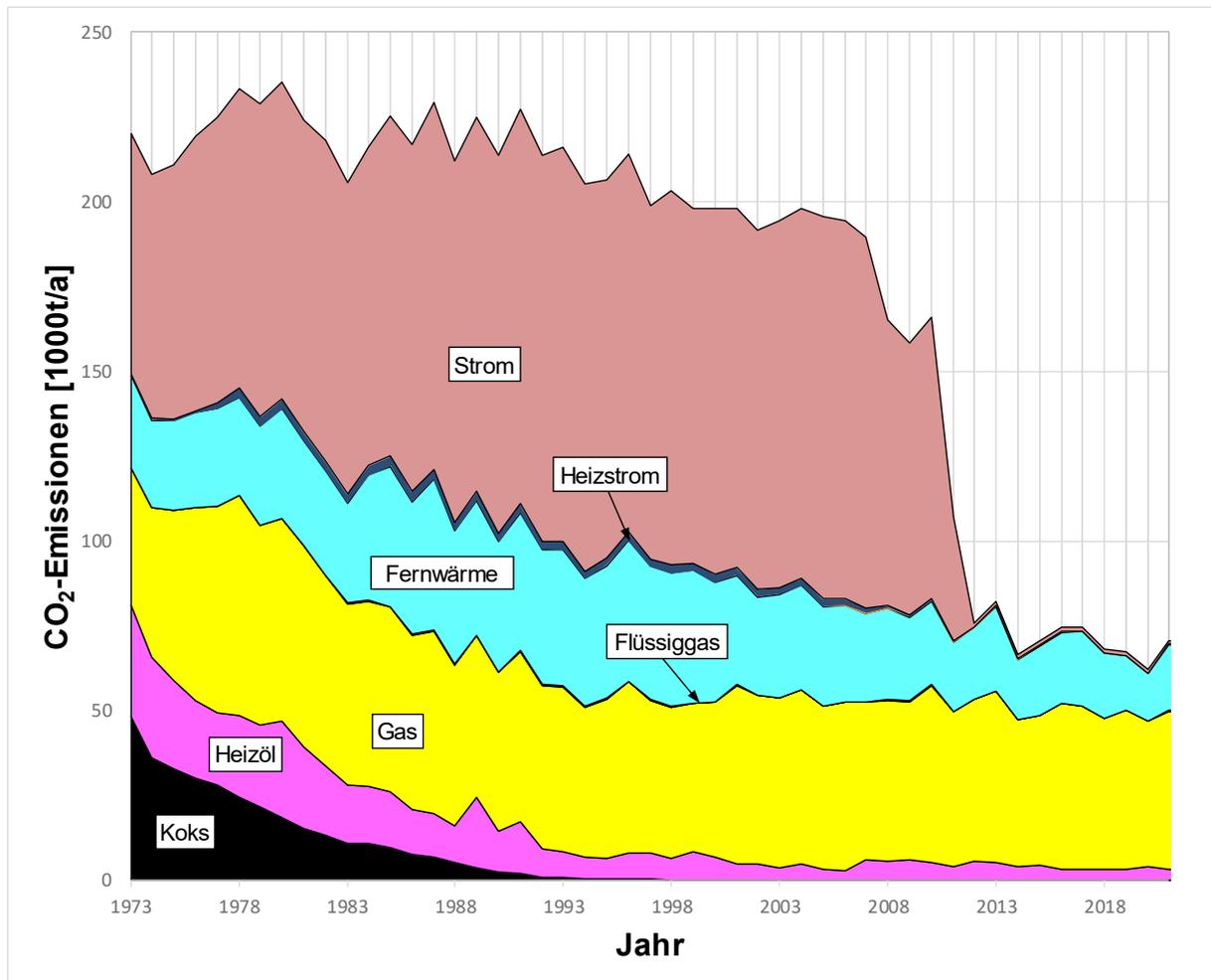
**Tabelle 6** Energie- und Wasserkostenentwicklung einzelner Ämter und Eigenbetriebe

## 2.5 Emissionen der städtischen Liegenschaften

Nachfolgend sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen bilanziert, die durch Verbrennungsvorgänge in den städtischen Feuerungsanlagen der Gas-, Heizöl-, und Biomassefeuerungen entstehen und die Emissionen, die aus der Energieversorgung der städtischen Liegenschaften resultieren. Als Referenzjahr 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.

Neben den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Kohle-, Heizöl- und Gasfeuerungsanlagen verursacht die Nutzung der übrigen Energieträger, wie Fernwärme und Strom, ebenfalls CO<sub>2</sub>-Emissionen. In Bild 13 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen als CO<sub>2</sub>-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 13** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den städtischen Liegenschaften

1990 lag der Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Emissionen der Brennstoffe, die zur städtischen Wärmeversorgung beitragen, bei 102.237 t/a. In 2021 reduzierte sich dieser Ausstoß gegenüber 1990 um ca. 31,45 % (32.156 t/a) auf insgesamt 70.082 t/a. Bis 2010 ist der Strombereich bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen dominierend. Der CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Ausstoßes mit sich.

2021 erhöhte sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß gegenüber 2020 um 14 %. Insgesamt zeigen die Anstrengung zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes jedoch Erfolg. So sanken durch Energieeinsparungen, den vermehrten Einsatz regenerativer Energien und vor allem durch den erhöhten Bezug von Ökostrom die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 213.681 tCO<sub>2</sub> (1990) auf 70.727 tCO<sub>2</sub> in 2021. Dies entspricht einer Reduzierung um 66,9 %. Da langfristig eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von 100 % angestrebt wird, müssen vor allem im Wärmebereich zusätzliche CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale gefunden und genutzt werden.

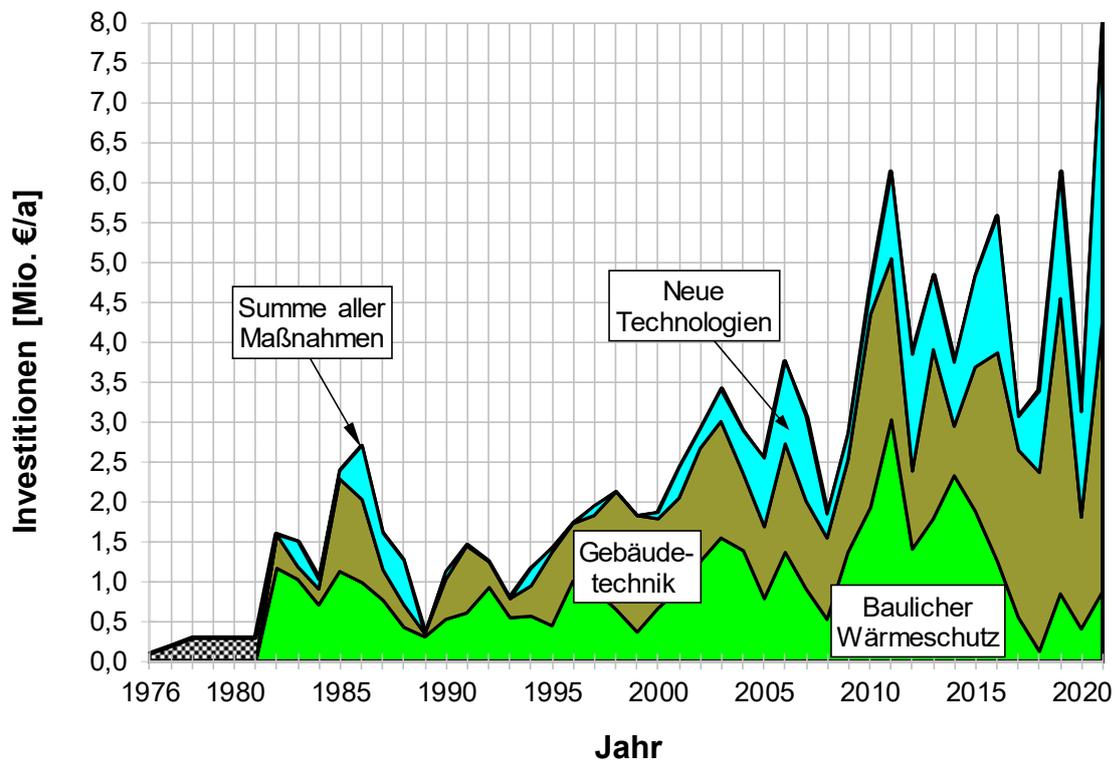
## 2.6 Investitionen

Die Investitionen für zusätzliche energiesparende Maßnahmen im Rahmen von Sanierungsarbeiten basieren auf einer Umfrage bei den städtischen Ämtern und Eigenbetrieben (Tabelle 7). 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	2018		2019		2020		2021	
	Mio.€/a	%	Mio.€/a	%	Mio.€/a	%	Mio.€/a	%
Wärmedämmung	0,101	20,1	0,612	9,7	0,268	10,0	0,754	9,4
Fenstererneuerung	0,023	2,1	0,223	8,0	0,123	3,6	0,112	1,4
<b>Baulicher Wärmeschutz</b>	<b>0,124</b>	<b>22,3</b>	<b>0,835</b>	<b>17,7</b>	<b>0,392</b>	<b>13,6</b>	<b>0,866</b>	<b>10,8</b>
Wärmeerzeug./Rückgew.	0,228	11,7	0,667	6,4	0,129	10,9	0,074	0,9
Regelanlagen	0,258	4,9	0,135	2,7	0,048	2,2	0,130	1,6
Wassereinsparung	0,000	13,2	0,213	29,9	0,108	3,5	0,251	3,1
Elektrotechnik	1,752	17,3	2,692	29,7	1,123	43,9	2,925	36,5
<b>Gebäudetechnik</b>	<b>2,239</b>	<b>47,0</b>	<b>3,706</b>	<b>68,8</b>	<b>1,407</b>	<b>60,5</b>	<b>3,380</b>	<b>42,2</b>
Regenerative Energien	0,408	8,0	0,132	3,9	0,196	2,2	3,315	41,4
BHKW/WP	0,640	4,0	1,255	9,5	1,120	20,5	0,070	0,9
Sonstiges	0,004	18,6	0,198	0,0	0,000	3,2	0,381	4,8
<b>Neue Technologien</b>	<b>1,052</b>	<b>30,7</b>	<b>1,585</b>	<b>13,4</b>	<b>1,316</b>	<b>25,9</b>	<b>3,766</b>	<b>47,0</b>
<b>Gesamt</b>	<b>3,414</b>	<b>100,0</b>	<b>6,127</b>	<b>100,0</b>	<b>3,115</b>	<b>100,0</b>	<b>8,012</b>	<b>100,0</b>

**Tabelle 7** 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. Ein Teil dieser Investitionen ist über das stadtinterne Contracting finanziert. Im Jahr 2021 wurden insgesamt 8,012 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 14 ist die Entwicklung der Investitionen von 1976, dem Jahr vor Einführung des städtischen Energiemanagements, bis 2021 dargestellt.



**Bild 14** Investitionen für energiesparende Maßnahmen

Beim baulichen Wärmeschutz erhöhten sich im Vergleich zum Jahr 2020 die Investitionen um 0,474 Mio. Euro. Im Bereich neue Technologien erhöhten sich die Investitionen um 2,470 Mio. Euro, ebenso nahmen die Investitionen in der Gebäudetechnik um 1,973 Mio. Euro zu.

Gewerk	2020	2021	Veränderungen ggü. 2019
Baulicher Wärmeschutz	0,392 Mio. Euro	0,866 Mio. Euro	121,2%
Gebäudetechnik	1,407 Mio. Euro	3,380 Mio. Euro	140,2%
Neue Technologien	1,316 Mio. Euro	3,786 Mio. Euro	187,6%
Gesamt	3,115 Mio. Euro	8,032 Mio. Euro	157,8%

**Tabelle 8** 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 Kd/a.

In Tabelle 9 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, ist im Heizenergiebezug durch den benötigten Strom für die Wärmepumpen berücksichtigt.

Der bereinigte Heizenergiebezug beläuft sich unter Berücksichtigung der im Zeitraum 1977 bis 2021 neu hinzugekommener, veräußerter bzw. stillgelegter Liegenschaften in 2021 auf 308.501 MWh/a. Gegenüber dem Vorjahr stieg der Heizenergiebezug um 1,6% bzw. um 4.947 MWh/a.

Ohne Berücksichtigung der seit Einführung des Energiemanagements Heizung umgesetzten Energiesparmaßnahmen würde sich der Heizenergiebezug in 2021 auf insgesamt 619.065 MWh/a belaufen. Die jährliche Einsparung an Heizenergie beträgt 310.564 MWh/a und die seit Beginn des Energiemanagements auf die Jahre kumulierte Einsparung 9.980.267 MWh/a. Mit diesen Einsparungen am Heizenergiebezug sind Einsparungen an Betriebskosten von jährlich 20,67 Mio. Euro/a und auf die Jahre kumuliert von insgesamt 524,6 Mio. Euro verbunden.

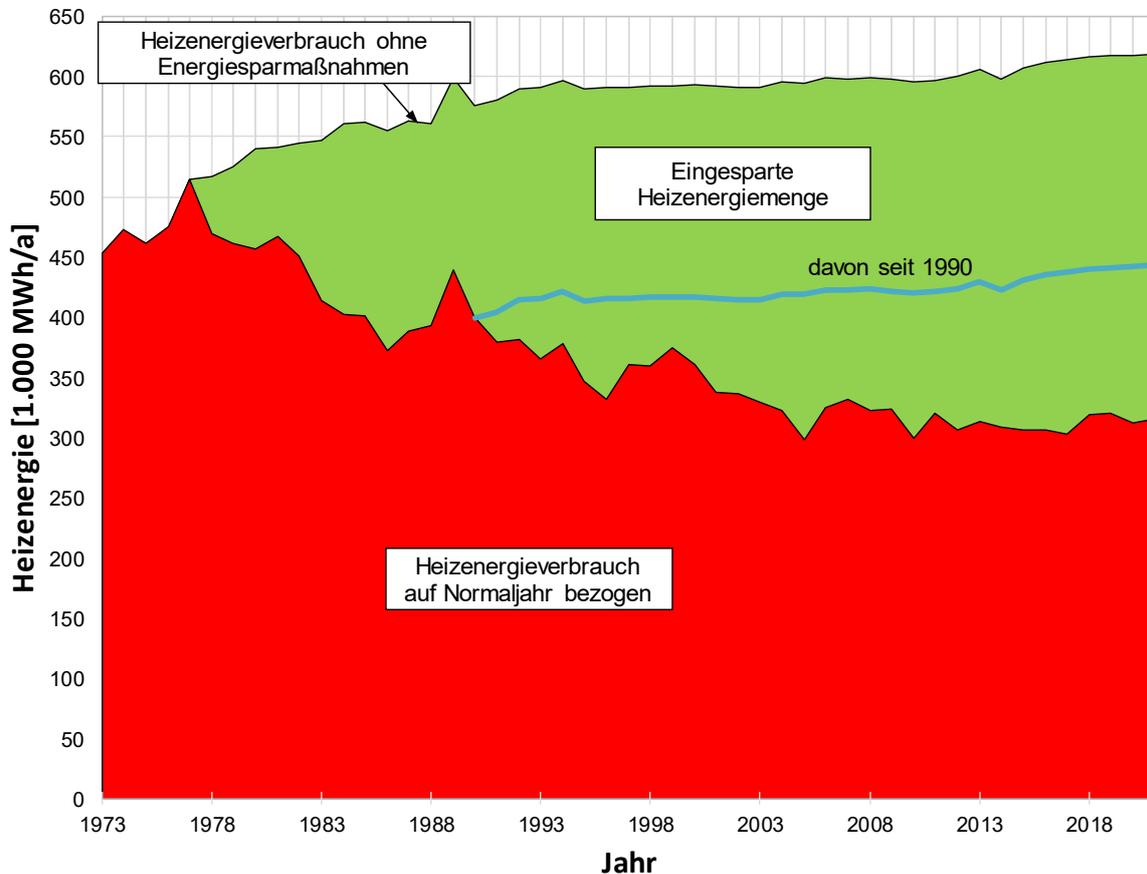
Jahr	Grad- tag zahl	Heizenergieverbrauch 1) 2)				Heizenergieeinsparung			Heizkosteneinsparung		
		tatsächlicher Verbrauch	bereinigter Verbrauch	davon Neu- anlagen	ohne Ein- sparung	jährliche Einsparung	Anteil am Ges.- ver- brauch	kumulierte Einsparung	Preis	jährliche Kosten	kumulierte Kosten
	Kd	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	%	MWh	€/MWh	€/a	€
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	1.172.725	31,42	5.489	41.512
1988	3.327	367.473	392.656	-2.196	561.206	168.550	30,0	1.341.275	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	3.715.447	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	4.988.909	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	6.949.998	76,90	21.278	317.055
2012	3.296	297.961	306.689	3.285	600.421	293.732	48,9	7.243.730	81,78	24.021	341.076
2013	3.538	319.724	313.417	5.746	606.166	292.749	48,3	7.536.479	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	9.049.623	64,04	19.661	462.471
2019	3.005	263.284	311.326	582	617.078	305.752	49,5	9.355.374	66,63	20.372	482.843
2020	2.857	243.979	303.554	806	617.884	314.330	50,9	9.669.704	67,10	21.091	503.934
2021	3.261	281.232	308.501	1.181	619.065	310.564	50,2	9.980.267	66,56	20.672	524.606

1) ohne Solarthermie, ohne Nutzung von Klärgas 2) ab 2021 Wärme aus Wärmepumpen enthalten

**Tabelle 9** Heizenergiebezug, Heizenergieeinsparung und Heizkosteneinsparung

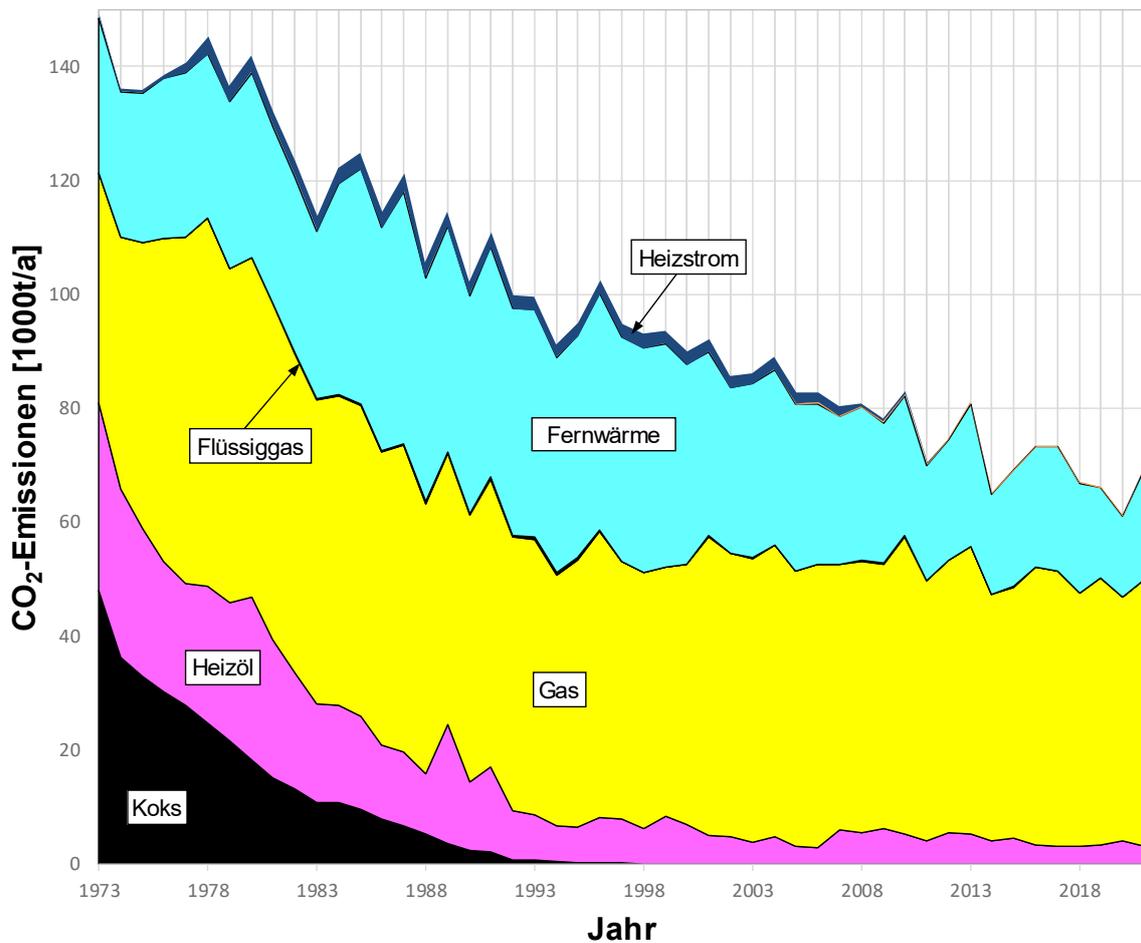
In Bild 15 ist die Entwicklung des Heizenergiebezugs und der Heizenergieeinsparung der städtischen Liegenschaften von 1973 bis 2021 dargestellt. Die rote Fläche stellt den Heizenergiebezug dar, der über die Energieversorgungsunternehmen abgerechnet ist. Darin unberücksichtigt ist der Verbrauch der Anlagen, die Klärgas, Solarthermie und Umweltwärme nutzen, da diese kostenfrei bezogen werden. 2021 wird erstmals der bezogene Strom für Wärmepumpen der Heizenergie zugerechnet. 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 2021 insgesamt 2.845.805 MWh.



**Bild 15** Entwicklung des Heizenergiebezugs, Regenerativer Energie und der Heizenergieeinsparung

In Bild 16 ist die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeführt, die aus dem Brennstoffbezug der städtischen Heizungsanlagen (Feuerungsanlagen und Fernwärme) für die Wärmeversorgung resultieren. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind nach Brennstoffen dargestellt. Seit 1975 haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmeerzeugung für die städtischen Anlagen von 135.962 tCO<sub>2</sub>/a um 48,5 % auf 70.082 tCO<sub>2</sub>/a vermindert. Das meiste CO<sub>2</sub> wird in 2021 bei der Verbrennung von Erdgas verursacht. Dies ist allerdings nicht auf eine mangelnde Anlageneffizienz, sondern auf die große Anzahl der erdgasgefeuerten Heizungsanlagen zurückzuführen.



**Bild 16** CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften

## 2.8 Stromeinsparung

In Tabelle 10 ist der Strombezug aller städtischen Gebäude und Einrichtungen, die Stromeinsparung und die Stromkosteneinsparung seit Einführung des Energiemanagements Strom in 1982 bis 2020 zusammengestellt. Der Strombezug umfasst den Stromverbrauch der Anlagen, der über die Energieversorgungsunternehmen abgerechnet ist. Der Stromverbrauch der Klärgas- und Klärschlammverbrennung sowie der Photovoltaikanlagen ist deshalb 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. Zu- wachs	davon Neu- anlagen	ohne Ein- sparung	jährliche Einsparung	Anteil am Ges.- ver- brauch	kumulierte Einsparung	Preis	jährliche Kosten	kumulierte Kosten
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	%	MWh	€/MWh	T€/a	T€
1982	127.250	-	-	127.250	-	-	-	-	-	-
1983	123.907	1.270	975	129.495	5.588	4,3	5.588	129,82	725	725
1984	126.287	1.292	3.407	134.194	7.907	5,9	13.495	134,26	1.062	1.787
1985	135.176	1.339	8.900	144.433	9.257	6,4	22.752	136,61	1.265	3.052
1986	137.840	1.442	859	146.734	8.894	6,1	31.646	134,51	1.196	4.248
1987	145.565	1.465	3.470	151.669	6.104	4,0	37.750	135,36	826	5.074
1988	143.379	1.514	-616	152.567	9.188	6,0	46.938	136,69	1.256	6.330
1989	148.268	1.523	7.247	161.337	13.069	8,1	60.007	137,06	1.791	8.121
1990	150.016	1.611	3.302	166.250	16.234	9,8	76.241	134,57	2.185	10.306
1991	156.100	1.660	5.529	173.439	17.339	10,0	93.580	132,59	2.299	12.605
1992	161.092	1.732	5.783	180.954	19.862	11,0	113.442	130,80	2.598	15.203
1993	165.269	1.807	4.971	187.732	22.463	12,0	135.905	131,15	2.946	18.149
1994	161.252	937	1.052	189.721	28.469	15,0	164.374	132,46	3.771	21.920
1995	160.960	947	-858	189.811	28.851	15,2	193.225	130,95	3.778	25.698
1996	163.197	948	2.525	193.284	30.087	15,6	223.312	118,67	3.570	29.269
1997	157.528	0	122	193.406	35.878	18,6	259.189	118,92	4.266	33.535
1998	165.232	0	509	193.915	28.683	14,8	287.872	106,89	3.066	36.601
1999	162.207	0	375	194.290	32.083	16,5	319.955	101,21	3.247	39.848
2000	170.960	0	851	195.141	24.181	12,4	344.135	99,92	2.416	42.264
2001	168.710	0	4.524	199.665	30.955	15,5	375.090	97,11	3.006	45.270
2002	170.834	0	4.177	203.842	33.008	16,2	408.098	99,00	3.268	48.537
2003	174.040	0	4.160	208.002	33.962	16,3	442.060	102,19	3.471	52.008
2004	175.671	0	2.765	210.767	35.096	16,7	477.156	108,32	3.802	55.810
2005	181.766	0	5.114	215.881	34.115	15,8	511.270	112,96	3.854	59.663
2006	180.608	0	3.549	219.430	38.822	17,7	550.092	119,69	4.647	64.310
2007	185.523	0	2.380	221.809	36.286	16,4	586.378	121,42	4.406	68.716
2008	184.643	0	1.661	223.470	38.827	17,4	625.205	141,40	5.490	74.206
2009	186.839	0	768	224.238	37.399	16,7	662.605	148,06	5.537	79.743
2010	192.861	0	265	224.503	31.642	14,1	694.247	151,21	4.785	84.528
2011	188.284	0	1.647	226.151	37.867	16,7	732.114	169,71	6.426	90.954
2012	188.544	0	2.354	228.505	39.961	17,5	772.075	175,26	7.004	97.958
2013	184.868	0	5.875	234.380	49.513	21,1	821.587	192,38	9.525	107.483
2014	189.430	0	4.474	238.855	49.425	20,7	871.012	197,71	9.772	117.255
2015	193.106	0	4.137	242.992	49.886	20,5	920.898	201,01	10.028	127.282
2016	193.508	0	5.455	248.447	54.939	22,1	975.836	187,00	10.274	137.556
2017	195.163	0	4.825	253.272	58.109	22,9	1.033.945	193,73	11.257	148.813
2018	186.229	0	4.953	258.225	71.996	27,9	1.105.941	196,98	14.182	162.995
2019	181.157	0	78	258.303	77.146	29,9	1.183.086	199,65	15.402	178.397
2020	164.668	0	-744	257.558	92.890	36,1	1.275.976	203,50	18.903	197.300
2021	171.458	0	918	258.476	87.018	33,7	1.362.994	225,96	19.663	216.963

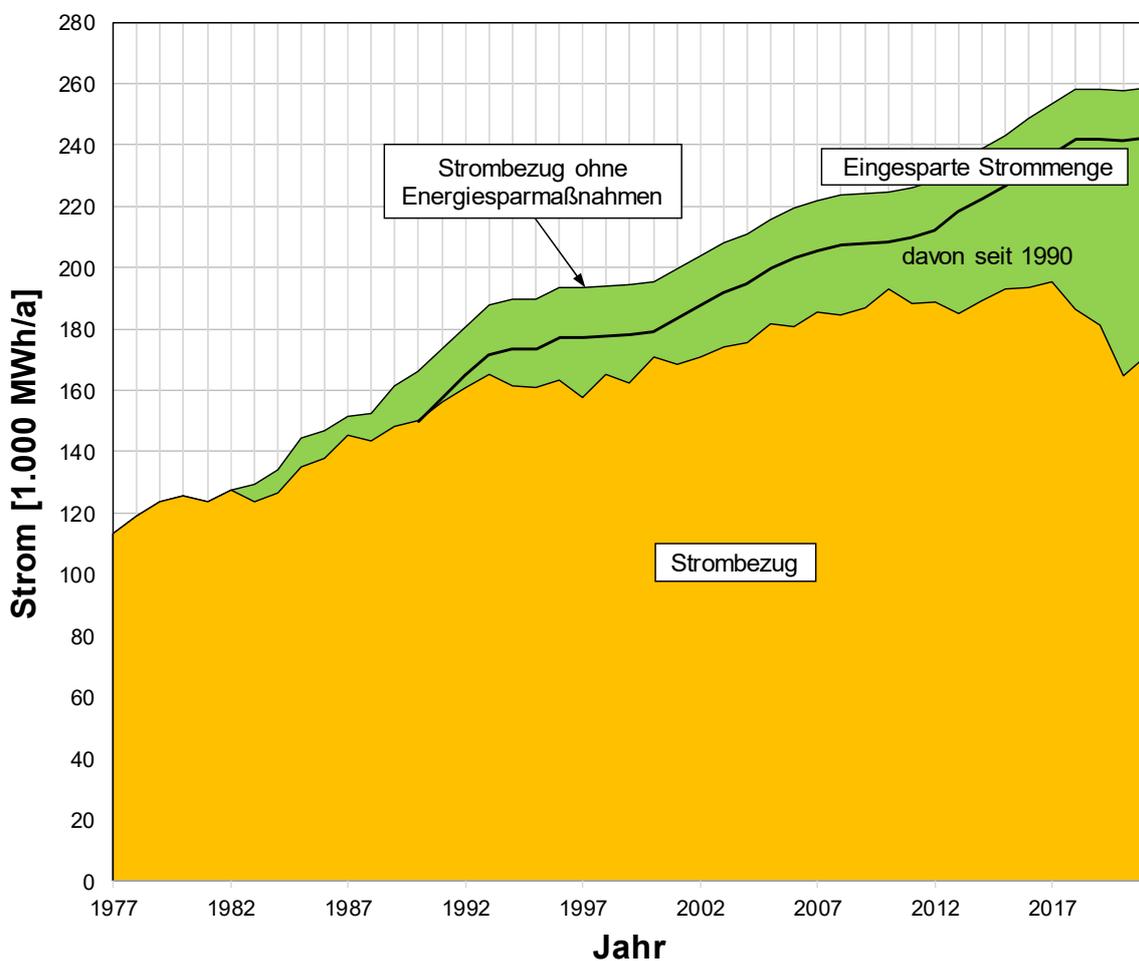
1) ohne Heizstrom, ohne Nutzung von Klärgas und Klärschlamm, inkl. Eigenerzeugung aus Erdgas 2) ab 2021 ohne Strom für Wärmepumpen

**Tabelle 10** Strombezug, Stromeinsparung und Stromkosteneinsparung

Der Strombezug der städtischen Gebäude und Einrichtungen hat sich in 2021 auch durch Neu-, Um- und Erweiterungsanlagen gegenüber dem Vorjahr um 6.790 MWh (4,1 %) auf 171.458 MWh/a erhöht. Bei dieser Erhöhung wirkt sich die „Normalität“ in der Coronakrise aus. Im Bereich Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen konnten 1.228 MWh gegenüber 2020 eingespart werden, diese Einsparungen sind auf die Umrüstung auf LED zurückzuführen.

Ohne Berücksichtigung der Stromeinsparmaßnahmen würde sich der Strombezug in 2020 auf insgesamt 258.476 MWh/a belaufen. Die jährliche Stromeinsparung in 2021 hat sich gegenüber 2020 um 5.872 MWh auf 87.018 MWh/a reduziert. Der tatsächliche Stromverbrauch nahm seit 1982 um 35 % zu. In der kumulierten Betrachtung ergibt sich eine Stromeinsparung von 1.362.994 MWh seit Einführung des Energiemanagements Strom in 1982 und von 783.499 MWh/a seit 1990.

In Bild 17 ist die Entwicklung des Strombezugs ab 1977, einschließlich der eingesparten Strommengen seit Aufnahme des Energiemanagements Strom in 1982, abgebildet. Aufgrund von Neubauten und dem allgemein zu verzeichnenden ansteigenden Trend zur Nutzung bzw. Ausstattung von elektrischen Geräten (z. B. Whiteboards in Schulen) steigt der Stromverbrauch bis 2017 kontinuierlich an. Im Jahr 2021 folgte die nächste Steigung. Seit 1982 hat sich der Strombezug der städtischen Liegenschaften um 34,7 % erhöht. 2020 hatte sich die vom Energieversorger gelieferte Strommenge coronabedingt deutlich reduziert.



**Bild 17** Entwicklung des Strombezugs und der Stromeinsparung

In Bild 18 ist die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emissionen ab 2012 sind auf Umwandlungs- und Verteilverluste zurückzuführen.

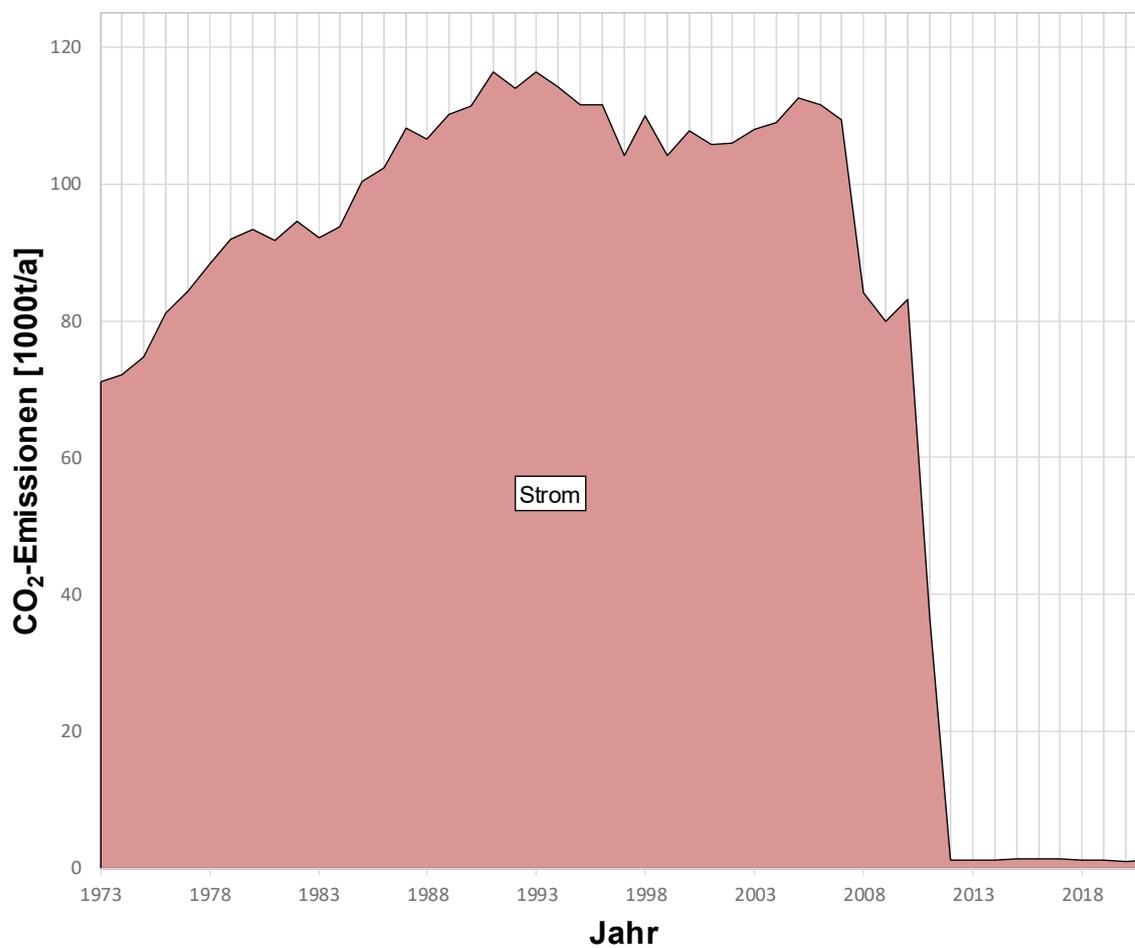


Bild 18 CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Stromversorgung der städtischen Liegenschaften

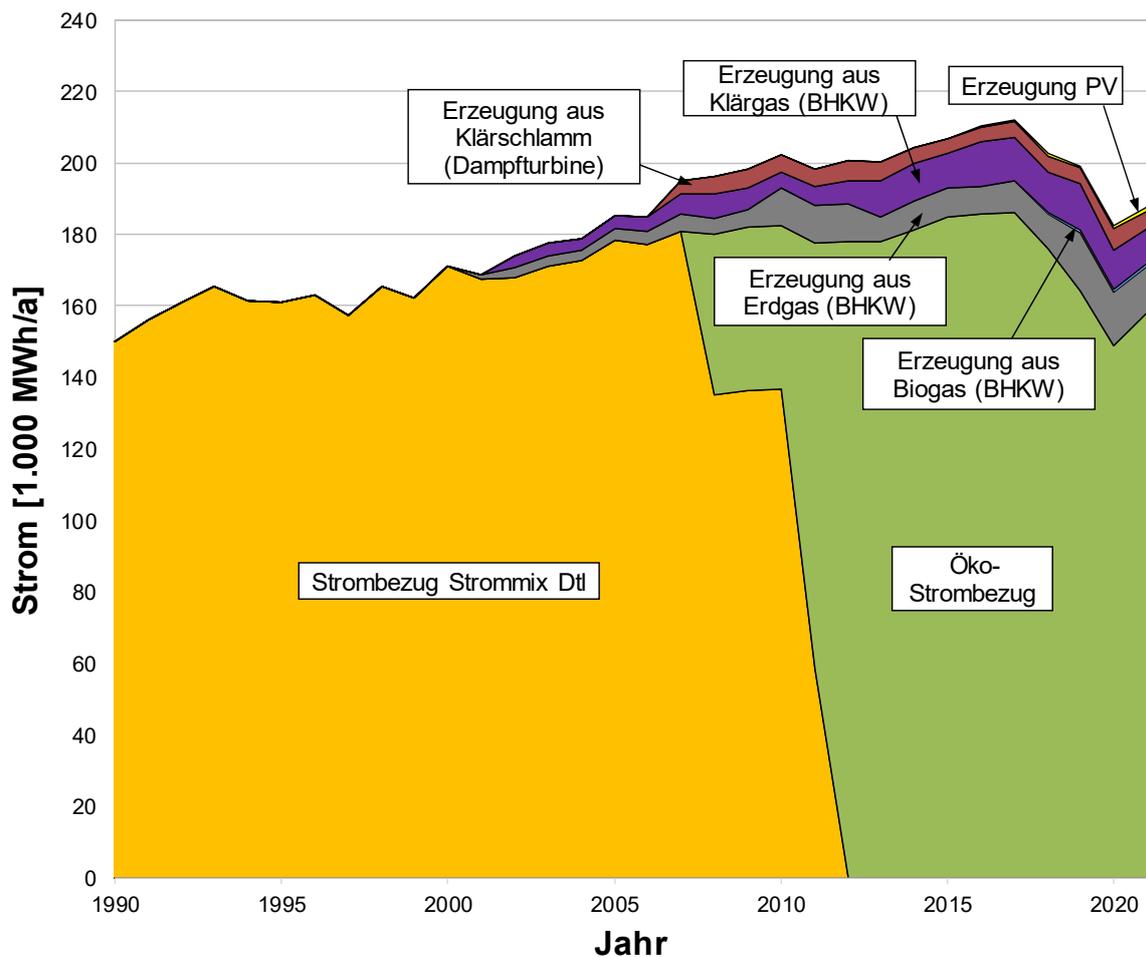


Bild 19 **Strommix der städtischen Liegenschaften**

Bild 19 zeigt den „Strommix“ städtischer Liegenschaften von 1990 bis heute. Neben der Umstellung auf 100 % Ökostrombezug kamen in den letzten Jahren immer mehr Eigenerzeugungsanlagen hinzu. Neben PV-Anlagen wird auch Strom in Blockheizkraftwerken (BHKW) erzeugt. In den Liegenschaften, die nicht zur Stadtentwässerung gehören, sind diese derzeit noch erdgasbetrieben mit einem biogenen Gasanteil. In den Klärwerken kommen Klärgas-BHKW zum Einsatz, die die vor Ort erzeugten Faulgase aus den Klärschlämmen als regenerativen Brennstoff nutzen. Zudem gibt es in der Klärschlammverbrennungsanlage im Hauptklärwerk eine Dampfturbine, die ebenfalls regenerativen Strom erzeugt.

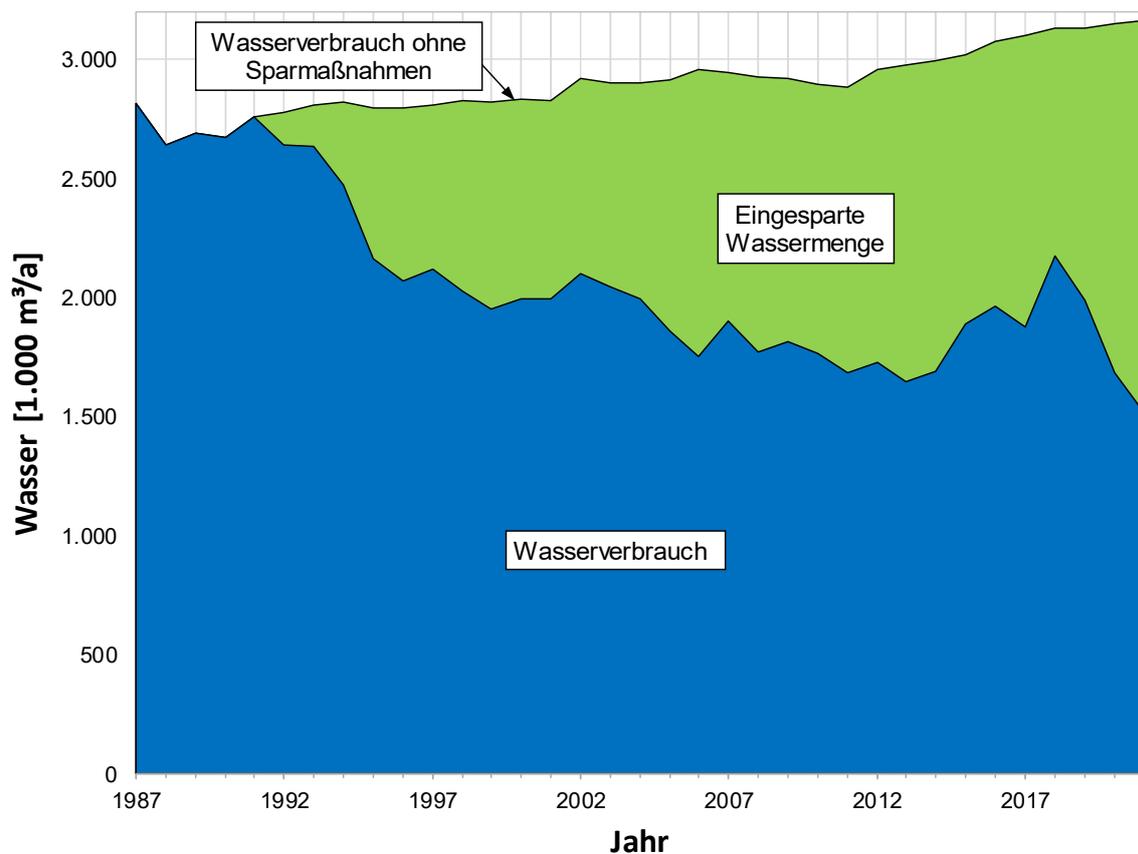
## 2.9 Wassereinsparung

Der Wasserverbrauch entspricht dem Wasserbezug. Im Jahr 2021 reduzierte sich der Wasserbezug aller städtisch genutzten Liegenschaften von 1.683.507 m<sup>3</sup> (2020) um -9,6 % (160.708 m<sup>3</sup>) auf 1.522.789 m<sup>3</sup>. Der Wasserbezug aus dem Jahr 1991 (Beginn Energiemanagement Wasser) würde ohne Berücksichtigung der bis heute durchgeführten Wassereinsparmaßnahmen in 2021 insgesamt 3.162.870 m<sup>3</sup>/a betragen (Tabelle 11). Hierin beinhaltet ist der Wasserbedarf sämtlicher während des Zeitraums zwischen 1991 und 2021 neu hinzugekommener und abgegangener Liegenschaftsgebäude. Die Wassereinsparung beträgt 2021 1.640.071 m<sup>3</sup>/a (81,9 %). Seit 1991 beläuft sich die kumulierte Einsparung auf insgesamt 29 Mio. m<sup>3</sup>.

Jahr	Wasserverbrauch			Wassereinsparung			Wasserkosteneinsparung		
	tatsächlicher Verbrauch	von Neuanlagen	ohne Einsparung	jährliche Einsparung	Anteil am Ges.-verbrauch	Summe	Preis	jährliche Kosten	kumulierte Kosten
	m³/a	m³/a	m³/a	m³/a	%	m³	€/m³	T€/a	T€
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
2019	1.984.848	-1.204	3.129.169	1.144.321	36,6	25.976.234	5,09	5.825	105.075
2020	1.683.507	17.319	3.146.488	1.462.981	46,5	27.439.215	5,25	7.685	112.760
2021	1.522.799	16.382	3.162.870	1.640.071	51,9	29.079.286	5,57	9.136	121.896

Tabelle 11 Wasserbezug, Wassereinsparung und Wasserkosteneinsparung

Bild 20 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.



**Bild 20** Entwicklung des Wasserbezugs und der Wassereinsparung von 1987 bis 2021

## 2.10 Kosteneinsparung

In Tabelle 12 sind die jährlichen Kosteneinsparungen und in Tabelle 13 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 2021 auf insgesamt 53,9 Mio. Euro und kumuliert seit 1976 auf 818,5 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 2021 insgesamt 6,4 Mio. Euro/a und bei einer kumulierten Betrachtung seit 1976 142,8 Mio. Euro.

Die Nettoeinsparung (Tabelle 12) ergibt sich aus der jährlichen Kosteneinsparung abzüglich der jährlichen Aufwendungen. Diese beträgt 2021 insgesamt 47,4 Mio. Euro und bei einer kumulierten Betrachtung seit 1976 818,5 Mio. Euro. Das Verhältnis der jährlich eingesparten Energiekosten zu dem Kostenaufwand liegt 2010 bei 7,4 und bezogen auf die kumulierten Kosten beträgt das Verhältnis 5,7. Der Anteil der jährlichen Kostenaufwendungen an den jährlichen Kosteneinsparungen beläuft sich 2021 auf 13,5 % und bezogen auf die kumulierten Kosten 21,1 %.

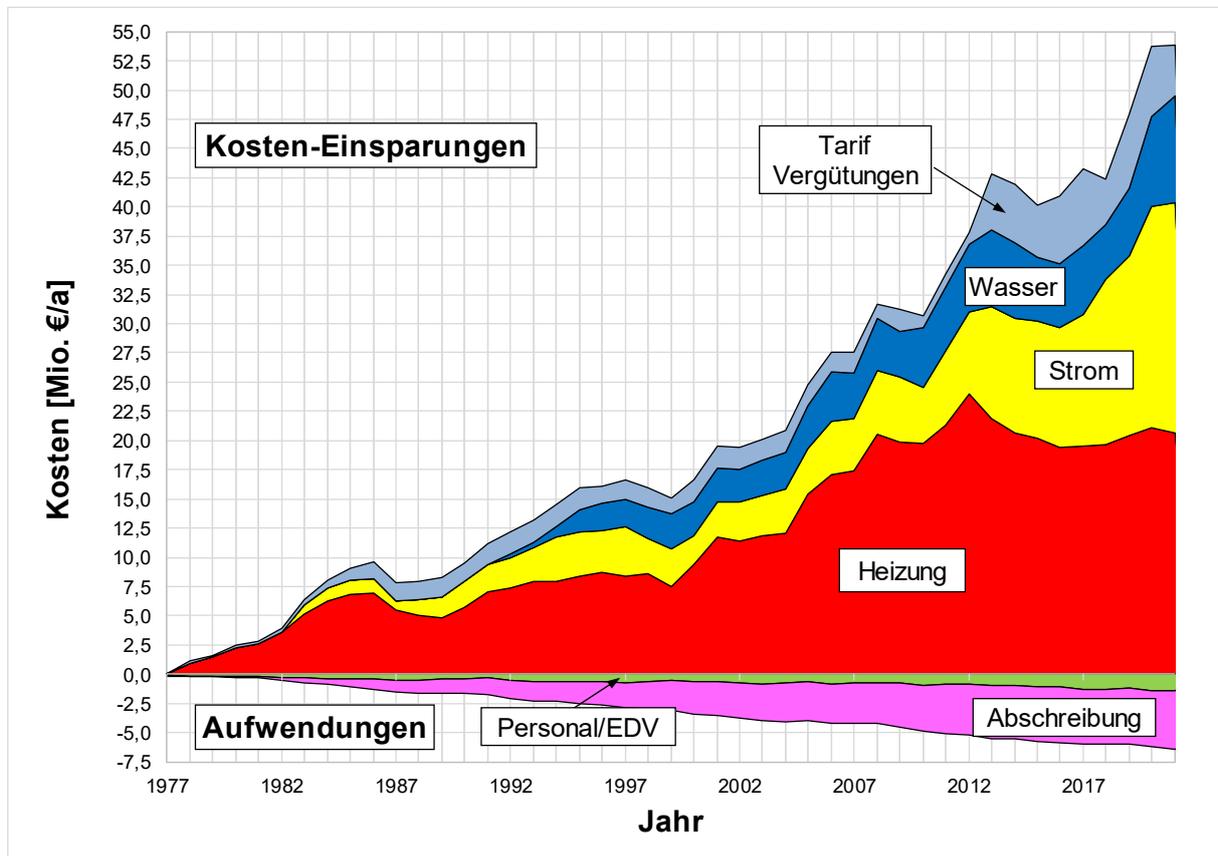
Jahr	EINSPARUNGEN IN [T€]								Verhältnis Energie- kosten- einsparung zu Aufwand		Prozentualer Anteil des Aufwands an den Einsparungen	
	Energiekosteneinsparung					Nettoeinsparung						
	Heiz- kosten	Strom- kosten	Wasser- kosten	Tarife und Vergüt- ungen	jährlich	kumuliert	jährlich	kumuliert	jährlich [-]	kumuliert [-]	jährlich [%]	kumuliert [%]
1976	0	0	0	43	43	43	-48	-48	-0,5	-0,5	-190,6	-190,6
1977	0	0	0	65	65	108	-75	-123	-0,5	-0,5	-186,8	-188,3
1978	949	0	0	183	1.132	1.240	969	846	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	2.246	0	0	231	2.477	5.342	2.231	4.467	9,1	5,1	11,0	19,6
1981	2.542	0	0	314	2.857	8.199	2.551	7.018	8,4	5,9	12,0	16,8
1982	3.565	0	0	363	3.928	12.127	3.457	10.475	7,3	6,3	13,6	15,8
1983	5.213	725	0	458	6.396	18.523	5.703	16.178	8,2	6,9	12,1	14,5
1984	6.294	1.062	0	714	8.070	26.593	7.236	23.414	8,7	7,4	11,5	13,6
1985	6.826	1.265	0	965	9.055	35.648	8.011	31.425	7,7	7,4	13,0	13,4
1986	6.955	1.196	0	1.502	9.653	45.302	8.379	39.804	6,6	7,2	15,2	13,8
1987	5.489	826	0	1.477	7.792	53.093	6.242	46.047	4,0	6,5	24,8	15,3
1988	5.091	1.256	0	1.568	7.915	61.008	6.225	52.271	3,7	6,0	27,2	16,7
1989	4.836	1.791	0	1.675	8.302	69.310	6.692	58.964	4,2	5,7	24,1	17,5
1990	5.714	2.185	0	1.607	9.506	78.816	7.817	66.780	4,6	5,5	21,6	18,0
1991	7.049	2.299	0	1.780	11.128	89.945	9.350	76.131	5,3	5,5	19,0	18,1
1992	7.378	2.598	322	1.871	12.168	102.113	10.118	86.248	4,9	5,4	20,3	18,4
1993	7.942	2.946	447	1.869	13.203	115.316	10.926	97.174	4,8	5,4	20,8	18,7
1994	7.923	3.771	971	1.887	14.551	129.867	12.235	109.410	5,3	5,3	18,9	18,7
1995	8.429	3.778	1.874	1.904	15.984	145.852	13.469	122.879	5,4	5,3	18,7	18,7
1996	8.706	3.570	2.296	1.550	16.123	161.974	13.480	136.359	5,1	5,3	19,6	18,8
1997	8.398	4.266	2.254	1.713	16.632	178.606	13.729	150.088	4,7	5,3	21,1	19,0
1998	8.562	3.066	2.696	1.680	16.003	194.609	13.042	163.130	4,4	5,2	22,7	19,3
1999	7.518	3.247	2.926	1.415	15.106	209.715	12.028	175.158	3,9	5,1	25,6	19,7
2000	9.447	2.416	2.834	1.882	16.579	226.294	13.209	188.367	3,9	5,0	25,5	20,1
2001	11.777	3.006	2.821	1.944	19.548	245.842	16.001	204.368	4,5	4,9	22,2	20,3
2002	11.444	3.268	2.764	1.942	19.418	265.260	15.640	220.008	4,1	4,9	24,2	20,6
2003	11.872	3.471	2.986	1.746	20.074	285.334	16.138	236.146	4,1	4,8	24,4	20,8
2004	12.016	3.802	3.191	1.834	20.842	306.177	16.792	252.938	4,1	4,8	24,1	21,0
2005	15.443	3.854	3.690	1.821	24.808	330.985	20.851	273.788	5,3	4,8	19,0	20,9
2006	17.043	4.647	4.187	1.703	27.579	358.564	23.433	297.221	5,7	4,8	17,7	20,6
2007	17.461	4.406	3.881	1.766	27.513	386.077	23.279	320.501	5,5	4,9	18,2	20,5
2008	20.526	5.490	4.484	1.132	31.632	417.710	27.390	347.891	6,5	5,0	15,5	20,1
2009	19.908	5.537	3.899	1.831	31.176	448.886	26.677	374.567	5,9	5,0	16,9	19,8
2010	19.782	4.785	5.111	972	30.650	479.535	25.757	400.324	5,3	5,1	19,0	19,8
2011	21.278	6.426	5.429	1.056	34.189	513.724	29.119	429.443	5,7	5,1	17,4	19,6
2012	24.021	7.004	5.776	1.039	37.841	551.565	32.596	462.039	6,2	5,2	16,1	19,4
2013	21.912	9.525	6.562	4.840	42.840	594.405	37.331	499.370	6,8	5,3	14,8	19,0
2014	20.659	9.772	6.468	4.977	41.875	636.280	36.305	535.675	6,5	5,3	15,3	18,8
2015	20.178	10.028	5.488	4.478	40.172	676.452	34.430	573.308	6,0	5,4	16,7	18,5
2016	19.415	10.274	5.419	5.770	40.878	717.330	35.012	608.364	6,0	5,4	16,8	18,5
2017	19.570	11.257	5.860	6.528	43.216	760.546	37.212	645.490	6,2	5,5	16,1	18,3
2018	19.661	14.182	4.615	3.864	42.321	802.867	36.359	681.615	6,1	5,5	16,4	18,3
2019	20.372	15.402	5.825	6.337	47.936	850.803	41.912	723.527	7,0	5,6	14,4	19,1
2020	21.091	18.903	7.685	6.023	53.701	904.504	47.483	771.011	7,6	5,7	13,1	20,1
2021	20.672	19.663	9.136	4.381	53.853	958.357	47.444	818.455	7,4	5,7	13,5	21,1

Tabelle 12 Zusammenstellung der jährlichen Kosteneinsparungen

Jahr	Aufwendungen in [T€]											
	Investitionen		Abschreibung			weitere Kosten					Gesamt	
	jährlich	Summe der letzten 20 Jahre	Annuität	jährlich	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	1081	160	14	1.255	25.290	6.004	118.218
2018	3.414	69.404	156	4.713	74.116	1081	168	0	1.249	26.539	5.962	124.180
2019	6.127	73.710	279	4.827	78.537	1063	133	1	1.197	27.736	6.024	130.204
2020	3.115	74.971	142	4.800	79.771	1226	172	20	1.418	29.153	6.218	136.422
2021	8.012	80.555	426	5.006	85.561	1213	188	1	1.402	30.556	6.409	142.830

Tabelle 13 Zusammenstellung der jährlichen Kostenaufwendungen

In Bild 21 ist die Kostenentwicklung seit 1977 aufgestellt. Die Kosteneinsparungen 2021 verteilen sich auf Einsparungen im Bereich Heizenergie von 20,7 Mio. Euro, bei Strom von 19,7 Mio. Euro, bei Wasser von 9,1 Mio. Euro und im Bereich Tarifwesen/Vergütungen von 4,4 Mio. Euro. Diesen Kosteneinsparungen stehen Zins- und Abschreibungskosten in Höhe von 5,0 Mio. Euro sowie Kosten für Personal, Datenverarbeitung und Ingenieurleistungen in Höhe von 1,4 Mio. Euro gegenüber.



**Bild 21** Entwicklung des jährlichen finanziellen Aufwands und der Kosteneinsparung

# 3 Energie- und Klimaschutzkonzepte

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 Aktivitäten für die Gesamtstadt

Das Energie- und Klimaschutzkonzept (GRDRs 1056/2015) wurde am 28. Januar 2016 vom Gemeinderat beschlossen. Mit der Verabschiedung und der damit einhergehenden Bereitstellung von Haushalts- und Personalmitteln wurde mit der Umsetzung von Maßnahmen begonnen. Seitdem wurden mehrfach weitere Finanz- und Personalmittel für die Fortführung der bestehenden und der Einführung zusätzlicher Maßnahmen beschlossen.

Ziel des Energie- und Klimaschutzkonzepts ist die Umsetzung der Energiewende in Stuttgart. Es wurde ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der mehrfach fortgeschrieben wurde, um die anvisierten Ziele der Stadt zu erreichen. Über allem steht das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2035. Um diese herausfordernde Aufgabe zu bewältigen, werden Maßnahmen in allen Handlungsfeldern umgesetzt. Dazu zählen Stadtverwaltung, Gebäude und Wohnen, GHD und Industrie, Energieleitplanung und Energieversorgung sowie Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung.

Entsprechend der Vielfalt der Handlungsfelder werden verschiedenste Maßnahmen umgesetzt. So werden neben zahlreichen weiteren Aktivitäten zum Beispiel diverse Förderprogramme im Energiebereich angeboten, Bürgerinnen und Bürger werden zu energiesparendem Verhalten und zur Gebäudesanierung beraten, es werden stadtweit energetische Quartierskonzepte entwickelt und mit den Stadtwerken Stuttgart umgesetzt und es wird ein umfassendes Beteiligungskonzept und entsprechende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt.

Die Umsetzung des Energie- und Klimaschutzkonzepts erfolgt gemeinsam mit allen Bürger\*innen sowie allen relevanten Akteuren aus Industrie, Handwerk, Wohnungsbau und Forschung. Die Federführung für das Energie- und Klimaschutzkonzept hat die Energieabteilung im Amt für Umweltschutz.

## Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Die COVID-19-Pandemie stellte die Maßnahmenumsetzung im Bereich der Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit nach großen Einschränkungen im Jahr 2020 auch 2021 weiterhin vor große Herausforderungen. Viele der geplanten Aktivitäten konnten gar nicht oder nur eingeschränkt durchgeführt werden. Gleichzeitig zeigte sich im zunehmenden Umsetzen von Veranstaltungen per Videokonferenz, dass dies auch eine Chance sein kann und teilweise ganz neue Zielgruppen erschlossen werden konnten. Dies war im besonderen Maße bei der „Aktion Gebäudesanierung“ der Fall.

Die Beteiligung im Zuge des Energie- und Klimaschutzkonzepts konnte 2021 wieder fortgesetzt werden. Die Veranstaltungen wurden hierbei jeweils als Videokonferenz durchgeführt. Insgesamt fanden 4 Arbeitsgruppensitzungen statt.

In den Terminen der Arbeitsgruppe Gebäude und Wohnen wurden schwerpunktmäßig Möglichkeiten zur Steigerung der Sanierungsrate im Wohngebäudebereich behandelt. Hierbei wurden neben möglichen Änderungsansätzen beim städtischen Energiesparprogramm auch Ansätze zur stärkeren Betreuung privater Eigentümer\*innen bei der Durchführung von Sanierungen diskutiert. Zudem wurden Chancen und Herausforderungen des seriellen Sanierens ausgetauscht und Ansätze zur Umsetzung in Stuttgart identifiziert.

Die Arbeitsgruppe Stuttgarter Unternehmen kam im Mai erstmals wieder zusammen. Neben der Vorstellung der aktuellen Auswertung der Stuttgarter Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen bildete die Bandbreite der städtischen Förderprogramme einen Schwerpunkt der Sitzung. Im Zentrum der anschließenden Diskussion stand das Thema Klimaschutz in Pandemiezeiten. Es wurde deutlich, dass sich neben vielen Herausforderungen auch Chancen ergeben.

Die Arbeitsgruppe Energieversorgung diskutierte im Juli unter anderem über die Potenziale von Technologien, wie Wasserstoff, Tiefengeothermie und saisonaler Wärmespeicherung für die zukünftige Versorgung der Landeshauptstadt. Thema war auch, wie Synergieeffekte verschiedener Maßnahmen genutzt werden können, beispielsweise beim Ausbau von Fernwärme und Breitband. Es wurde betont, dass nicht die Entwicklung weiterer Konzepte, sondern Konzeptumsetzungen geboten seien. Als Beispiel aus der Praxis wurde ein nahwärmeversorgtes Wohngebiet vorgestellt. Eine der Schlussfolgerungen des planenden Ingenieurbüros war die Fokussierung auf klare, aber anpassungsfähige Lösungen, damit zum Beispiel auch auf steigende Anschlussdichten reagiert werden könne.

## Energieleitplanung und kommunaler Wärmeplan

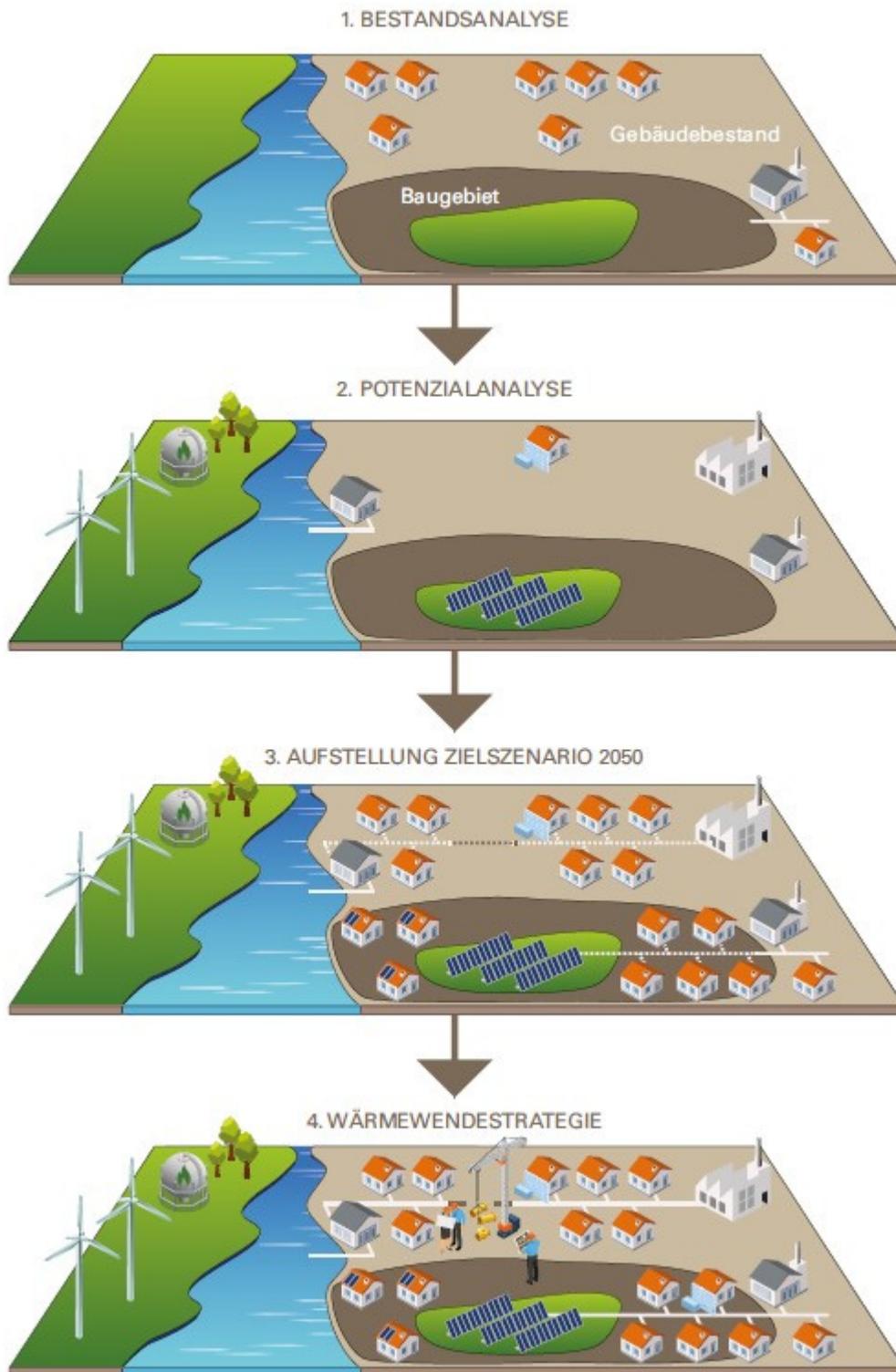
Die Landeshauptstadt Stuttgart steht mit ihrer hohen Verdichtung und ihren vielfältigen Energieversorgungs- und Siedlungsstrukturen vor einer besonderen Herausforderung, das Ziel einer klimaneutralen Stadt zu erreichen. Deshalb ist ein strategisches und optimiertes Vorgehen bei der Entwicklung der Stadt unverzichtbar. Vorhandene Energiepotenziale und bestehende Energiesenken müssen effizient vernetzt werden. Hierzu wurde bereits mit dem Beschluss des Energie- und Klimaschutzkonzepts im Jahr 2016 die Energieleitplanung eingeführt. Diese bildet den Rahmen für die energetische Entwicklung der Gesamtstadt. Ein fundamental wichtiges Element hierbei sind die Quartierskonzepte.

Das Land Baden-Württemberg sieht in diesem strategischen Vorgehen ebenfalls ein zentrales Instrument zur Erreichung der Klimaschutzziele. Daher wurde mit der Fortschreibung des Klimaschutzgesetzes im Jahr 2020 die Aufstellung eines kommunalen Wärmeplans für Stadtkreise und Große Kreisstädte verpflichtend eingeführt. Der erstellte Wärmeplan soll den Transformationsprozess der nächsten zwei bis drei Jahrzehnte begleiten und bei allen städtebaulichen Planungen und Entwicklungen berücksichtigt und immer wieder der veränderten Lage angepasst werden. Die Fertigstellung muss bis zum 31. Dezember 2023 erfolgen,

anschließend muss spätestens alle sieben Jahre unter Berücksichtigung der weiteren Entwicklungen eine Fortschreibung erfolgen. Da die Energieabteilung entsprechende Strategien bereits entwickelt und dazu umfangreiche Untersuchungen durchgeführt hat, kann hierfür auf die Vorarbeiten der letzten Jahre zurückgegriffen werden.

Die grundlegende Aufgabenstellung, die mit dem Klimaschutzgesetz festgelegt wird, ist die Entwicklung eines kommunalen Wärmeplans als Basis einer Strategie für die langfristig klimaneutrale Wärmeversorgung der Kommune bis zum Jahr 2040. In Stuttgart gilt hier das Zieljahr 2035. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den aktuellen Sachstand der Wärmeversorgung sowie verschiedene Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen und Abwärme auf. Über einen Zwischenstand für das Jahr 2030 ist daraus das klimaneutrale Zielszenario zu entwickeln. In Stuttgart wird die Wärmeplanung von der Energieabteilung und den Stadtwerken gemeinsam aufgestellt.

Zunächst erfolgt mit der Bestandsanalyse die Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungs- und Nutzerstruktur. Durch die bereits jahrelange Arbeit in der Energieleitplanung konnte Stuttgart auf bereits vorhandene Daten hierzu zurückgreifen. Neu erhoben im Jahr 2021, möglich gemacht durch die Novellierung des Klimaschutzgesetzes, wurden die Daten der Energieversorger und Schornsteinfegerinnung, welche einen detaillierten Blick auf die Energieversorgung ermöglichen. Anschließend wurden bereits erstellte Potenzialanalysen zusammengetragen, u.a. zur Abwasserwärme und dem Solarpotenzial und fehlende Studien angestoßen, sowie das mögliche Einsparungspotenzial für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften erfasst und verortet. Im nächsten Schritt wird das Zielszenario für eine klimaneutrale Wärmeversorgung erstellt werden. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung erfolgen. Zuletzt wird die Strategie festgelegt und ein Transformationspfad zum Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen erarbeitet.



**Bild 22** Vorgehen Wärmeplanung (Quelle Handlungsleitfaden „Kommunale Wärmeplanung“, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg)

Die kommunale Wärmeplanung wird für alle Quartiere in Stuttgart eine Empfehlung zum Vorgehen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung abgeben. Dabei sind je nach Gegebenheiten unterschiedliche Herangehensweisen sinnvoll. Das optimale Vorgehen, um in einem Quartier einen Wandel herbeizuführen, muss anhand der jeweiligen Randbedingungen entwickelt werden. In Bestandsgebieten mit oft homogener Struktur bezüglich Baualter und Energieversorgung entwickelt die Energieabteilung im Amt für Umweltschutz in Abstimmung mit den Stadtwerken Handlungskonzepte zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien, die kurzfristig umgesetzt werden. In Gebieten mit einem hohen spezifischen Heizwärmebedarf werden die Bürgerinnen und Bürger durch die „Aktion Gebäudesanierung“ zur Sanierung motiviert, um die Sanierungsquote zu steigern. 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 (KfW Zuschuss 432 – Energetische Stadtsanierung), sodass von der Energieabteilung im Amt für Umweltschutz entsprechende Anträge eingereicht werden. Zu Beginn des Jahres 2021 waren fünf geförderte KfW-Quartierskonzepte in der Bearbeitung, fünf Weitere wurden im Jahr 2021 neu bewilligt und bei einem Fokusgebiet lief die Vorbereitung für die Antragstellung einer Förderung durch die KfW.

Für das Untersuchungsgebiet Degerloch Hoffeld / Tränke (Stadtbezirk Degerloch) konnte die Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts (KfW 432 Phase A) bereits abgeschlossen werden. Um das entwickelte energetische Quartierskonzept in die Umsetzung zu überführen, wurde bei der KfW ein Förderantrag für ein Sanierungsmanagement (KfW 432 Phase B) gestellt, der auch bewilligt wurde. Da sich dieses Gebiet überwiegend für die Realisierung von Einzellösungen eignet, wurde eine „Aktion Gebäudesanierung“ durchgeführt. Für den Bau eines Nahwärmenetzes bietet das Untersuchungsgebiet bei detaillierter Betrachtung zu wenig Potenzial.

Das Untersuchungsgebiet Weilimdorf Süd liegt im südöstlichen Teil der bebauten Fläche des gleichnamigen Stuttgarter Stadtteils und ist Teil des Stadtbezirks Weilimdorf. Auch dieses Untersuchungsgebiet wurde im Anschluss der Phase A in die Phase B überführt. Der entsprechende Förderantrag wurde seitens der KfW bewilligt. Dazu wurde eine Auftaktveranstaltung durchgeführt und eine „Aktion Gebäudesanierung“ gestartet. Gemeinsam mit den Stadtwerken wird untersucht, inwieweit ein Nahwärmenetz realisiert werden kann.

Das Gebiet Heumaden liegt im Stadtbezirk Sillenbuch. Es erstreckt sich vom Zentrum bis zum südlichen Teil der bebauten Fläche des Stadtteils Heumaden. Das Gebiet zeichnet sich durch eine Vielzahl aktueller Bau- und Sanierungsvorhaben aus. Darunter finden sich Vorhaben im Bereich des Wohnungsbaus, der Sanierung öffentlicher Gebäude sowie gewerbliche Bauvorhaben. Die Erstellung eines energetischen Quartierskonzeptes wurde 2021 zum Abschluss gebracht. Dieses sieht für den Bereich Heumaden-Süd ein Nahwärmenetz vor. Dazu laufen Abstimmungen mit den Stadtwerken Stuttgart, um das Konzept in die Umsetzung zu überführen. Für den nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes werden Einzellösungen am jeweiligen Gebäude empfohlen.

Das Untersuchungsgebiet Mühlhausen befindet sich im östlichen Teil des Stadtteils Mühlhausen und umfasst unter anderem das Hauptklärwerk der Landeshauptstadt Stuttgart. Aufgrund der Eigentümerstruktur, der Gebäudegröße und dem durchschnittlichen Baualter bietet sich das Quartier für eine planvolle Herangehensweise an das Thema Gebäudeenergieeffizienz an. Durch die Potenziale im Hauptklärwerk sowie die

geplante Neubebauung im Bereich Schafhaus bieten sich darüber hinaus sehr gute Voraussetzungen für die Ausarbeitung einer Nahwärmelösung für das gesamte Untersuchungsgebiet. Auch für dieses Gebiet wurde 2021 die Erstellung eines energetischen Quartierskonzeptes zum Abschluss gebracht. Für das Neubaugebiet Schafhaus sowie angrenzendes Gewerbe und das Klärwerk bietet sich der Bau eines Nahwärmenetzes an. Das restliche Untersuchungsgebiet eignet sich nicht für ein Nahwärmenetz, hier empfiehlt es sich, Einzellösungen am Gebäude umzusetzen.

Das Untersuchungsgebiet Winterhalde umfasst den besiedelten Teil des gleichnamigen Stadtteils im Stadtbezirk Bad Cannstatt. Es zeichnet sich durch einen Mix aus Eigentümshäusern und Gebäuden von Wohnungsbauunternehmen aus. Zudem weist dieses Gebiet einen hohen spezifischen Heizwärmebedarf durch die vielen meist älteren Ein- und Zweifamilienhäuser im Nordwesten des Stadtteils auf. Durch die Mitwirkungsbereitschaft eines betroffenen Wohnungsbauunternehmens kann eine große Anzahl Wohneinheiten „aus einer Hand“ energetisch und städtebaulich modernisiert und instandgesetzt werden. Für dieses Gebiet wurde im Vorjahr gemeinsam ein Förderantrag für die Phase A bei der KfW gestellt, der im Herbst 2020 bewilligt wurde. Die Bearbeitung startete im Jahr 2021.

Das Untersuchungsgebiet Möhringen-Ost / Sternhäule liegt in den Stadtteilen Möhringen-Ost und Sternhäule im Stadtbezirk Möhringen. Es zeichnet sich durch eine Vielzahl an Ein-, Zwei- und kleinen Mehrfamilienhäusern aus, die teilweise einen hohen spezifischen Heizwärmebedarf aufweisen. Ein weiterer Aspekt ist darüber hinaus die Untersuchung möglicher energetischer Vernetzungsoptionen des Wohngebiets Möhringen-Ost und den angrenzenden Gewerbebauten im Stadtteil Sternhäule. Anfang des Jahres 2021 wurde der bei der KfW eingereichte Förderantrag bewilligt. Im Anschluss begann dann die Bearbeitung des Gebietes.

Das Gebiet Birkenäcker erstreckt sich über weite Teile der Stadtteile Birkenäcker, Altenburg und Pragstraße im nordwestlichen Bereich des Stadtbezirks Bad Cannstatt. Das Untersuchungsgebiet zeichnet sich durch einen Mix aus Genossenschaftswohnungen und Eigentümshäusern aus sowie vor allem in Altenburg durch viele meist ältere Ein- und Zweifamilienhäuser mit einem hohen spezifischen Heizwärmebedarf. Durch die Mitwirkungsbereitschaft eines betroffenen Wohnungsbauunternehmens wurde gemeinsam mit einem Ingenieurbüro Anfang des Jahres 2021 der Antrag bei der KfW eingereicht und durch diese auch bewilligt. Während der Erstellung des energetischen Quartierskonzeptes soll eine Nahwärmelösung und somit eine Zentralisierung der Wärmeversorgung untersucht werden.

Das Untersuchungsgebiet Rot liegt im Stadtbezirk Zuffenhausen und umfasst neben dem Stadtteil Rot auch den Stadtteil Zuffenhausen-Mönchsberg und Teile von Zuffenhausen-Hohenstein. Es ist charakterisiert durch eine heterogene Verteilung der Gebäude: Neben Ein-, Zwei- und kleinen Mehrfamilienhäusern haben ein Fünftel der Gebäude mehr als sieben Wohneinheiten. Darüber hinaus gibt es drei Hochhäuser mit insgesamt über 200 Wohneinheiten. Mehr als zwei Drittel der Gebäude im Stadtteil Rot entstand in den Jahren 1946 bis 1961. Zudem weist das Untersuchungsgebiet einen hohen spezifischen Heizwärmebedarf durch die vielen älteren Gebäude auf. Mitte des Jahres wurde der bei der KfW eingereichte Förderantrag bewilligt. Im Anschluss startete dann die Bearbeitung des Gebiets.

Das Gebiet Feuerbach liegt im Stadtbezirk Stuttgart-Feuerbach. Es umfasst neben dem Stadtteil Feuerbach-Mitte mehrere angrenzende Stadtteile. Es zeichnet sich durch die Anhäufung von Schulen im Kern des Gebiets sowie die angrenzenden Liegenschaften (Stadtbad, Bezirksrathaus) aus. Zudem bietet das nahegelegene Boschwerk eine spannende Industriekomponente. Des Weiteren weist das Untersuchungsgebiet einen hohen spezifischen Heizwärmebedarf durch die vielen älteren Gebäude auf. Gemeinsam mit den Stadtwerken Stuttgart und einem Ingenieurbüro wurde bei der KfW ein Förderantrag gestellt, der Ende 2021 bewilligt wurde.

Ein weiteres Gebiet umfasst die Stadtteile Bergheim, Giebel und Wolfbusch und liegt im Stadtbezirk Weilimdorf. Dieses Gebiet wird dominiert von Ein-, Zwei- und kleinen Mehrfamilienhäusern. Besonders im Stadtteil Giebel gibt es auch viele Gebäude, die mehr als sieben Wohneinheiten haben. Mehr als zwei Drittel der Gebäude entstanden vor 1961. Zudem weist das Untersuchungsgebiet einen hohen spezifischen Heizwärmebedarf durch die vielen älteren Gebäude auf. Fast 80 % aller Gebäude wurden errichtet, bevor es energetische Bauvorschriften gab und bergen somit ein hohes energetische Einsparpotenzial durch Gebäudesanierungen. Ein beim der KfW gestellte Förderantrag wurde Ende 2021 bewilligt.

Für das Untersuchungsgebiet Obertürkheim wurde die Antragsstellung einer KfW-Förderung vorbereitet. Es umfasst den Stadtteil Obertürkheim im gleichnamigen Stadtbezirk und zeichnet sich durch eine heterogene Verteilung der Gebäude aus, wird aber dominiert von einer Vielzahl an Ein-, Zwei- und kleinen Mehrfamilienhäusern. Insgesamt 16 % der Gebäude haben keine Wohnnutzung. Insbesondere im Ortszentrum von Obertürkheim stehen viele alte Gebäude. Mehr als die Hälfte der Gebäude entstanden vor 1930. Zudem weist das Untersuchungsgebiet einen hohen spezifischen Heizwärmebedarf durch die vielen älteren Gebäude auf. Der Antrag wurde Ende 2021 erarbeitet.

Die Energieleitplanung ist auch ein wichtiges Instrument bei der Entwicklung neuer Stadtquartiere. Insbesondere, wenn die Stadt die Grundstücke selbst vermarktet, kann sie durch Vorgaben in den Kaufverträgen gezielt Einfluss auf die Energieversorgung und den Energiestandard der Gebäude nehmen. Ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung einer Nahwärmelösung auf Quartiersebene ist das Olga-Areal, das im Herbst 2019 bezogen wurde. In Umsetzung ist die Nahwärmelösungen für das Quartier am Wiener Platz (ehemaliges Schoch-Areal).

## Städtische Förderprogramme im Bereich Energie und Klimaschutz

### Energiesparprogramm

Mit dem kommunalen Energiesparprogramm (ESP) fördert die Landeshauptstadt Stuttgart seit 1998 ohne Unterbrechungen energieeinsparende Maßnahmen in Wohngebäuden. Bis zum 31. Dezember 2021 wurden mit städtischen Investitionszuschüssen von rund 55,4 Mio. Euro knapp 24.400 Wohnungen gefördert. Durch die bisher seit 1998 umgesetzten Sanierungsmaßnahmen werden Emissionen von über 30.000 t CO<sub>2</sub>/a vermieden. Insgesamt gibt es zwei Rahmenmöglichkeiten der Förderung:

1. Komplettsanierung
2. Einzelmaßnahmen

Nachdem am 29. Juli 2020 die Förderrichtlinie des ESP angepasst wurde, konnte im Jahr 2021 die höchste Anzahl an geförderten Wohnungen seit Beginn des Förderprogramms im Jahr 1998 verzeichnet werden (ca. 1.800 Wohneinheiten).

Insgesamt wurden 2021 im ESP 425 Anträge gestellt. Es wurden Fördermittel in Höhe von etwa 12,4 Mio. Euro bewilligt – dies entspricht dem mit Abstand höchsten Wert seit Bestehen des Förderprogramms und im Vergleich zum Vorjahr einer Steigerung um etwa 125 %. Nach Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen bewirken diese eine Emissionseinsparung von rund 3.400 t CO<sub>2</sub>/a.



**Bild 23** Dämmung eines Daches ©artursfoto@istockphoto.com

### Solaroffensive

Mit der Solaroffensive unterstützt die Landeshauptstadt Stuttgart seit November 2020 Gebäudeeigentümer\*innen, Mieter\*innen, Pächter\*innen und Anlagenbetreiber\*innen beim Ausbau der Stromerzeugung durch Solarenergie (Photovoltaik). Beim Bau von PV-Anlagen auf oder an Gebäuden werden begleitende Maßnahmen, wie die Ertüchtigung der elektrischen Installationen, die Einrichtung des Zählerplatzes, das Stellen eines Baugerüsts oder Statikarbeiten gefördert. Da diese Positionen oft sehr kostenintensiv sind, soll die Förderung über die Schwelle zur Umsetzung helfen.

Die Höhe der Förderung ist abhängig von der Leistung, die die errichtete Anlage maximal erbringen kann. Der maximale Fördersatz beträgt dabei 350 Euro je Kilowatt-Peak (kWp) installierter Leistung. Photovoltaik-Anlagen, die über einer Dachbegrünung oder an einer Gebäudefassade errichtet werden, können mit einem erhöhten Satz von bis zu 450 Euro je kWp gefördert werden.

Im Jahr 2021 gingen insgesamt 628 Anträge auf eine Förderung im Rahmen der Stuttgarter Solaroffensive ein. Es konnten Förderungen für PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 6.884 kWp bewilligt werden. Über die mit insgesamt rund 1,348 Mio. Euro geförderten Anlagen kann eine Einsparung von bis zu 2.816 t CO<sub>2</sub>/a erreicht werden.

In der Solaroffensive können auch Batteriespeicher und vorgelagerte Infrastruktur für E-Fahrzeuge gefördert werden, wenn sie in Zusammenhang mit der PV-Anlage errichtet werden. Es wurden im Jahr 2021 Fördermittel für 490 Batteriespeicher und 455 Ladepunkte beantragt und Fördermittel in Höhe von 1,038 Mio. Euro beziehungsweise 0,353 Mio. Euro bewilligt.

### Ölaustauschprogramm

Im Ölaustauschprogramm werden seit dem Jahr 2018 der Heizungsaustausch von Öl-Kesselanlagen oder Kohleöfen gegen emissionsfreundlichere Energieträger, wie Umwelt- und Fernwärme, Holz-Pellets und Gas gefördert. Insgesamt wurden mit städtischen Investitionszuschüssen von etwa 7,2 Mio. Euro über 800 Heizungen getauscht. Dadurch werden Emissionen von rund 6.700 t CO<sub>2</sub>/a vermieden.

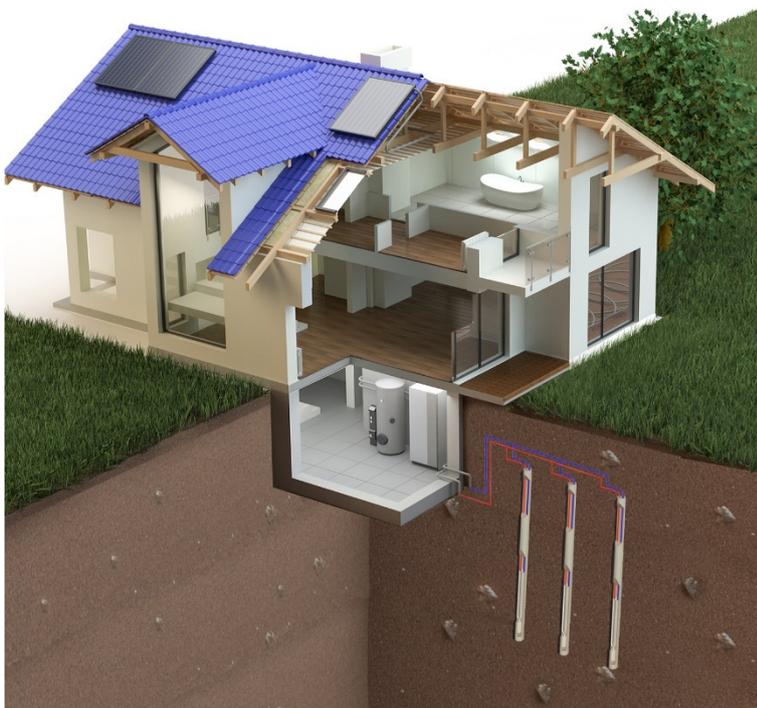
Im Jahr 2021 wurden 239 Anträge gestellt. Darunter entfielen 41 Anlagen, die mit Umweltwärme betrieben werden, ein Fernwärmeanschluss und 16 Holzpellet-Anlagen. Insgesamt wurden etwa 2,2 Mio. Euro an Zuschüssen bewilligt. Durch die ausgelösten Investitionen in emissionsfreundliche Wärmeerzeugungsanlagen werden Emissionen von über 2.100 t CO<sub>2</sub>/a eingespart.

### Wärmepumpenprogramm

Mit dem Wärmepumpenprogramm unterstützt die Landeshauptstadt Stuttgart seit November 2020 die Anschaffung von Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung. Das Förderprogramm erleichtert den Umstieg auf erneuerbare Energien, auch wenn zuvor keine öl- oder kohlebasierte Wärmeversorgung vorlag.

Eine Wärmepumpe bezieht rund dreiviertel der Energie zum Heizen aus der Umwelt, beispielsweise aus dem Erdreich. So können die in hochverdichteten Städten oft begrenzten Potenziale an erneuerbaren Energien besonders effizient gehoben werden. Die Höhe der Förderung ist abhängig von der Nennleistung der anzuschaffenden Wärmepumpe. Je höher die Leistung, desto höher ist der zu erhaltende pauschale Zuschuss. Wärmepumpen können als Energiequelle u. a. Geothermie, Abwärme, Abwasserwärme oder Außenluft nutzen. Abhängig von der Art der Wärmequelle gibt es eine Zusatzförderung. Auch der Umstieg auf eine Fußbodenheizung oder eine andere Art von Flächenheizung wird durch einen pauschalen Zuschuss gefördert. Hintergrund ist, dass durch eine Flächenheizung die Vorlauftemperaturen des Heizkreises abgesenkt und somit ein effizienterer Betrieb der Wärmepumpe erreicht werden kann.

Im Jahr 2021 gingen im Wärmepumpenprogramm insgesamt 108 Anträge auf Förderung ein, von denen 92 mit einem Gesamtfördervolumen von 876.000 Euro bewilligt werden konnten. Durch die Umsetzung der 2021 geförderten Maßnahmen können 677 t CO<sub>2</sub>/a eingespart werden.



**Bild 24** Geothermie-Wärmepumpe in Wohngebäude ©KangeStudio@istockphoto.com, bearbeitet: LHS

### Energieeffizienzprogramm

Das Energieeffizienzprogramm wurde im Oktober 2019 ins Leben gerufen, um die Stuttgarter Unternehmen bei der Steigerung der Energieeffizienz zu unterstützen. Geringere Energieverbräuche bei gleicher Leistung stellen sowohl für die Umwelt als auch für die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen einen Gewinn dar.

Für kleine und mittlere Unternehmen bietet das Energieeffizienzprogramm Zuschüsse zu den Kosten für Energieberatungen. Für Initialberatung im Umfang von ein bis zwei Beratertagen können bis zu 80 % der Nettokosten gefördert werden. Dies bietet sich insbesondere für Unternehmen an, die das Thema Energieeffizienz erstmalig genauer betrachten möchten. Detailberatungen entsprechen sowohl inhaltlich als auch vom Umfang her Energieaudits, wie sie für Großunternehmen verpflichtend durchzuführen sind. Hier kann ein Zuschuss zusätzlich zur Bundesförderung in Höhe von 10 % beantragt werden.

Zudem können Unternehmen aller Größen Fördermittel für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen an Standorten in Stuttgart erhalten. Voraussetzung ist, dass durch die jeweilige Maßnahme eine Endenergie- oder CO<sub>2</sub>-Einsparung von mindestens 25 % erreicht wird. Die Kosten der Effizienzmaßnahme werden dann mit bis zu 20 % des Nettobetrags von der Landeshauptstadt Stuttgart bezuschusst. Im Jahr 2021 konnten drei Anträge mit einer Gesamtfördersumme von rund 50.000 Euro bewilligt werden.

### Plusenergieprogramm

Am 24. September 2021 wurde vom Ausschuss für Klima und Umwelt das Stuttgarter Plusenergieprogramm beschlossen. Mit diesem Förderprogramm unterstützt die Landeshauptstadt Stuttgart Gebäudeeigentümer\*innen und weitere Zuwendungsberechtigte bei der Errichtung von Plusenergiegebäuden sowie bei der Sanierung von Bestandsgebäuden auf Plusenergieniveau. Damit wird ein Anreiz geschaffen, trotz höherer Investitionskosten bei Neubau und Sanierung, den besseren Energiestandard umzusetzen. Eine Förderung ist sowohl für Wohn- als auch Nichtwohngebäude in Stuttgart möglich.

Ein entscheidendes Kriterium für eine Förderung ist, dass das Gebäude über das Jahr eine positive Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz aufweist. Für den Nachweis steht ein entsprechendes Tool auf der Webseite des Plusenergieprogramms bereit. Der Fördersatz beträgt bis zu 50 Euro je m<sup>2</sup> beheizter bzw. gekühlter Nettogrundfläche. Der Maximalbetrag pro Gebäude ist auf 200.000 Euro beschränkt. Eine Besonderheit des Förderprogramms besteht darin, dass die Förderung nicht nur mit Mitteln vom Bund oder Land kumuliert werden kann, sondern auch die Kumulierung mit den städtischen Förderprogrammen Solaroffensive, Wärmepumpenprogramm, Heizungsaustauschprogramm und Energiesparprogramm möglich ist.

### Kühlschranktauschprogramm

Seit 2019 fördert die Stadt Stuttgart unter dem Motto „Kick den alten Raus“ den Austausch von Kühl- und Gefriergeräten, die älter als 15 Jahre sind. Voraussetzung ist, dass das Neugerät die höchste am Markt verfügbare Energieeffizienzklasse vorweist.

Insgesamt wurden 2021 im Kühlschranktauschprogramm 354 Anträge gestellt und Fördermittel in Höhe von über 40.000 Euro bewilligt. Durch die mit dem Austausch verbundenen Stromeinsparungen werden rund 20 t CO<sub>2</sub>/a vermieden. Unter Annahme einer Lebensdauer eines Gerätes von 30 Jahren, können mit den in 2021 getauschten Geräten somit insgesamt 600 t CO<sub>2</sub> eingespart werden und der finanzielle Aufwand beträgt hierbei ca. 67 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>.

Darüber hinaus soll das Förderprogramm die Bürger\*innen im Bereich Stromverbrauch sensibilisieren und zur Umsetzung weiterer Energieeinsparmaßnahmen motivieren.



**Bild 25** Flyer des Kühlschranksaustauschprogramms

### Energieberatung Wohngebäude und Unternehmen

Die Energieberatungen für Wohneigentümer\*innen und Unternehmen stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einer klimaneutralen Landeshauptstadt Stuttgart dar.

Durch die Beratung von Wohnungs- und Wohngebäudebesitzer\*innen soll erreicht werden, dass die Bürger\*innen über die Potenziale ihres Wohneigentums sowie die zahlreichen Unterstützungsmöglichkeiten im Bereich der energetischen Sanierung und des Ausbaus von erneuerbaren Energien sensibilisiert und bei der Umsetzung unterstützt werden. Mit dem Energieberatungszentrum Stuttgart e. V. (EBZ) steht der Stadt Stuttgart hierfür ein kompetenter und neutraler Partner bei der Durchführung von Energieberatungen zur Seite.

Zur Erreichung der städtischen Klimaziele ist es erforderlich die Anzahl der jährlichen Sanierungen deutlich zu erhöhen und energetischen Modernisierungen der Wohngebäude anzustoßen. Diesen Ansatz verfolgt auch die von der Stadt seit 2016 durchgeführte „Aktion Gebäudesanierung“, bei der in regelmäßigen Abständen Bürgerinformationsveranstaltungen in jenen Stadtteilen durchgeführt werden, in denen ein besonders hoher spezifischer Heizwärmebedarf oder ein großer Anteil an Ölheizungen vorherrscht. Die Aktionen werden in Kooperation mit dem EBZ durchgeführt. Zunächst werden die Bürger\*innen der ausgewählten Gebiete in einer digitalen Auftaktveranstaltung über die städtischen Fördermöglichkeiten sowie zur energetischen Sanierung informiert. Im Anschluss daran besteht die Möglichkeit, sich zu einer kostenlosen Vor-Ort-Energieberatung des EBZ anzumelden.

Nach einer durch die Corona-Pandemie bedingten Unterbrechung wurde die „Aktion Gebäudesanierung“ im Jahr 2021 wiederaufgenommen und in einem neuen digitalen Format fortgeführt, welches von den Teilnehmenden sehr gut angenommen wurde. Insgesamt wurden 6 Aktionen in 10 Gebieten durchgeführt (Hoffeld, Schönberg, Birkach-Nord, Steckfeld, Weilimdorf, Stammheim-Mitte, Österfeld, Südheim, Wein-

steige und Umlandshöhe) mit insgesamt rund 340 Teilnehmenden während der Informationsveranstaltungen und insgesamt knapp 200 im Anschluss durchgeführten kostenlosen Vor-Ort-Energieberatungen durch das EBZ.

Auch bei vielen Stuttgarter Unternehmen besteht Bedarf an niederschweligen Beratungsangeboten zum Thema Energieeffizienz. Um aufzuzeigen, dass Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit keine Gegensätze sein müssen, wurde die „Aktion Energieeffizienz in Unternehmen“ ins Leben gerufen.

Dabei wird den Unternehmen in Kooperation mit der Kompetenzstelle Energieeffizienz der Region Stuttgart (KEFF) ein kostenloser Energiecheck (KEFF-Check) angeboten. Vor Ort werden zunächst die vorhandenen Einsparpotenziale des Betriebes durch eine\*n Energieeffizienzmoderator\*in ermittelt. Anschließend werden mögliche Maßnahmen zum Heben der Potenziale aufgezeigt. Außerdem wird über passende Förderprogramme der Stadt Stuttgart und anderer Fördermittelgeber informiert.

Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Energieeffizienzmaßnahmen sparen die Unternehmen Betriebskosten ein und leisten gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Stuttgart. Schritt für Schritt sollen alle Stadtbezirke Stuttgarts mit der Aktion Energieeffizienz in Unternehmen erreicht werden. Als Startpunkt der Aktion im November wurde der Stadtbezirk Degerloch ausgewählt. Die lokalen Unternehmen wurden dazu auf dem Postweg angeschrieben. 32 Unternehmen nahmen das Angebot der Stadt an.

Die ersten Energiechecks konnten im November 2021 wie geplant durchgeführt werden. Auf Grund der Verschärfung der Corona-Situation musste eine Vielzahl der Termine aufgeschoben werden.

### Nutzersensibilisierung

Durch die energetische Betreuung der Liegenschaften innerhalb des Energiemanagements im städtischen Amt für Umweltschutz werden der Energieverbrauch, die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Energiekosten reduziert. Darüber hinaus beeinflussen Nutzer\*innen den Energieverbrauch in den Liegenschaften. Werden Nutzer\*innen zu einem ressourcenschonenden Verhalten geschult, können Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter reduziert werden. Auf dem Weg zu einer klimaneutralen Landeshauptstadt hat der Stuttgarter Gemeinderat Ende 2019 ein Aktionsprogramm mit 200 Millionen Euro auf den Weg gebracht. Darin hat der Gemeinderat die Energieabteilung auch um eine Stelle, verantwortlich für die Sensibilisierung der Nutzer\*innen erweitert. Die Stelle soll Nutzer\*innen zu energiesparendem Verhalten informieren und schulen, sie soll Akzeptanz für energetische Maßnahmen schaffen und soll mit der Aktivierung der Nutzer\*innen zu einem energiesparendem Verhalten auch zur Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs in städtischen Liegenschaften beitragen. Vor allem mit Blick auf das Klimaneutralitätsziel der Landeshauptstadt sollen über die Nutzer\*innen der städtischen Liegenschaften hinaus auch die Stuttgarter Bürger\*innen zu einem energiesparendem Verhalten angeregt werden.

Städtische Mitarbeitende tragen an Ihren Arbeitsplätzen wesentlich zum Energieverbrauch in den Ämtern und Eigenbetrieben bei. Durch energiebewusstes Handeln wirken sie zudem als Vorbild für die Öffentlichkeit. Die COVID-19-Pandemie stellte die Maßnahmenumsetzung vor große Herausforderungen. Viele der geplanten Aktivitäten, z.B. Weiterbildungsveranstaltungen für städtische Mitarbeitende zum Thema Energiesparen konnten nicht durchgeführt werden. Über digitale Veröffentlichungen konnten Mitarbeitende mit Energiespartipps im stadtinternen Intranet zu einem energieschonenden Umgang informiert und sensibilisiert werden.



**Bild 26** Stuttgarter Bürgerinnen und Bürger können sich am Informationsstand auf dem Energiewendetag 2021 zum Thema Energiesparen informieren

Der Energiewendetag 2021 konnte unter Einhaltung des Hygienekonzeptes trotz Pandemie durchgeführt werden. Dabei präsentierte sich das Amt für Umweltschutz mit einem Quiz am Glücksrad zu Energieverbräuchen im Haushalt. Am Beratungsstand wurden Stuttgarter Bürger\*innen in Einzelgesprächen zum Thema korrektes Heizen und Lüften, Stand-By vermeiden und LED-Beleuchtung informiert (Bild 26).

### 3.2 Energiedienst Heizung

Im Energiedienst Heizung wurden 2021 insgesamt 236 Anlagen in der Verbrauchsüberwachung und Betriebsoptimierung betreut.

Die beheizte Fläche der im Energiedienst betreuten Gebäude beträgt 1.424.092 m<sup>2</sup> und liegt mit einem Anteil von 64,9 % über der Hälfte der insgesamt zu beheizenden Fläche aller städtischen Liegenschaften (2.193.041 m<sup>2</sup>). Insgesamt wurden 195.942 MWh/a bezogene Heizenergie zur Deckung des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs für die im Energiedienst erfassten Gebäude benötigt. Dies entspricht einem Anteil von 68,1 % des Heizenergieverbrauchs aller städtischen Liegenschaften (Tabelle 14).

ENERGIEDIENST HEIZUNG	Jahr 2020		Jahr 2021	
Gesamte Beheizte Fläche m <sup>2</sup>	2.174.808	100,0 %	2.193.041	100,0 %
Beheizte Fläche im Energiedienst m <sup>2</sup>	1.433.496	65,9 %	1.424.092	64,9 %
Heizenergieverb. im Energiedienst MWh	172.045	70,5 %	195.942	68,1 %
Anzahl der betreuten Anlagen	237		236	
Heizenergieeinsparung [MWh]	116.937	37,7 %	113.147	36,0%
Kosteneinsparung [€]	8.132.344		7.300.960	

**Tabelle 14** Energiedienst Heizung der Jahre 2020 und 2021

Die Heizenergieeinsparung der im Energiedienst betreuten Liegenschaften verringerte sich gegenüber 2020 leicht von 116.937 MWh (2020) um 3,2 % auf 113.147 MWh (2021). Der Rückgang der Energieeinsparung ist u.a. auf das vermehrte Lüftungsverhalten als Infektionsschutzvorkehrung während der Corona-Pandemie zurückzuführen. Während der Heizperiode mussten die Arbeitsräume nach dem Intervalllüften nachgeheizt werden. Die durch die Heizenergieeinsparung resultierende Kosteneinsparung verringerte sich gegenüber 2020 um 10,2 % auf 7,3 Mio. Euro.

In Tabelle 15 ist die Anzahl der betreuten Liegenschaften absolut und bezogen auf die Gesamtfläche sowie die witterungsbereinigte Heizenergieeinsparung inklusive der Kosteneinsparung von 2020 und 2021 nach den gebäudenutzenden Ämtern und Eigenbetriebe zusammengestellt.

Gebäude nutzendes Amt	Anzahl und Flächenanteil betreuter Liegenschaften		Einsparung 2020			Einsparung 2021		
	2020	2021	Energie		Kosten €/a	Energie		Kosten €/a
			MWh/a	%		MWh/a	%	
Hauptamt	1 90 %	1 90 %	871	23,3	87.632	1.067	28,5	89.676
Bezirksämter	5 17 %	5 17 %	538	39,2	28.389	568	40,2	31.937
Liegenschaftsamt	8 31 %	8 31 %	2.495	31,4	271.340	2.279	28,7	213.159
Amt f. öffent.Ordnung	2 90 %	2 90 %	602	31,0	31.986	581	29,9	33.402
Amt f. Umw eltschutz	1 100 %	1 100 %	94	17,3	10.448	37	6,8	3.456
Branddirektion	5 56 %	5 56 %	941	20,8	71.338	1.017	22,4	67.327
Schulverwaltungsamt	145 84 %	144 83 %	61.659	41,7	4.378.397	59.807	40,5	3.930.491
Kulturamt	5 74 %	5 74 %	210	8,1	16.921	386	14,8	31.031
Sozialamt	2 1 %	2 1 %	0	0,0	0	0	0,0	0
Jugendamt	18 18 %	18 18 %	1.646	43,1	94.542	1.622	42,5	93.112
Amt für Sport und Bewegung	5 57 %	6 72 %	1.799	44,2	110.565	1.877	46,1	112.182
Gesundheitsamt	1 100 %	1 100 %	1.813	68,1	210.296	1.806	67,8	179.131
Krankenhäuser	3 95 %	3 95 %	12.411	21,1	625.165	9.683	16,4	479.410
Tiefbauamt	2 34 %	2 34 %	539	47,7	82.031	537	47,6	71.278
Garten-, Friedhofs- und Forstamt	5 58 %	4 55 %	890	15,3	57.612	1.053	19,1	72.455
Eigenb. Abfallwirtschaft	3 75 %	3 75 %	2.399	43,4	210.301	2.488	45,0	193.774
Stuttgarter Bäder	16 80 %	16 80 %	19.627	48,0	1.271.135	19.903	43,4	1.247.873
Eigenb. Leben und Wohnen	9 93 %	9 93 %	8.403	51,3	574.247	8.438	52	451.264
Stuttgarter Jugendhaus gGmbH	1 13 %	1 13 %	0	0,0	0	0	0,0	0
<b>G E S A M T</b>	<b>237</b>	<b>236</b>	<b>116.937</b>	<b>37,7</b>	<b>8.132.344</b>	<b>113.147</b>	<b>36,0</b>	<b>7.300.960</b>

**Tabelle 15** Einsparungen im Energiedienst Heizung nach Ämtern und Eigenbetrieben

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 absolute Einsparung an Heizenergie in den Liegenschaften des Schulverwaltungsamts erreicht und ist durch die hohe Anzahl von insgesamt im Energiedienst betreuten 144 Schulliegenschaften begründet.

### Ballspielhallensanierungskonzept

Im Jahr 2021 wurde das Ballspielhallensanierungskonzept fertiggestellt. Damit wird beschrieben, in welchen Sporthallen das Amt für Sport und Bewegung bis zum Jahr 2030 bauliche und energetische Maßnahmen umsetzen möchte.

Die wichtigsten Anlässe waren:

- Es soll vermieden werden, dass mehrere Sporthallen, die in räumlicher Nähe zueinander stehen, gleichzeitig außer Betrieb gehen müssen, weil sie saniert werden oder zu große bauliche Mängel aufweisen.
- Die in den kommenden Doppelhaushalten anstehenden Investitionskosten sollten abgeschätzt werden, um eine Finanzplanung zu ermöglichen.
- Einige bauliche Probleme waren bereits bekannt. Es sollte ermittelt werden, ob diese sinnvoller einzeln behoben oder die jeweilige Halle generalsaniert werden soll.
- Das Ziel der Stadtverwaltung ist es, bis 2030 klimaneutral zu sein. Für die Sporthallen sind entsprechende Konzepte und deren Umsetzung notwendig.

Die Untersuchung umfasst die sechs ältesten Sporthallen (Bild 27).



Sporthalle Botnang (1993)



Flatowhalle Wangen (1993)



Wolferhalle Plienigen (1988)



Spitalwaldhalle Sillenbuch (2005)



Sporthalle Obertürkheim (2002)



Turnhalle Neckarpark (2012)

**Bild 27** Betrachtete Sporthallen und ihre Baujahre (Bildquelle: Hochbauamt)

Die beiden verbleibenden Sporthallen, die Neubauten in Uhlbach (Baujahr 2018) und auf der Waldau (Baujahr 2021), sind von der Untersuchung ausgenommen. Hier wird angenommen, dass bis 2030 kein nennenswerter Sanierungsaufwand entsteht.

Für die Bearbeitung des Projekts wurde eine Projektgruppe aus Mitarbeitenden des Amts für Sport und Bewegung, des Hochbauamts und des Amts für Umweltschutz zusammengestellt. Die Projektgruppe bewertete in Ortsterminen anhand eines Punktesystems den Zustand der Bauteile. Es wurde dabei in die energetische und die bauliche Qualität der Bauteile unterschieden. So können beispielsweise die Fenster baulich zwar in Ordnung, energetisch aber dennoch von schlechter Qualität sein.

Die Punkte wurden anschließend in eine Liste übertragen, in der die Bauteile mit ihrer erfahrungsgemäßen technischen Lebensdauer aufgeführt sind. Anhand der Punkteverteilung wurde die Lebensdauer in der Liste verkürzt oder verlängert, sodass sich für jedes Bauteil ein zu erwartendes technisches Lebensende ergibt. Das entsprechende Bauteil ist dann vor diesem Lebensende instand zu setzen oder auszutauschen. Ergibt sich eine Häufung vieler Bauteile, die im selben Zeitraum ihr Lebensende erreichen, bietet sich eine Generalsanierung des Gebäudes an.

Parallel wurden Energiebedarfsanalysen der Gebäude durchgeführt, daraus individuelle Energiekonzepte für die Gebäude entwickelt und hinsichtlich ihrer Energie- und Kosteneinsparungen bewertet. Zum Beispiel ist für die Sporthalle Botnang angedacht:

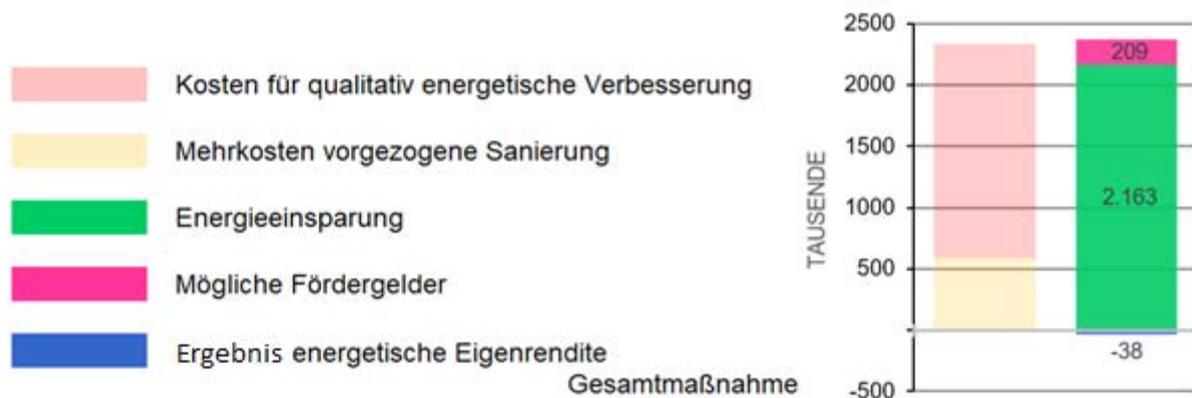
- Sanierung der Gebäudehülle auf LHS-Sanierungsstandard
- Rückbau der verglasten Sheddächer
- Beheizung mit Pellets oder Holzhackschnitzel hoher Qualität
- Solarthermie auf dem Dach des Funktionsbereichs (Umkleiden etc.)
- Modernisierung Warmwasserbereitung (zentrale Frischwasserstation)
- LED-Beleuchtungsaustausch im gesamten Gebäude
- PV auf dem Hauptdach
- PV anstelle des abgängigen Blendschutzes

Danach wurden die baulichen und die energetischen Maßnahmen abgeglichen. Daraus leitet sich folgende Unterscheidung der Maßnahmen ab:

- Maßnahmen, die aufgrund ihres baulichen Zustands ohnehin in der nächsten Zeit umzusetzen sind.
- Maßnahmen, die zwar langfristig aus baulichen Gründen umgesetzt werden müssen, aufgrund ihrer energetischen Bedeutung aber auf einen früheren Zeitpunkt vorgezogen werden. Der ungenutzte Restwert des Bestands bedeutet Mehrkosten für die energetische Sanierung.
- Maßnahmen, welche allein für die energetische Verbesserung umgesetzt werden sollen.

Neben der städtischen Vorgabe, dass die Gebäude nach ihrer Sanierung klimaneutral betrieben werden, wird für die energetischen Sanierungen erwartet, dass sie sich wirtschaftlich darstellen.

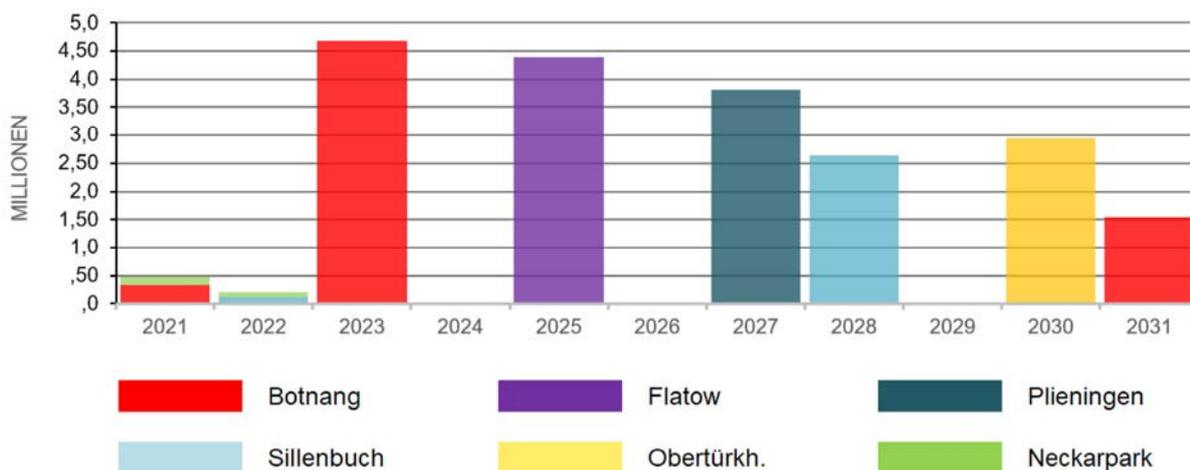
Bild 28 stellt die Gegenüberstellung der Kosten und der Einsparungen für die energetischen Maßnahmen der Sporthalle Botnang dar.



**Bild 28** Gegenüberstellung der Kosten und der Einsparungen für die energetischen Maßnahmen der Sporthalle Botnang (Bildquelle: Hochbauamt)

In Bild 29 sind zunächst die Kosten für die energetische Verbesserung selbst aufgeführt. Dazu kommen die Kosten dafür, dass im Zuge der Sanierung auch Komponenten ersetzt werden, die aus technischer Sicht noch in Ordnung sind, d.h. Kosten für das Vorziehen der Sanierung. Dem sind die mit der Sanierung verbundenen Kosteneinsparungen und erwartete Fördergelder gegenübergestellt. Die Sanierung ist damit genau dann wirtschaftlich, wenn die Mehrkosten für das Vorziehen einer Sanierung und die Kosten für die energetischen Verbesserungen kleiner sind als die Investitionskosten abzüglich zu erwartender staatlicher Fördergelder. Für die Sporthalle Botnang wurde bei einer Rendite von 38.000 Euro nachgewiesen, dass die Maßnahmen wirtschaftlich sind.

Mit den Kostenannahmen und den Energiekonzepten aller sechs Sporthallen wurde in Abstimmung mit den beteiligten Ämtern ein Zeitplan über die Sanierungen aufgestellt. Nach einigen Sofortmaßnahmen in den Jahren 2021 und 2022 wird angestrebt, zunächst alle zwei Jahre je eine Halle anzugehen. Als erste soll die Sporthalle in Botnang generalsaniert werden. Sobald die Generalsanierungen der drei ältesten Hallen abgeschlossen sind, kann der Rhythmus schneller werden, weil die Maßnahmen dann weniger umfangreich sind. Daraus lassen sich die geplanten Investitionen über die kommenden zehn Jahre aufzeigen (Bild 29).



**Bild 29** Investitionskosten der Sporthallensanierungen (Stand 2021)

Das Sporthallenkonzept wurde Anfang 2021 in verschiedenen Gremien vorgestellt. Das strukturierte Vorgehen und die klaren Ergebnisse und Handlungsempfehlungen wurden begrüßt. Positiv angemerkt wurde auch, dass das Konzept innerhalb weniger Monate erstellt wurde. Es gab aber auch Kritik: Die Konzeptio-

nierungen beruhen auf der Annahme, dass die funktionalen, insbesondere die sportfunktionalen, Anforderungen an die Hallen unverändert bleiben. Im Fall von Generalsanierungen soll es aber auch in diesem Bereich Verbesserungen geben. Die Konzeption, in welcher Halle welche funktionalen Veränderungen vorzusehen sind, steht noch aus.

### Sanierung Freibad Möhringen

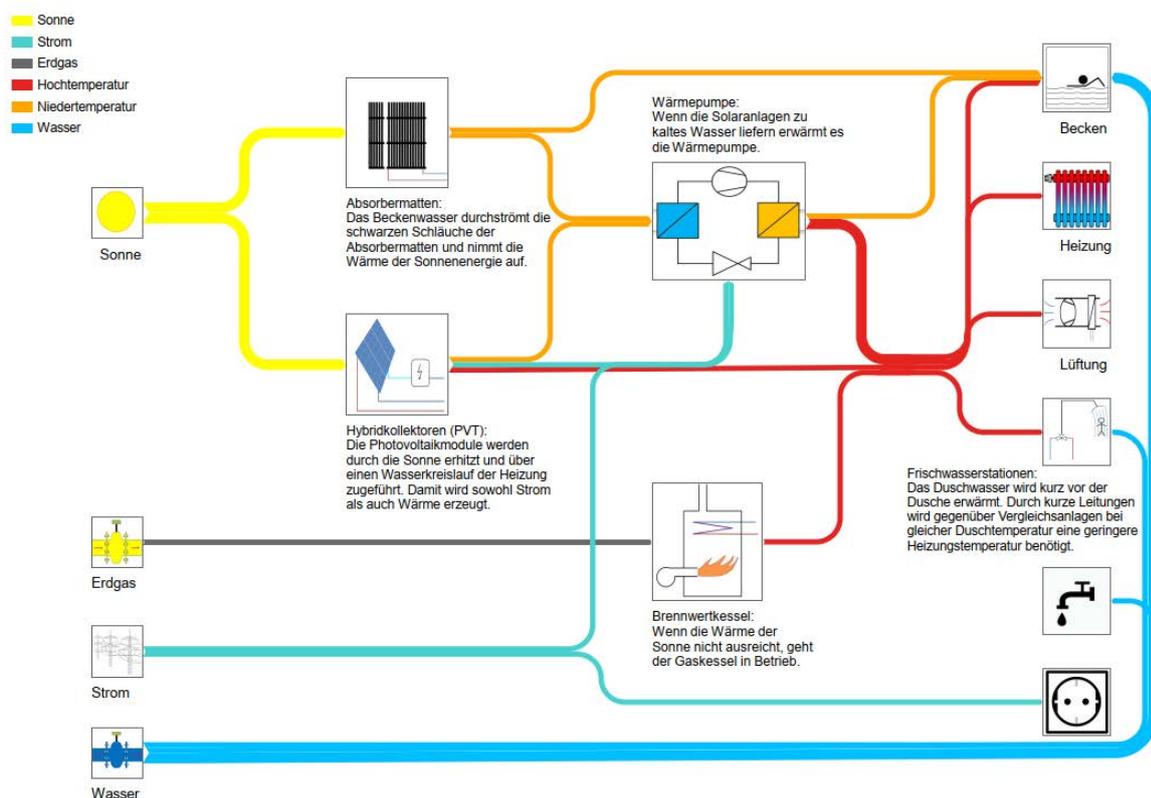
Das Freibad Möhringen öffnete im Jahr 1956 und besteht aus einem fünfzig Meter langen Mehrzweckbecken, einem Planschbecken, drei Betriebsgebäuden und einer großen Liegefläche. Das Freibad wurde im Laufe der Zeit mehrfach aus- und umgebaut. Während der Renovierungsarbeiten im Jahr 1990 wurde unter anderem eine neue Heizungsanlage installiert, die einen Gasbrennwertkessel mit einem Solarabsorber kombiniert.

Im Jahresgespräch 2020 zwischen den Stuttgarter Bäderbetrieben und dem Amt für Umweltschutz wurde beschlossen, dass beim Austausch der bestehenden Solarabsorberanlage ein Teil der Dachflächen für eine Pilotanlage verwendet werden soll. Die Pilotanlage, bestehend aus einer solargestützten Wärmepumpenanlage und Hybridkollektoren (PVT), soll 2022 in Testbetrieb gehen um Erfahrungen für Folgeprojekte zu sammeln. Die Hybridkollektoren zeichnen sich als PV-Thermie-Kombimodule aus, die sowohl Strom als auch Wärme unabhängig voneinander erzeugen (Bild 30).



**Bild 30** Hybridkollektoren (PVT) der Pilotanlage

Im Hinblick auf eine zukünftige Niedertemperaturnutzung im Freibad Möhringen ist es notwendig, die Erwärmung des Duschwassers auf Frischwasserstationen inkl. 3-Liter-Regelung umzubauen. Das Prinzip dabei ist, dass, analog zu elektrischen Durchlauferhitzern, das Kaltwasser erst kurz vor der Entnahmestelle aufgeheizt wird (Bild 31). Dabei darf das aufgeheizte Warmwasser ein Rohrvolumen von 3 Litern bis zur Entnahmestelle nicht überschreiten. Die Niedertemperaturnutzung ermöglicht einen effizienteren Betrieb der Wärmepumpen wie auch eine bevorzugte Nutzung der erneuerbaren Energien.



**Bild 31** Energiekonzept Freibad Möhringen

Für Fragen der Trinkwasserhygiene und Verkeimungsgefahr erfolgte eine Abstimmung mit dem Betreiber, dem Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz und dem Gesundheitsamt Stuttgart. Es wurde vereinbart, dass im ersten Schritt ein Teil der Duschen umgebaut wird und ab der Inbetriebnahme eine engmaschige Untersuchung auf Legionellen erfolgen soll. Zusätzlich soll die Heizungstechnik so konzipiert werden, dass bei länger anhaltenden hygienischen Auffälligkeiten ein Normalbetrieb mit einer Vorlauftemperatur von 60 °C möglich ist. Weiter sind an geeigneten Stellen Probenentnahmearmaturen einzuplanen und automatische Spülvorgänge sowohl im Kaltwasser- als auch im Warmwassernetz vorzusehen. Außerhalb der Freibadsaison ist zusätzlich eine Kompletentleerung der Frischwasserstationen zu ermöglichen.

Im ersten Betriebsjahr 2021 wurden an den Frischwasserstationen sechs Legionellenuntersuchungen im Kaltwasser- als auch im Warmwassernetz durchgeführt. In diesem Zeitraum lag der Sollwert für die heizungsseitige Vorlauftemperatur bei 50 °C. Keine Probe der vorliegenden Berichte weist bei den untersuchten Parametern eine Überschreitung der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung auf. Auf dieser Grundlage und den positiven Betriebserfahrungen wurde entschieden, dass ein kompletter Umbau für alle Duschen hin zu Frischwasserstationen inkl. 3-Liter-Regelung bis zum Saisonbeginn 2022 umgesetzt wird.

Im Freibad Möhringen kann beim Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung durch die umgesetzte Maßnahme während der Nutzungszeit im Vergleich zum Vorjahr 62.000 kWh/a beim Wärmeverbrauch eingespart werden. Der Strommehrverbrauch für die Wärmepumpen lag bei 4.000 kWh/a. Mit den Energiepreisen von 2021 wurden die Wärmekosten um 6.000 Euro/a reduziert. Die Strommehrkosten für die Wärmepumpen lagen bei 350 Euro/a. Der Anteil fossiler Wärmeerzeugung reduziert sich um 96 % gegenüber dem Vorjahr und es werden 16 Tonnen CO<sub>2</sub>/a eingespart.

### 3.3 Energiedienst Strom

Im Energiedienst Strom werden schwerpunktmäßig Liegenschaften mit hohem Stromverbrauch und mit Eigenerzeugungsanlagen überwacht und energetisch weiterentwickelt. Im Jahr 2021 wurden wie im Vorjahr 122 Liegenschaften betreut. Das ebenfalls im Energiedienst Strom überwachte Hauptklärwerk Mühlhausen ist in

Tabelle 16 und Tabelle 17 aufgrund des unverhältnismäßig hohen Verbrauchs als einzelne Liegenschaft nicht enthalten, da betriebsbedingte Verbrauchsschwankungen der Hauptkläranlage die Ergebnisdarstellung im Energiedienst überlagern könnten.

Tabelle 16 zeigt die im Energiedienst Strom befindlichen Liegenschaften mit ihren prozentualen und absoluten Einsparergebnissen. Die Stromverbrauchseinsparung lag 2021 im Vergleich zu 2020 um 486 MWh bzw. 4,0 % niedriger. Die durch die Stromeinsparung resultierende Kosteneinsparung lag 2021 bei 2,497 Mio. Euro. Die im Energiedienst befindlichen Gebäude haben einen Flächenanteil von 38,7 % der Gesamtfläche aller städtischen Liegenschaften.

ENERGIEDIENST STROM	Jahr 2020		Jahr 2021	
	Fläche im Energiedienst [m <sup>2</sup> ]	926.265	38,9 %	929.601
Gesamte Fläche [m <sup>2</sup> ]	2.382.635	100,0 %	2.401.455	100,0 %
Anzahl der betreuten Anlagen	122		122	
Stromverbrauchseinsparung [MWh]	12.106.181	14,4 %	11.619.849	13,6 %
Kosteneinsparung [€]	1.992.919		2.497.425	

**Tabelle 16** Energiedienst Strom der Jahre 2020 und 2021

In Tabelle 17 sind die Einsparungen im Energiedienst Strom der einzelnen Ämter und Eigenbetriebe dargestellt.

Gebäude nutzendes Amt	Anzahl und Flächenanteil betreuter Liegenschaften		Einsparung 2020			Einsparung 2021		
	2020	2021	Energie MWh/a	Energie %	Kosten €/a	Energie MWh/a	Energie %	Kosten €/a
Hauptamt	1 46 %	1 46 %	80,5	6,1	17.171	259,5	19,7	57.692
Bezirksämter	2 4 %	2 4 %	4,5	3,1	1.203	7,9	9,7	2.211
Liegenschaftsamt	8 24 %	9 23 %	649,3	14,6	138.274	800,1	18,1	178.007
Amt für öffentliche Ordnung	1 15 %	1 15 %	34,2	18,6	7.816	40,5	22,0	9.918
Branddirektion	1 14 %	2 14 %	135,1	9,4	28.375	142,1	9,9	31.398
Schulverwaltungsamt	59 43 %	56 43 %	989,6	8,9	151.409	1.315,7	11,9	239.756
Kulturamt	3 56 %	3 57 %	400,6	15,1	85.492	168,2	6,3	39.521
Jugendamt	8 9 %	9 9 %	110,7	60,6	5.668	138,6	31,1	22.026
Amt für Sport und Bewegung	5 48 %	5 83 %	520,9	30,6	119.763	531,3	31,2	189.416
Tiefbauamt	1 *)	1 *)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
Garten-, Friedhofs- und Forstamt	3 19 %	3 20 %	236,5	22,6	48.908	255,0	24,3	55.152
Eigenb. Abfallwirtschaft	2 10 %	2 10 %	9,4	8,9	2.472	10,6	10,0	2.911
Eigenb. Leben und Wohnen	8 80 %	8 81 %	631,8	18,1	145.787	583,3	16,7	87.541
Krankenhäuser	2 100 %	2 93 %	2.346,4	6,3	291.642	767,2	2,1	87.155
Stadtentwässerung Stuttgart	3 *)	3 *)	3.990,4	36,5	496.435	3.965,3	36,3	880.097
Stuttgarter Bäder	15 85 %	15 84 %	1.966,2	24,1	452.504	2.634,5	28,4	614.624
<b>GESAMT</b>	<b>122</b>	<b>122</b>	<b>12.106,2</b>	<b>14,4</b>	<b>1.992.919</b>	<b>11.619,8</b>	<b>13,6</b>	<b>2.497.425</b>

\*) Flächenangabe bei Tunnelgebäuden und Klärwerken nicht verbrauchsrelevant

**Tabelle 17** Energiedienst Strom – Zusammenstellung nach Ämtern und Eigenbetrieben

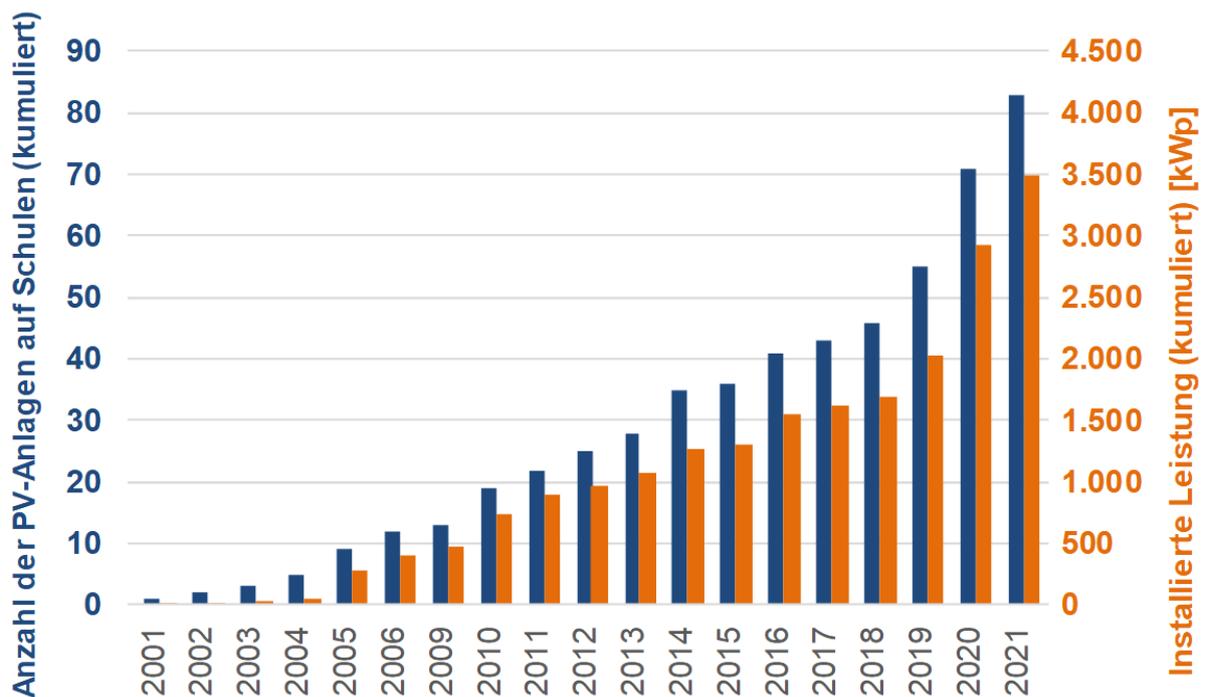
Die folgenden Praxisberichte zeigen beispielhaft die Arbeit im Energiedienst Strom. Die gewählten Beispiele sind der Photovoltaikausbau auf Schulen, energieeffiziente Essenszubereitung und sparsame Geschirrspüler in Pflegeheimen sowie die Modernisierung der Heizungspumpen im Hallenbad Heslach.

### Photovoltaikausbau auf Schulen

Photovoltaik(PV)-Anlagen auf Schulgebäuden tragen nicht nur zur Senkung der Treibhausgasemissionen, der Energiekosten und der Unabhängigkeit von Energieimporten bei. Sie leisten hier auch einen wichtigen Beitrag als gesellschaftliches Vorbild und zur Bildung eines Bewusstseins für erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit bei den zukünftigen Generationen, indem Schülerinnen und Schüler den Betrieb und die Vorteile der Anlagen kennen und verstehen lernen.

Der Bau von PV-Anlagen auf städtischen Schulen begann in den Jahren ab 1998 mit dem Bau erster Pilotanlagen, die überwiegend von Vereinen und privaten Investoren errichtet und als Volleinspeise-Anlagen betrieben wurden. Ab 2010 begann die Landeshauptstadt Stuttgart selbst vermehrt mit dem Bau eigener PV-Anlagen, die ab 2012 zunehmend mit Eigennutzung des Stroms und Überschusseinspeisung betrieben wurden.

In Bild 32 ist die Entwicklung der PV-Anlagenzahl sowie der installierten Leistung auf städtischen Schulen dargestellt (LHS-eigene sowie externe Anlagen). Neben der Steigerung der Anlagenzahl, die zwischenzeitlich (Stand Dez. 2021) bei 82 liegt, stieg auch die mittlere installierte Leistung je Anlage kontinuierlich von anfangs unter 5 kWp je Anlage auf mittlerweile 47 kWp je Anlage. Somit stieg die installierte Leistung auf insgesamt 3,5 MWp an. Von Externen auf Grundlage von Gestattungsverträgen betrieben werden dabei 16 Anlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 0,5 MWp.

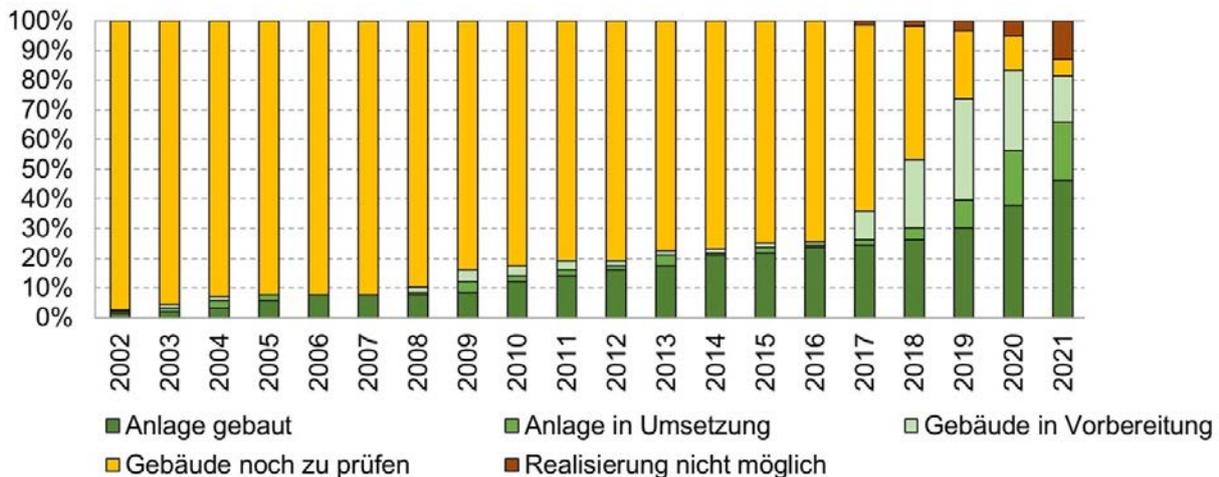


**Bild 32** Entwicklung der Anzahl der PV-Anlagen und der installierten Leistung auf städtischen Schulen

Mit Gemeinderatsbeschluss von 20.12.2019 (GRDRs 975/2019) wurde im Rahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz „Weltklima in Not – Stuttgart handelt“ beschlossen, dass alle städtischen Schulen bis 2025 mit PV-Anlagen ausgestattet werden, wobei Ausnahmen besonders begründungspflichtig sind (z.B. statisch ungeeignet, denkmalfachlich nicht gestattet, dringender Sanierungsbedarf). Dafür wurden 3,0 Stellen sowie Finanzmittel in Höhe von 9,0 Mio. Euro bis 2025 bzw. 1,5 Mio. Euro pro Jahr freigegeben. Die Stellen konnten besetzt und damit auch die verfügbaren Finanzmittel mit PV-Projekten auf Schulen ausgeschöpft werden.

Bild 33 zeigt die Entwicklung des Status der 156 städtischen Schulen mit Blick auf die Eignungsprüfung und Umsetzung von PV-Anlagen. Bei 75 Schulen bzw. 49 % wurde bislang mindestens eine PV-Anlage errichtet (Stand Dezember 2021, die o.g. Zahl von 113 Anlagen ergibt sich durch Installation mehrerer PV-Anlagen auf einigen Schulen). Bei 22 Schulen bzw. 14 % ist keine Umsetzung bis 2025 möglich, z. B. da alle Gebäude dieser Schulen statisch ungeeignet sind oder ein Sanierungsbedarf besteht, aber keine Sanierung bis 2025 erfolgen kann. Diese Schulen müssen nochmals betrachtet werden, um zu prüfen, ob doch noch eine Lösung gefunden werden kann. Andernfalls erfolgt hier die Errichtung von PV-Anlagen in den Jahren nach 2025, u. a. im Zuge von Sanierungen.

An den restlichen 59 Schulen bzw. 37 % befindet sich jeweils mindestens eine PV-Anlage in Umsetzung, d.h. die Anlagen sind in Bau, beauftragt oder in Planung, teilweise im Zuge von Neubau- und Sanierungsvorhaben. Um die Zielsetzung bis Ende 2025 zu erreichen, sind somit in der verbleibenden Zeit davon jährlich 14 PV-Anlagen zu errichten.



**Bild 33** Entwicklung des Status der städtischen Schulen mit Blick auf die Prüfung und Umsetzung von PV-Anlagen

Zur systematischen Prüfung und Umsetzung von PV-Anlagen auf Schulen erfolgte im ersten Schritt eine enge Abstimmung mit dem Schulverwaltungsamt zum baulichen Zustand und zu den Sanierungsplänen bei den Gebäuden sowie die Überprüfung von Verschattung, Dachart und -beschaffenheit anhand von Luftbildern. Dabei wurden alle städtischen Schulgebäude zur Priorisierung und zeitlichen Taktung der PV-Anlagen in folgende Kategorien eingeordnet:

1. Eine PV-Anlage ist bereits vorhanden oder in Umsetzung. Umfasst das Gebäude noch weitere in Frage kommende Dachflächen, so sind diese ebenfalls zu kategorisieren.
2. Es ist eine Gebäudesanierung in Planung oder in Umsetzung, die auch oder nur das Dach betrifft. Im Rahmen der Sanierung wird eine PV-Anlage geplant und realisiert.
3. Es ist aktuell keine Dachsanierung vorgesehen und es sind keine relevanten Gründe gegen eine PV-Anlage bekannt. Im nächsten Schritt wird die Dachstatik und ggf. die denkmalfachliche Eignung überprüft und, sofern möglich, eine PV-Anlage geplant und realisiert.
4. Das Gebäudedach ist aktuell ungeeignet für die Realisierung einer PV-Anlage. Gründe dafür sind z. B. starke Verschattung oder wesentlicher Sanierungsbedarf des Daches, wobei bis 2025 keine Sanierung erfolgen kann.

Im nächsten Schritt wurden für Gebäude in Kategorie 3 die vorliegenden Statikunterlagen in Abstimmung mit dem Hochbauamt geprüft und im Regelfall externe Statikbüros damit beauftragt, die vorhandene Dachlastreserve zu ermitteln. Insgesamt wurden bisher über 150 Statikgutachten für Schulen beauftragt, die in der Regel mehrere Gebäude (z. B. Hauptgebäude, Turnhalle, Mensa, Hausmeisterwohnung) umfassen. Das Ergebnis der Statikuntersuchung beeinflusst maßgeblich, ob und wie die PV-Anlagen weiter geplant werden können. Etwa 50 % der geprüften Dachflächen sind statisch ungeeignet und müssen zurückgestellt werden, bis eine Dachsanierung erfolgt. Bei den geeigneten Dachflächen sind teilweise eine gewichtsreduzierte

Realisierung oder zusätzliche Maßnahmen zur Windsogsicherung erforderlich. Vergleichsweise häufig wird bei den Schulen auch eine gewichtsneutrale Realisierung in Form von PV-Indach-Anlagen notwendig.

Bei denkmalgeschützten Gebäuden erfolgt eine Abstimmung mit der für die Genehmigung zuständigen höheren Denkmalschutzbehörde des Regierungspräsidiums Stuttgart. Hierbei wird einzelfallbezogen entschieden, ob und unter welchen Auflagen die Umsetzung einer PV-Anlage möglich ist. Sofern keine Ablehnung vorliegt, ist bei der Planung in der Regel zu beachten, dass die PV-Anlage sich der eingedeckten Dachfläche unterordnen muss. Das Dach eines Kulturdenkmals darf durch PV-Anlagen nicht fremdartig überformt werden. Deswegen müssen

- die aufgesetzten PV-Module so viel Abstand von den Dachkanten halten, dass das Dach in seiner Kontur noch ablesbar bleibt,
- die PV-Anlagen möglichst in großen zusammenhängenden Flächen angebracht werden,
- die Module und Rahmen der PV-Anlagen farblich zurückhaltend sein und eine matte Oberfläche aufweisen.

Nach Klärung der oben beschriebenen Voraussetzungen wie Verschattung, baulicher Zustand, Sanierungsbedarf, Statik und Denkmalschutz wird ein Vor-Ort-Termin mit Teilnehmenden von der EDS (Energiedienste der Landeshauptstadt Stuttgart GmbH, 100-prozentige Tochter der Stadtwerke Stuttgart), den Handwerksbetrieben, vom Schulverwaltungsamt und vom Amt für Umweltschutz durchgeführt. Dabei erfolgt

- die Begehung der Dachflächen und relevanten Räumlichkeiten wie Zählerraum,
- die Sichtung und Bewertung des baulichen Zustands, von Aufbauten, Blitzschutz, Brandschutz, Netz- und Anlagenschutz, Hausanschluss, Grünpflege, Ausrichtung, Aufstiegszugänglichkeit, Vandalismusgefahr, Absturzsicherung etc.,
- die Festlegung von Kabelwegen, Wechselrichterstandort, Zählerplatz und Einspeisepunkt/Unterverteilung,
- die Bewertung erforderlicher Baumaßnahmen (z. B. Schwanenhals, Zugsicherung Leitungen).

Im Anschluss an jeden Vor-Ort-Termin wird ein einheitliches Fotoprotokoll mit den getroffenen Abstimmungen erstellt und allen Beteiligten zugestellt. Auf Basis des abgestimmten Protokolls wird ein Angebot für die Realisierung einer PV-Anlage bei EDS angefordert.

In Absprache mit dem ausführenden Solarteur und ggf. weiteren Handwerksfirmen erstellt EDS ein Angebot. Das Angebot wird durch das Amt für Umweltschutz geprüft, ggf. erfolgen inhaltliche Korrekturen durch EDS. Im vierten Schritt wird das vom Amt für Umweltschutz freigegebene Angebot durch das Schulverwaltungsamt beauftragt. Zur Finanzierung der Maßnahme wird in der Regel eine Vereinbarung zur Vollfinanzierung über das stadtinterne Contracting auf Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zwischen dem Amt für Umweltschutz und dem Schulverwaltungsamt abgeschlossen.

Anschließend erfolgt die Umsetzungsphase. Dabei ist das Amt für Umweltschutz zuständig für die Durchführungsbegleitung der Baumaßnahmen, die Festlegung des Zählerkonzepts, die Netzanfrage beim Netzbetreiber, die Auswertung der Mitteilung zum Netzverknüpfungspunkt und Bestellung des Einspeisemanagements, die Beauftragung von Zählersetzung bzw. Zählerwechsel, die Anmeldung bei der Bundesnetzagentur und beim Netzbetreiber sowie die Prüfung des Netzeinspeisevertrags. Die Umsetzung der technischen Arbeiten erfolgt unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen, bspw. im EEG, im Brand- und Blitzschutz, Vorgaben der Normen VDE, DIN und EN sowie der regelmäßig fortgeschriebenen internen Haustechnikstandards.

Nach Fertigstellung der Anlage findet ein Abnahmetermin statt, an dem im Regelfall die EDS, das Schulverwaltungsamt, das Amt für Umweltschutz und ein externer Sachverständiger (z.B. Dekra) teilnehmen. Durch den Sachverständigen wird ein Mängelprotokoll geführt. Die EDS überwacht anschließend die Abarbeitung der Mängel mit Setzung von Fristen. Nach erfolgter Mängelbeseitigung erteilt die EDS die Freimeldung mit Fotodokumentation. Die Gebäudenutzer werden in die Anlage eingewiesen. Die mängelfreie Übergabe wird im Übergabeprotokoll dokumentiert. Im anschließenden Regelbetrieb der Anlage durch das Schulverwaltungsamt erfolgt durch das Amt für Umweltschutz die Überwachung des Energieertrags (bei neueren Anlagen über eine Portalanbindung an das System Solar-Log Enerest) mit Mängelbearbeitung (z.B. Erkennung und Behebung von technischen Defekten), die Abrechnungskontrolle und die Erfüllung von Meldepflichten (u. a. steuerliche Behandlung).

Im Folgenden wird beispielhaft auf PV-Anlagen an drei Schulstandorten eingegangen, die im Jahr 2021 errichtet wurden. Bild 34 zeigt ein Luftbild der Martin-Luther-Schule im Stadtbezirk Bad Cannstatt. Nach Errichtung von PV-Anlagen auf der Turnhalle mit 44,8 kWp als Indach-Anlage (rechts im Bild) sowie auf dem Betreuungshaus mit 53,8 kWp (links im Bild) im Jahr 2020, wurde 2021 eine PV-Anlage auf dem Schulgebäude mit 54,3 kWp realisiert. In Summe ist nun eine installierte Leistung von 152,9 kWp installiert.



**Bild 34** Photovoltaikanlagen auf den Gebäuden der Martin-Luther-Grundschule (Stadtwerke Stuttgart)

Auf den Gebäuden der Maria-Montessori-Schule in Hausen, Stadtbezirk Weilimdorf, wurden 2021 zwei neue PV-Anlagen errichtet. Eine auf der Turnhalle mit 99,9 kWp, eine auf dem Schulgebäude mit 31,7 kWp, in Summe 131,6 kWp. Auf Bild 35 zu sehen ist die PV-Anlage auf der Turnhalle während der Bauphase.



**Bild 35** Bau der Photovoltaikanlage auf der Turnhalle der Maria-Montessori-Schule

Auf dem Schulcampus Freiberg wurden PV-Anlagen auf der Kreuzsteinschule mit 99,8 kWp und auf der Sporthalle Freiberg mit 43,3 kWp in 2020 installiert. In 2021 folgten PV-Anlagen auf dem Gebäude Eschbach-Gymnasium und Bertha-von-Suttner-Realschule mit 99,5 kWp sowie auf der Turnhalle der Helene-Fernau-Horn-Schule mit 35,8 kWp. Im Folgejahr kam eine Anlage auf der Mensa des Schulcampus Freiberg mit 25,5 kWp dazu und es befindet sich eine weitere Anlage auf dem Eschbach-Gymnasium mit 99,6 kWp in Umsetzung. In Summe ergibt sich eine installierte Leistung von 403,3 kWp.



**Bild 36** Photovoltaikanlage auf dem Gebäude Eschbach-Gymnasium

### Energieeffiziente Essenszubereitung und sparsame Geschirrspüler in Pflegeheimen

Das Haus Rohrer Höhe ist eine Einrichtung des Eigenbetriebs leben&wohnen und wurde 1998 gebaut. Es bietet 72 betreute Seniorenwohnungen, 16 Tagespflegeplätze und einen ambulanten Pflegedienst. In der Großküche im Haus Rohrer Höhe werden täglich bis zu 1.200 Mahlzeiten zubereitet. Neben den eigenen Bewohnern versorgt das Haus 10 weitere Einrichtungen.

Für den Transport muss das Essen haltbar gemacht werden. Dies erfolgte bisher in einem energieintensiven Verfahren. Dabei wurde das Essen in drei Kochkesseln mit zusammen 150 l Fassungsvermögen gegart. Da 300 l benötigt werden, musste in zwei Vorgängen gegart werden. Dann wurde das Essen maschinell in einem Chiller gekühlt und anschließend vakuumiert. Um das Essen haltbar zu machen, musste es jedoch noch einmal in Konvektomaten erhitzt und letztendlich zur Lagerung und Transport erneut gekühlt werden. In Summe wurden hierfür pro Jahr 120 MWh/a Strom benötigt.

Daher wurde der Kochprozess 2021 optimiert. Im neuen Kochkessel mit einem Fassungsvermögen von 300 l wird das Essen gegart, anschließend direkt in Folien abgefüllt, verschweißt und gekühlt. Bei diesem innovativen Kochprozess ist es nicht nötig, das Essen nochmals zu erhitzen, um es haltbar zu machen. Es werden nun insgesamt nur noch 25 MWh/a Strom pro Jahr benötigt. Dies entspricht einer Ersparnis von 95 MWh bzw. 80 %. Die Investitionskosten in Höhe von 170.000 Euro amortisieren sich bei einer jährlichen Stromkosteneinsparung von 22.000 Euro (gerechnet mit einem Strompreis von 23 ct/kWh) innerhalb von 8 Jahren bei einer technischen Nutzungsdauer von 10 Jahren. Rechnet man mit den derzeit stark gestiegenen Strompreisen von 30-40 ct/kWh, amortisiert sich die Investition bereits deutlich früher. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung liegt bei 656 kg CO<sub>2</sub>/a. Die Maßnahme wurde durch das stadtinterne Contracting des Amtes für Umweltschutz vollfinanziert.

Das benutzte Geschirr wird nach den Mahlzeiten in den jeweiligen Pflegeeinrichtungen gespült. Auch hier lohnt sich die Investition in neue Technik. Die bisherigen Spülmaschinen sind oft überdimensioniert. Neuere Modelle verbrauchen weniger Strom, Wasser und Reinigungsmittel. Die Investition rechnet sich daher schon nach wenigen Jahren. Im Generationenhaus Heslach in Stuttgart-Süd und im Willy-Körner-Haus im Generationenzentrum Kornhasen in Stuttgart-Wangen wurden die Spülmaschinen bereits getauscht (Bild 37). Weitere Pflegeheime sollen in den kommenden Jahren folgen.



**Bild 37** Neue Geschirrspülmaschine im Willy-Körner-Haus

Die ersten Erfahrungen des Küchenpersonals sind durchweg positiv. Die neuen Maschinen seien einfach zu bedienen und wenig störanfällig. „Eine deutliche Verbesserung!“ sagen die Mitarbeiterinnen im Willy-Körner-Haus. Auch die Einsparungen sprechen für sich: Die neue Maschine verbraucht 310 m<sup>3</sup> bzw. 70 % weniger Wasser, 400 kg bzw. 70 % weniger Reinigungsmittel und dank Abluftwärmerückgewinnung benötigt sie 41.000 kWh bzw. 90 % weniger Strom als das Vorgängermodell.

Die Investitionskosten von 27.000 Euro amortisieren sich bei einer jährlichen Kosteneinsparung von 16.000 Euro (gerechnet mit einem Strompreis von 24 ct/kWh) innerhalb von 2 Jahren bei einer technischen Nutzungsdauer von 10 Jahren (Bild 38). Die CO<sub>2</sub>-Einsparung liegt bei 280 kg CO<sub>2</sub>/a. Die Maßnahme wurde durch das stadtinterne Contracting des Amts für Umweltschutz vollfinanziert.

Strompreis brutto	0,24	€/kWh	
Kosten Kaltwasser	4,23	€/m³	
Abwasserpreis	1,69	€/m³	
<b>Verbrauchsdaten der aktuellen, alten Maschine</b>			
	[m³/Jahr]		[€/Jahr]
Wasserverbrauch	434		1.838,31 €
Abwasser	434		733,64 €
Kosten für Ab-/Wasser			<b>2.571,95 €</b>
	[kWh el./Jahr]		[€/Jahr]
Stromverbrauch	45.214		10.978,05 €
Kosten für Strom			<b>10.978,05 €</b>
	[kg/Jahr]		
Reiniger und Klarspüler	1.425		5.699,84 € <i>Angaben nach Hersteller</i>
Kosten für Chemie			<b>5.699,84 €</b>
<b>Geplante neue Maschine</b>			
	[m³/Jahr]		[€/Jahr]
Wasserverbrauch	121		511,92 €
Abwasser	121		204,30 €
Kosten für Warm- und Kaltwasser			<b>716,23 €</b>
	[kWh el./Jahr]		[€/Jahr]
Stromverbrauch	3.873		940,35 €
Kosten für Strom			<b>940,35 €</b>
	[kg/Jahr]		
Reiniger und Klarspüler	396		1.583,57 € <i>Angaben nach Hersteller</i>
Kosten für Chemie			<b>1.583,57 €</b>
Stromeinsparung (kWh/a)	41.341	Stromkosteneinsparung (€/a)	10.056,13 € <i>10.037,70 € Anteil Stromkosten 18,43 € Anteil CO<sub>2</sub> Preis (65 €/Tonne)</i>
CO <sub>2</sub> -Einsparung (kg/a)	284		
Wassereinsparung (m³/Jahr)	313	Wasserkosteneinsparung (€/a)	1.855,73 €
Einsparung Chemie (kg/Jahr)	396	Kosteneinsparung für Chemie	4.116,27 €
<b>Kosteneinsparung gesamt</b>			<b>16.028,12 €</b>
Investkosten (€)	26.580		
Nutzungsdauer (a)	10		
stat. Kapitalrückflusszeit (a)	2		
Energiesparfaktor	603%		

**Bild 38** Wirtschaftlichkeitsberechnung neue Spülmaschine im Willy-Körner-Haus

### Modernisierung der Heizungspumpen im Hallenbad Heselach

Das Hallenbad Heselach in Stuttgart-Süd wurde 1929 im Stil der neuen Sachlichkeit errichtet und ist ein Kulturdenkmal. Im Jahr 2021 war es aufgrund einer umfassenden Sanierung teilweise geschlossen. Im Rahmen der bis 2023 durchgeführten Sanierung ist die Sanierung der Bogenbinder, eine Erneuerung der Fenster im Schwimmhallenbereich, des Akustikputzes der Schwimmhalle, des Fliesenbelags der Beckenumgänge und des Sprungbeckens sowie der Elektrolyse vorgesehen. Zudem wird die bestehende Beleuchtung durch effiziente und bedarfsgerechte LED-Technik ersetzt.

Die Schließung wurde weiterhin genutzt, um auch die bestehenden Heizungspumpen gegen moderne Hocheffizienzpumpen auszutauschen (Bild 39 und Bild 40). Ein Austausch während des Betriebs des nahezu ganzjährig geöffneten Bads wäre nicht möglich.

Der Stromverbrauch der Heizungs- und Badewasserpumpen hat einen wesentlichen Anteil am Gesamtstromverbrauch des Hallenbads. Die Badewasserpumpen, die das Badewasser im Wasserkreislauf durch die Badewassertechnik befördern, wurden bereits im Jahr 2018 durch Hocheffizienzpumpen ersetzt. Um das Ziel der Klimaneutralität bis 2030 zu erreichen, sind diese Sanierungen ein wichtiger Schritt, um den Verbrauch im Hallenbad zu reduzieren.

Die bestehenden 21 Pumpen der Verteilung von Heizwärme haben eine Leistung in Höhe von insgesamt 9,74 kW. Die neuen Hocheffizienzpumpen haben mit insgesamt 5,35 kW eine um 45 % geringere Leistung.

Neben der Reduzierung der installierten Leistung ist für technische Sanierungsmaßnahmen jedoch auch stets eine Optimierung des Betriebsverhaltens mit dem Ziel einer Reduzierung der Betriebszeiten von zentraler Bedeutung. Aufgrund der elektronischen Regelung und einer kontinuierlichen Anpassung des Volumenstroms der Pumpe an den tatsächlichen Bedarf kann zusätzlich eine Einsparung erzielt werden. Bisher benötigten die Pumpen ca. 33.000 kWh/a. Zukünftig kann der Verbrauch auf ca. 10.600 kWh/a reduziert werden. Dies entspricht einer Verbrauchsreduzierung von 22.400 kWh/a bzw. 68 %.

Zum Vergleich dazu konnte im Jahr 2018 durch den Austausch der Badewasserumwälzpumpen eine Einsparung von ca. 110.000 kWh/a erzielt werden.

Die Kosten des Austauschs der Heizungspumpen betragen ca. 45.000 Euro. Das Amt für Umweltschutz stellt für diese Maßnahme vollumfänglich Contracting-Mittel bereit. Zusätzlich konnten für die Maßnahme Fördermittel in Höhe von ca. 8.000 Euro über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) beantragt werden. Die Amortisationszeit beträgt 8,8 Jahre bei einer jährlichen Energiekosteneinsparung von ca. 5.000 Euro/a. Unter Berücksichtigung der Förderung beträgt die statische Amortisationszeit 7,3 Jahre bei einer technischen Nutzungsdauer von 15 Jahren.



**Bild 39** Ungeregelte Bestandspumpe (Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart)



**Bild 40** Hocheffizienzpumpe (Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart)

### 3.4 Energiedienst Wasser

In 2021 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 2021 bei den Anlagen des Eigenbetriebs Stuttgarter Bäder, des Schulverwaltungsamts und des Garten-, Friedhofs- und Forstamts.

Tabelle 18 zeigt die Aufteilung der im Energiedienst Wasser betreuten Anlagen nach prozentualen Einsparergebnissen und das absolute Gesamtergebnis.

ENERGIEDIENST WASSER	Jahr 2020		Jahr 2021	
	ANZAHL	%	ANZAHL	%
Anzahl der betreuten Anlagen	25	100,0	25	100,0
Wasserverbrauchseinsparung [m³]	62.513	25,2 %	61.819	37,5 %
Kosteneinsparung [€]	250.941		253.158	

**Tabelle 18** Ergebnisse Energiedienst Wasser der Jahre 2019 und 2020

Bedingt durch die Corona-Pandemie und den dadurch reduzierten Wasserverbrauch reduzierte sich auch 2021 die absolute Wassereinsparung. Bei acht Anlagen war im Jahr 2021 keine Reduzierung des Wasserverbrauchs möglich, wogegen bei vier Einrichtungen über 40 % Wasser eingespart wurde. Die gesamte Einsparung reduzierte sich 2021 gegenüber dem Vorjahr minimal um 62.513 m³ auf 61.819 m³. Die Kosteneinsparung mit dem Energiedienst Wasser lag 2021 bei 253.158 Euro/a.

In Tabelle 19 ist die Verteilung der Anlagen auf die einzelnen Ämter und Eigenbetriebe wiedergegeben.

GEBÄUDE- NUTZENDES AMT	ANZAHL DER BETREUTEN LIEGEN- SCHAFTEN 2020/2021	EINSPARUNG 2020			EINSPARUNG 2021		
		Wasser m³/a	Wasser %	Kosten €/a	Wasser m³/a	Wasser %	Kosten €/a
Schulverwaltungsamt	6 / 6	574	4,6	2.495	4.826	38,6	21368
Kulturamt	1 / 1	1	0,1	4	0	0,0	0
Jugendamt	1 / 1	0	0,0	0	0	0,0	0
Amt für Sport und Bewegung	2 / 2	3.070	23,1	9.647	6.936	52,2	22.492
Behandlungszentrum Mitte	1 / 1	513	10,8	2.309	508	58,4	3.011
Garten-, Friedhofs- und Forstamt	3 / 3	18.141	25,1	68.269	9.381	52,4	34.078
Stuttgarter Bäder	9 / 9	32.612	27,7	136.060	32.061	10,7	137.182
Eigenb. Leben und Wohnen	1 / 1	7.602	49,1	32.157	8.108	33,7	35.027
Veranstaltungsgesellschaft Stuttgart	1 / 1	0	0,0	0	0	0,0	0
GESAMT	25 / 25	62.513	25,2	250.941	61.819	37,5	253.158

**Tabelle 19** Energiedienst Wasser – Zusammenstellung nach Ämtern und Eigenbetrieben

### 3.5 Tarifwesen und Energiebeschaffung

Der Heizölverbrauch der Stadt Stuttgart einschließlich der Eigenbetriebe belief sich 2021 auf 997.521 Liter. Der gesunkene Verbrauch im Vergleich zu 2020 beträgt 256.456 Liter Heizöl (20,5 %). Durch den um 39,4 % gestiegenen Preis und den gesunkenen Verbrauch beliefen sich die Gesamtkosten für Heizöl 2021 auf 660.805 Euro und damit 15,9% mehr als 2020.

Der Verbrauch von Erdgas erhöhte sich um 15,6 % auf 184.801 MWh. Mit dem um 8,3 % gestiegenen Preis beim Erdgas erhöhten sich die Verbrauchskosten um 25,2 %.

Bei einem Verbrauch von 83.696 MWh Fernwärme und Kosten von 7,7 Mio. Euro ergibt sich für 2021 ein Preis von 92,92 Euro/MWh; dies ist eine Reduzierung um 16,3 % gegenüber dem Vorjahr.

Im Jahr 2021 benötigten die mit Flüssiggas betriebenen Anlagen 482.000 kWh, dies entspricht einer Verbrauchssteigerung von 114,9 % gegenüber dem Vorjahr. Der Flüssiggaspreis erhöhte sich 2021 um 26,4 % und mit dem erhöhten Verbrauch erhöhten sich die Kosten um 171,6 %. Die Biomasseanlagen lieferten 2021 mit 8.308 MWh 69 % mehr Energie als im Vorjahr. Durch das Garten-, Friedhofs- und Forstamt wurden im Jahr 2021 insgesamt 8.816 m<sup>3</sup> Holzhackschnitzel für die Befuerung stadteigener Anlagen zur Verfügung gestellt. Der Brennstoff für Pelletanlagen kann nicht selbst erzeugt werden und wird extern beschafft.

Der Strombezug in 2021 lag mit einem Mehrverbrauch von 6.790 MWh/a um 4,1 % höher als im Vorjahr. Die Stromverbrauchskosten erhöhten sich um 15,9 %.

#### Europaweite Strom- und Gasausschreibung

Die seit 2018 zunächst für 3 Jahre laufenden Energielieferverträge Strom und Gas für die städtischen Liegenschaften mit den Firmen Stadtwerke Stuttgart Vertriebsgesellschaft mbH, Lichtblick SE, MITGAS Mitteldeutsche Gasversorgung GmbH und Thüringen Energie GmbH wurden um ein Jahr bis zum 31.12.2021 verlängert (GRDRs 131/2020). Vertraglich wäre eine Verlängerung um ein weiteres Jahr möglich gewesen. Da jedoch die Erdgas-Lieferverträge von Seiten der Lieferanten gekündigt wurden, wurden nach Beschluss des Ausschusses für Klima und Umwelt am 04.12.2020 (GRDRs 990/2020) alle Energielieferverträge Strom und Gas zum 31.12.2021 gekündigt und eine europaweite Ausschreibung für den Strom- und Gasbedarf der Landeshauptstadt Stuttgart durchgeführt.

Die Ausschreibung erfolgte wie in der Vergangenheit neben den städtischen Ämtern und Eigenbetrieben auch im Namen der Gesellschaften Klinikum der Landeshauptstadt Stuttgart gKAÖR, in.Stuttgart Veranstaltungsgesellschaft mbH & Co. KG, Märkte Stuttgart GmbH und Stuttgarter Jugendhaus gGmbH. Für die Ausschreibungsbegleitung wurde nach Verhandlungsvergabe die Firma switch.on energy + engineering GmbH in Kooperation mit der Kanzlei iuscomm Rechtsanwälte – Schenek und Zimmermann Partnerschaftsgesellschaft mbB ausgewählt.

Der Wert der zu vergebenden Leistungen wurde auf Basis einer dreijährigen Vertragslaufzeit inkl. zwei weiteren optionalen Jahren auf insgesamt 54 Mio. Euro netto kalkuliert. Darin nicht enthalten sind die unbeflussbaren zusätzlichen Preiskomponenten (Steuern, Umlagen, Netznutzung etc.) in Höhe von ca. 143,5 Mio. Euro (netto). Da der geschätzte Auftragswert den EU-Schwellenwert für Liefer- und Dienstleistungsaufträge übersteigt, war das Verfahren nach EU-Vergaberecht abzuwickeln. Als Verfahrensart wurde gemäß § 14 Abs. 2 VgV das nichtoffene Verfahren gewählt.

Wichtige Aspekte des Ausschreibungsverfahrens waren Umfang und Qualität der Lieferung aus erneuerbaren Energiequellen. Beim Strombezug wurde dabei wie in den Vorjahren ein Ökostrom-Anteil von 100 % ausgeschrieben, wobei folgende Qualitätskriterien eingefordert wurden. Bei der Neuanlagenquote wurde dabei eine deutlich anspruchsvollere Voraussetzung als bei vergangenen Ausschreibungen gewählt.

- Der zu liefernde Ökostrom muss nachweislich in Anlagen erzeugt werden, die ausschließlich erneuerbare Energiequellen nutzen.
- Die Herkunft des gelieferten Stroms muss auf eindeutig beschriebene und identifizierbare Quellen zurückführbar sein.
- Mindestens 50 % des während eines Kalenderjahrs gelieferten Stroms müssen aus Neuanlagen stammen, die zum Beginn des jeweiligen Kalenderjahrs, in dem Strom geliefert wird, nicht älter als 6 Jahre sind. Mindestens weitere 30 % des Stroms müssen aus Bestandsanlagen stammen, die zu Beginn des Kalenderjahrs, in dem der Strom geliefert wird, nicht älter als 12 Jahre sind.

Der Anteil biogenen Gasbezugs lag bislang bei ca. 4,5 % (10 % bei den lastganggemessenen, 0 % bei den nach Standardlastprofil abgerechneten Abnahmestellen) und sollte erheblich erhöht werden. Da eine Unsicherheit bezüglich der Marktverfügbarkeit und Kosten für biogenes Gas bestand, wurden im Ausschreibungsverfahren die Preise für anzubietenden Anteile von 0 %, 10 %, 25 % und 35 % an biogenem Gas abgefragt. Dabei wurden folgende Qualitätskriterien gefordert:

- Die Treibhausgasemissionen des bezogenen biogenen Gases werden auf maximal 80 g CO<sub>2</sub>eq/kWh(H<sub>i</sub>) festgesetzt.
- Um die Gewinnung von biogenem Gas aus Massentierhaltung zu vermeiden, wurde biogenes Gas, welches aus Gülle (Einsatzstoffvergütungskategorie 2a gemäß Prüfkriterium Nr. 30, dena Biogasregister) gewonnen wird, ausgeschlossen.
- Weiterhin wurden in Konkurrenz zu Futter- und Nahrungsmittel stehende Pflanzenbestandteile (Mais, Holz, Getreide) ausgeschlossen (Einsatzstoffvergütungskategorie 1 gemäß Anlage 2 BiomasseV 2012).
- Die Anforderungen des Gesetzes zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) vom 08. August 2020 sowie des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes Baden-Württemberg vom 17.03.2015 (EWärmeG BW) sind einzuhalten.
- Physische Beimischung des biogenen Gases.

Die Bekanntmachung des Teilnahmewettbewerbs erfolgte am 14.03.2021 im Amtsblatt der Europäischen Union. Außerdem wurde das Verfahren im Amtsblatt der Landeshauptstadt Stuttgart sowie auf [www.stuttgart.de](http://www.stuttgart.de) und auf [www.bund.de](http://www.bund.de) publiziert. Nach Prüfung der Teilnahmeanträge wurden die zum weiteren Verfahren zugelassenen Bewerber am 23.04.2021 dazu aufgefordert, bis 19.05.2021 ein Angebot einzureichen, die anschließend geprüft wurden. Mit Beschluss von 01.07.2021 entschied der Gemeinderat (GRDrs 474/2021 in Kombination mit Antrag 218/2021 der Bündnis 90/Die Grünen-Gemeinderatsfraktion):

- im Strombereich die Verträge für Los 1 (Mittel- und Niederspannung mit Leistungsmessung), Los 2 (Niederspannung ohne Leistungsmessung) und Los 3 (Straßenbeleuchtungs-Abnahmestellen) an die Stadtwerke Stuttgart Vertriebsgesellschaft mbH zu vergeben
- im Gasbereich die Verträge für Los 1 (Abnahmestellen mit registrierter Leistungsmessung) und Los 2 (Abnahmestellen ohne registrierte Leistungsmessung) an die Stadtwerke Stuttgart Vertriebsgesellschaft mbH zu vergeben
- den biogenen Gasanteil in beiden Losen auf 35 % festzulegen.

Bei beiden Ausschreibungen für Strom und Gas handelte es sich um eine börsenorientierte Ausschreibung, d.h. der Energielieferpreis ist abhängig von der Preisnotierung an der Börse zu einem festgelegten Stichtag. Die Beschaffungspreise werden in einer strukturierten Beschaffung fixiert und ändern sich entsprechend der Marktsituation. Aufgrund des außergewöhnlich hohen Preisanstiegs an den Energiemärkten ab dem zweiten Halbjahr 2021, die wie mittlerweile bekannt ist, im Zusammenhang mit dem russischen Angriffskrieg

auf die Ukraine ab 24.02.2022 stehen, erfolgte aus Gründen der Risikostreuung eine breite zeitliche Verteilung der Beschaffung, die dadurch erst in den Folgejahren abgeschlossen wurde. Die Darstellung der finanziellen Ergebnisse erfolgt daher in den folgenden Berichten.

Mit der Entscheidung für einen Anteil biogener Gase von 35 % kann eine sehr hohe Treibhausgasmenge von jährlich ca. 17.000 t CO<sub>2</sub>/a eingespart und die Abhängigkeit vom Bezug aus fossilen Erdgasquellen reduziert werden. Den hierfür anfallenden Mehrkosten in Höhe von ca. 1,4 Mio. Euro/a (einschließlich einer Einsparung von ca. 750.000 Euro/a nach Brennstoff-Emissions-Handels-Gesetz) stehen abziehende stadtinternen CO<sub>2</sub>-Kosten von im Mittel 1,6 Mio. Euro/a gegenüber (aufgrund einer jährlichen Dynamik von 15 Euro/t CO<sub>2</sub> erhöht sich dieser von 80 Euro/t CO<sub>2</sub> in 2022 über 95 Euro/t CO<sub>2</sub> in 2023 auf 110 Euro/t CO<sub>2</sub> in 2024. Es handelt sich somit unter Berücksichtigung des stadtinternen CO<sub>2</sub>-Preises um eine wirtschaftliche Maßnahme.

### 3.6 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 20 ist das Ergebnis des Wärmepreisvergleichs für 2021 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

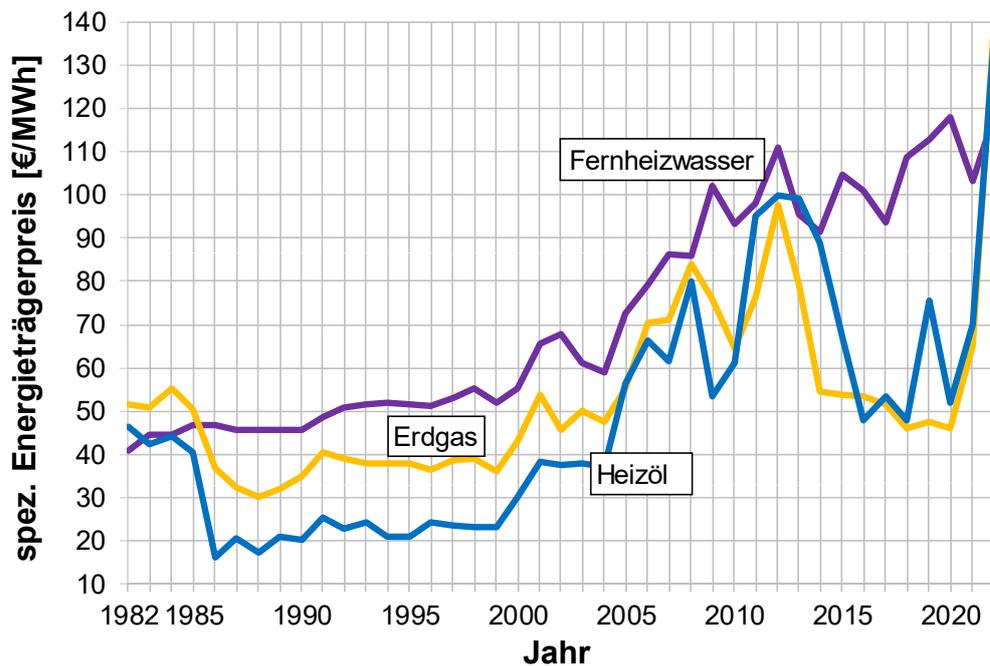
PREISSTAND 01.04.2022		FERNHEIZ- WASSER	ERD- GAS	FLÜSSIG- GAS	HEIZ- STROM	HEIZÖL
TARIF		FNMP_90K	Pofi Fix Midi	Tankzug	SBJGOVWHE	(4)
EINHEIT	E	MWh	MWh(Hs)	100 kg	MWh	100 l
HEIZWERT	MWh/E	1,000	0,903	1,357	1,000	1,000
NUTZUNGSGRAD (2)	%	98	88	88	94	86
ENERGIEPREIS	€/E	115,71	129,79	203,60	306,48	137,50
SPEZ.EN.PRS (3)	€/MWh	115,71	143,73	150,04	306,48	137,50
WÄRMEPREIS	€/MWh	118,07	163,33	170,50	326,04	159,88
PROZ.VERGLEICH	%	100,0	138,3	144,4	276,1	135,4
(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 20** Stuttgarter Wärmepreisvergleich 2022 (Preisstand 1. April 2022)

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) mit Schwankungen bis 2022 fort.

Bei Fernwärme glichen die Preiserhöhungen bis 2007 den Preisrückgang der Jahre 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 und ab 2018 erhöhte sich der Preis kontinuierlich. Bezogen auf 2004 erhöhte er sich insgesamt um ca. 100 %. 2020 erreicht der Fernwärmepreis den bisher höchsten Wert ein, worauf er 2021 abfiel, diese Reduzierung wurde durch den Anstieg 2022 ausgeglichen.

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. 2019 erhöhte sich der Preis kurzfristig. 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 Preis ungefähr gleich. Der Erdgaspreis erhöhte sich 2019 minimal, der Ölpreis erhöhte sich stark. 2020 sind die beiden Energiearten auf dem gleichen Niveau. 2021 stieg der Erdölpreis stärker als der Gaspreis. Verursacht durch den Krieg erhöhten sie 2022 die Preise für Heizöl und Erdgas um 140% bzw. 150%. Dies waren seit 1982 die höchsten Steigerungen.



**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. 2022 haben sich von den 34 angeschriebenen Städten 24 beteiligt.

In Tabelle 21 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 2019 bis 2022. Als Energiepreise liegen die Strom-, Erdgas-, Fernwärme-, Heizöl-, Pellets-, und Hackschnitzelpreise vor. Zudem sind die Wasser-, Frischwasser- und Abwasserpreise 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 m<sup>2</sup> Nutzfläche, einem Heizkennwert von 150 kWh/m<sup>2</sup>a und 1.500 Vollbenutzungsstunden sowie einem Stromkennwert von 20 kWh/m<sup>2</sup>a mit 1.400 Vollbenutzungsstunden. Seit dem Jahr 2007 werden auch die Preise für Holzpellets und Holz hackschnitzel abgefragt, da die regenerativen Energien an Bedeutung zunehmen. In den Kosten sind sämtliche Steuern und Abgaben enthalten.

Ab 2022 stieg der Preis im Vergleich zum Vorjahr aufgrund des Krieges in der Ukraine stark an.

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. 2022 stieg der Strompreis in Stuttgart sehr stark an und lag über 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 erhöhte sich der Ölpreis. 2018 und 2019 ist Öl teurer als Erdgas, 2020 sind die beiden Preise wieder annähernd konstant. Ab 2021 ist Öl teurer als Erdgas, im Jahr 2022 ist Öl deutlich stärker gestiegen als Gas. Öl reagiert deutlich schneller auf Schwankungen auf den Energiemärkten als Gas, da der Ölpreis wöchentlich abgefragt wird, Ausschreibungen für Gas laufen über Jahre.

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, 2019 und 2021 ist der mittlere Gaspreis geringer als der mittlere Ölpreis. 2022 erreicht die Differenz ihren Höchstwert, verursacht durch die starke Erhöhung des Ölpreises

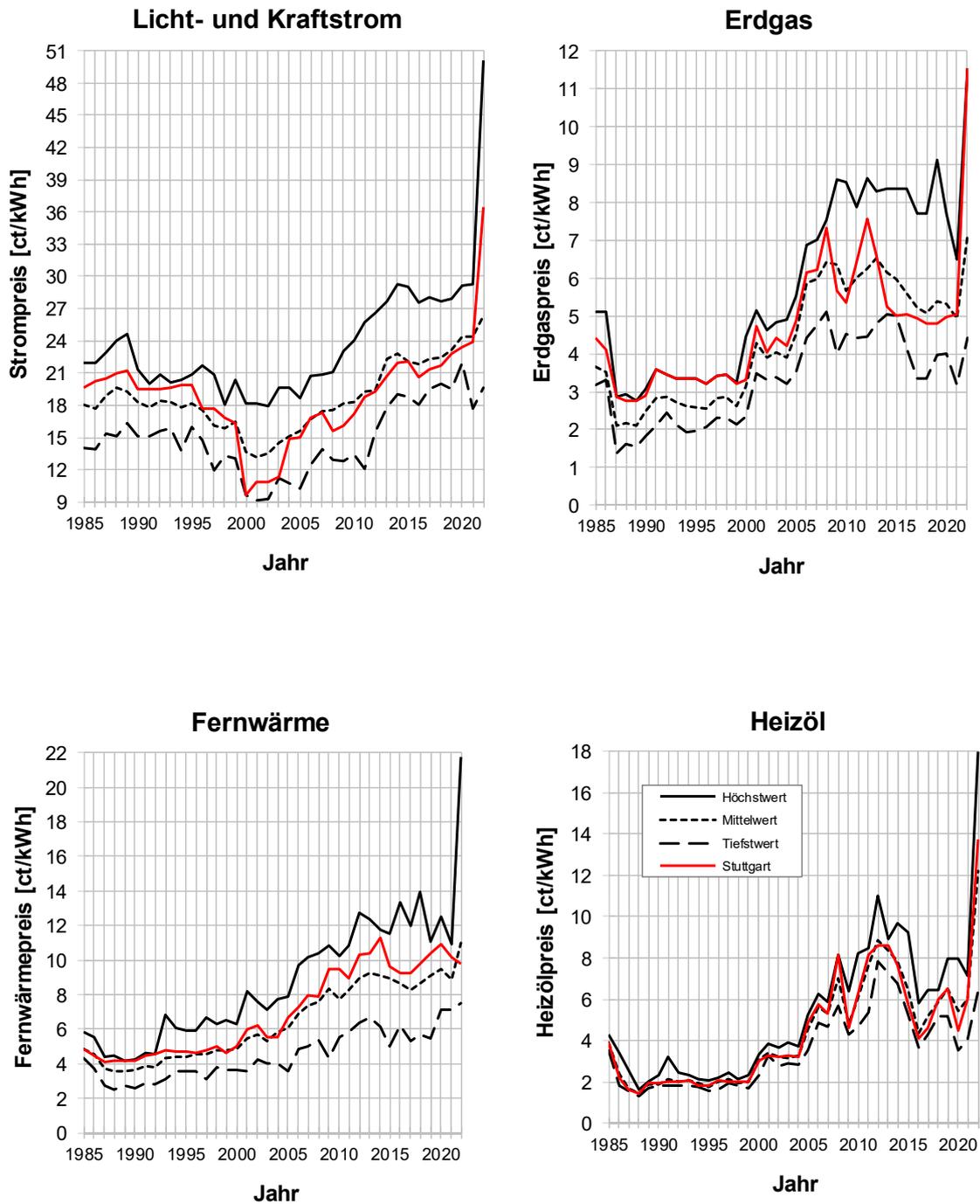
Der mittlere Fernwärmepreis erhöhte sich in den Jahren 2004 bis 2013 – mit Ausnahme des Jahres 2010 – kontinuierlich, reduzierte sich aber 2014 bis 2017. 2018 bis 2020 erhöhte er sich und reduzierte sich 2021 auf 8,89 ct/kWh. 2022 stieg er auf 10,99 ct/kWh an. Der Fernwärmepreis unterliegt keinen so hohen Schwankungen wie der Heizölpreis, da aufgrund der jeweiligen Erzeugung die Preisentwicklung von mehreren Energieträgern abhängt.

Der mittlere Pelletpreis reduzierte sich 2022 auf 5,84 ct/kWh.

Der durchschnittliche Holzhackschnitzelpreis beträgt in den letzten Jahren ca. 3,6 bis 3,9 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.

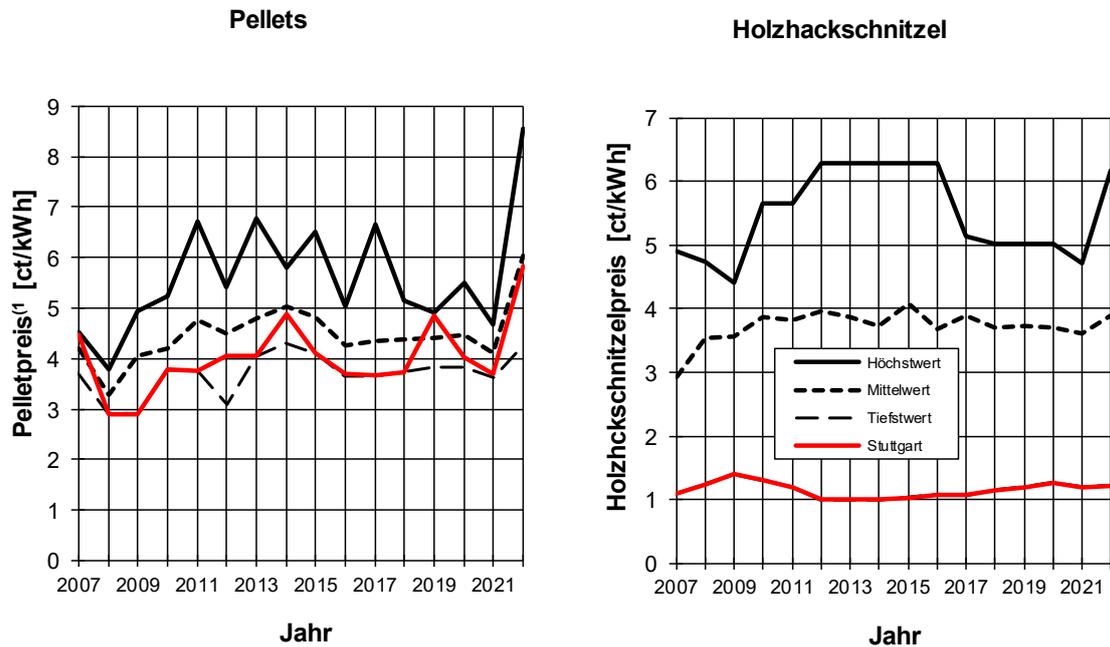
JAHRESENTWICKLUNG		2019	2020			2021			2022		
		Preis ct/kWh	Preis ct/kWh	Veränd. z. Vorj.	Diff. z. Mittelwert	Preis ct/kWh	Veränd. z. Vorj.	Diff. z. Mittelwert	Preis ct/kWh	Veränd. z. Vorj.	Diff. z. Mittelwert
<b>Strom</b>	Höchstwert	27,87	29,18	4,7 %	19,5 %	29,29	0,4 %	19,9 %	50,06	70,9 %	90,3 %
	Tiefstwert	19,50	21,86	12,1 %	-10,5 %	17,17	-21,5 %	-29,7 %	19,67	14,6 %	-25,2 %
	Mittelwert	23,15	24,42	5,5 %		24,42	0,0 %		26,31	7,7 %	
	Stuttgart	22,85	23,43	2,5 %	-4,1 %	23,92	2,1 %	-2,0 %	36,46	52,4 %	38,6 %
<b>Erdgas</b>	Höchstwert	9,13	7,70	-15,7 %	45,0 %	6,50	-15,6 %	31,3 %	11,54	77,5 %	62,1 %
	Tiefstwert	3,98	4,00	0,5 %	-24,7 %	3,16	-21,0 %	-36,2 %	4,41	39,6 %	-38,1 %
	Mittelwert	5,38	5,31	-1,3 %		4,95	-6,8 %		7,12	43,8 %	
	Stuttgart	4,94	4,98	0,8 %	-6,2 %	5,06	1,6 %	2,2 %	11,54	128,1 %	62,1 %
<b>Fernwärme</b>	Höchstwert	11,10	12,52	12,8 %	31,9 %	10,93	-12,7 %	22,9 %	21,75	99,0 %	97,9 %
	Tiefstwert	5,44	7,15	31,4 %	-24,7 %	7,09	-0,8 %	-20,2 %	7,52	6,1 %	-31,6 %
	Mittelwert	9,11	9,49	4,2 %		8,89	-6,3 %		10,99	23,6 %	
	Stuttgart	10,39	10,90	4,9 %	14,9 %	10,16	-6,8 %	14,3 %	9,81	-3,4 %	-10,7 %
<b>Heizöl</b>	Höchstwert	7,97	7,95	-0,3 %	46,4 %	7,14	-10,2 %	19,4 %	18,00	152,1 %	47,1 %
	Tiefstwert	5,19	3,54	-31,8 %	-34,8 %	4,06	14,7 %	-32,1 %	6,37	56,9 %	-48,0 %
	Mittelwert	6,48	5,43	-16,2 %		5,98	10,1 %		12,24	104,7 %	
	Stuttgart	6,51	4,46	-31,5 %	-17,9 %	6,01	34,8 %	0,5 %	13,75	128,8 %	12,3 %
<b>Pellets</b>	Höchstwert	4,92	5,50	11,8 %	23,3 %	4,69	-14,7 %	14,1 %	8,55	82,3 %	43,9 %
	Tiefstwert	3,83	3,83	0,0 %	-14,1 %	3,61	-5,7 %	-12,2 %	4,28	18,6 %	-27,9 %
	Mittelwert	4,41	4,46	1,1 %		4,11	-7,8 %		5,94	44,5 %	
	Stuttgart	4,82	4,03	-16,4 %	-9,6 %	3,70	-8,2 %	-10,0 %	6,05	63,5 %	1,9 %
<b>Hackschnitzel</b>	Höchstwert	5,03	5,03	0,0 %	35,6 %	4,72	-6,2 %	30,4 %	6,17	30,7 %	58,6 %
	Tiefstwert	1,20	1,27	5,8 %	-65,8 %	1,20	-5,5 %	-66,9 %	1,22	1,7 %	-68,6 %
	Mittelwert	3,74	3,71	-0,8 %		3,62	-2,4 %		3,89	7,5 %	
	Stuttgart	1,20	1,27	5,8 %	-65,8 %	1,20	-5,5 %	-66,9 %	1,22	1,7 %	-68,6 %
		€/m³	€/m³			€/m³			€/m³		
<b>Wasser</b>	Höchstwert	7,41	7,46	0,7 %	32,0 %	7,72	3,5 %	37,9 %	7,91	2,5 %	34,3 %
	Tiefstwert	3,61	3,61	0,0 %	-36,1 %	3,61	0,0 %	-35,5 %	3,60	-0,3 %	-38,9 %
	Mittelwert	5,36	5,65	5,4 %		5,60	-0,9 %		5,89	5,2 %	
	Stuttgart	5,93	6,10	2,9 %	8,0 %	6,15	0,8 %	9,8 %	6,10	-0,8 %	3,6 %
<b>Frischwasser</b>	Höchstwert	3,74	4,17	11,5 %	76,7 %	4,38	5,0 %	85,6 %	4,38	0,0 %	78,8 %
	Tiefstwert	1,53	1,71	11,8 %	-27,5 %	1,77	3,5 %	-25,0 %	1,77	0,0 %	-25,1 %
	Mittelwert	2,21	2,36	6,8 %		2,36	0,0 %		2,45	3,8 %	
	Stuttgart	2,87	2,95	2,8 %	25,0 %	3,00	1,7 %	27,1 %	3,04	1,3 %	24,1 %
<b>Abwasser</b>	Höchstwert	5,17	5,36	3,7 %	58,1 %	5,37	0,2 %	66,3 %	5,97	11,2 %	66,0 %
	Tiefstwert	1,61	1,61	0,0 %	-52,5 %	1,61	0,0 %	-50,2 %	1,35	-16,1 %	-60,8 %
	Mittelwert	3,14	3,39	8,0 %		3,23	-4,7 %		3,44	6,5 %	
	Stuttgart	3,06	3,15	2,9 %	-7,1 %	3,15	0,0 %	-2,5 %	3,06	-2,9 %	-11,0 %
<b>Bruttopreise ermittelt an der Abnahmestruktur eines Referenzgebäudes</b>											
<b>Heizenergie: 1.050.000 kWh/a und 700 kW</b>											
<b>Strom: 140.000 kWh/a und 100 kW</b>											
<b>Wasser: 500 m³/a und 1000 m² versiegelte Fläche</b>											

Tabelle 21 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

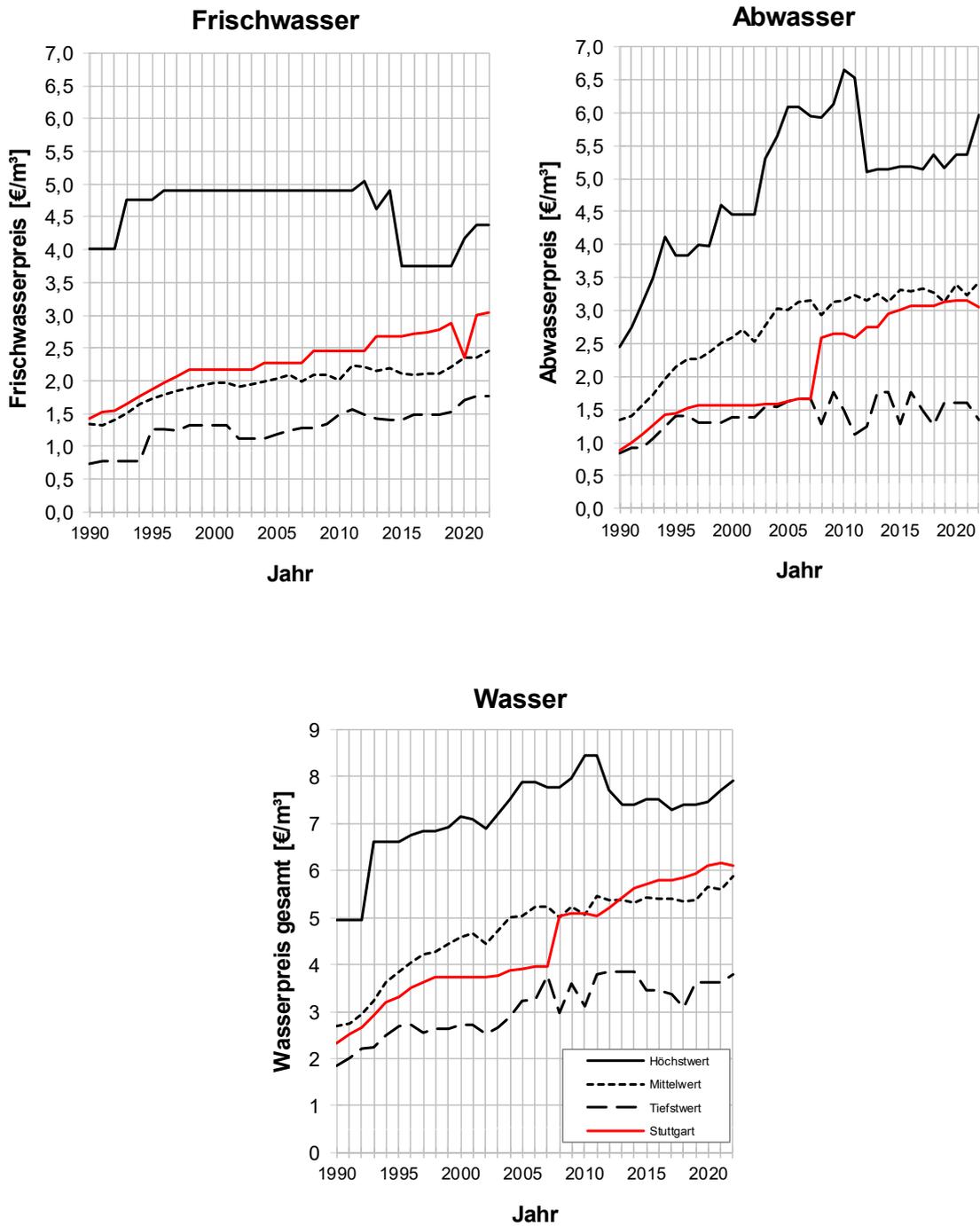
**Bild 42** Kommunaler Energiepreisvergleich für Licht- /Kraftstrom, Erdgas, Fernwärme und Heizöl



1) Pellets in Preisen zu 15 t

**Bild 43** Kommunalen Energiepreisvergleich für Pellet und Hackschnittel

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.

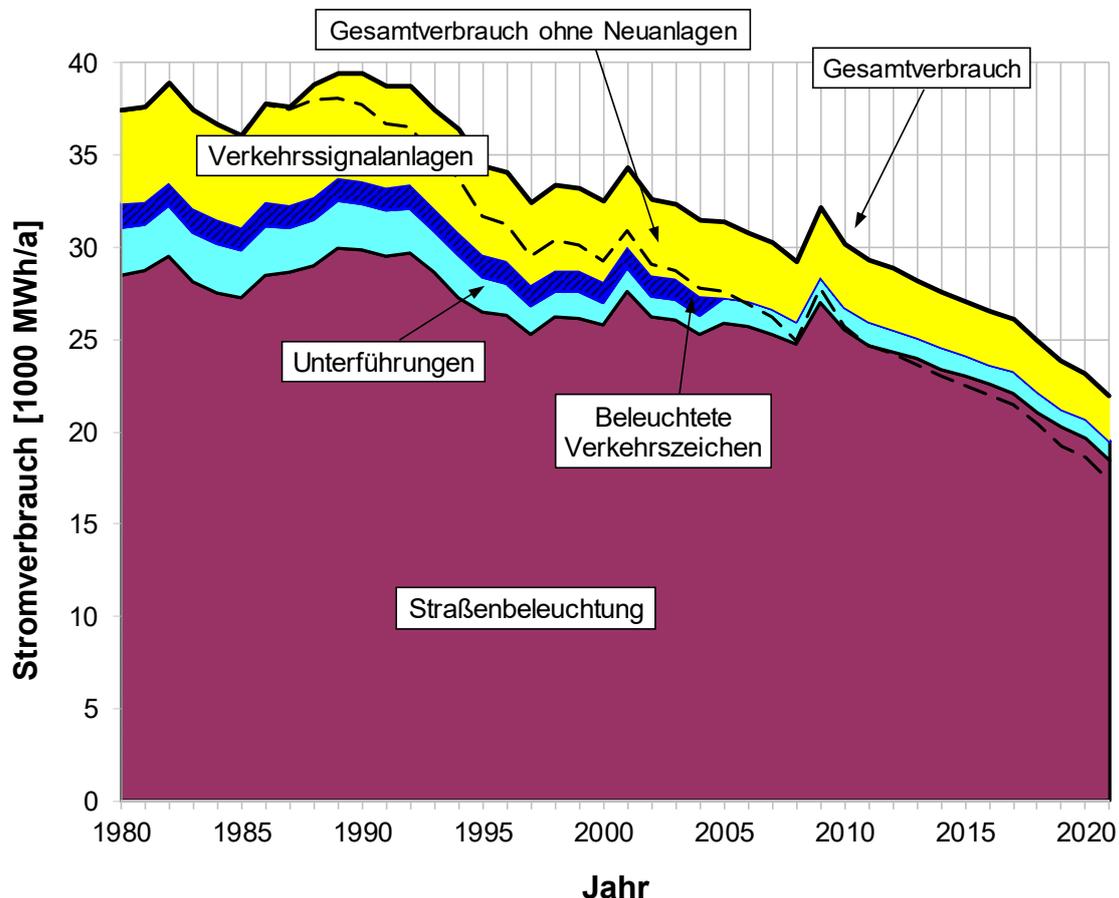


Bruttopreis ermittelt an der Abnahmestruktur eines Referenzgebäudes  
 Wasser: 500 m³/a Wasser und 1.000 m² versiegelte Fläche

**Bild 44** Kommunaler Preisvergleich für Frischwasser, Abwasser und Gesamtwasser

### 3.7 Straßenbeleuchtung

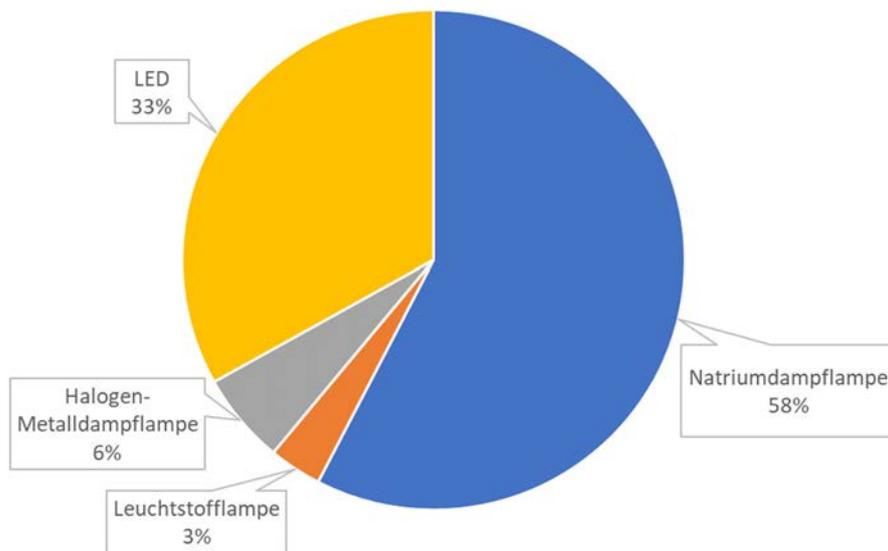
Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung, Unterführungen und Verkehrssignalanlagen konnte auch im Jahr 2021 gegenüber dem Vorjahr um weitere 5,3 % (1.228 MWh/a) auf 21.931 MWh/a gesenkt werden (Vorjahreswert = 23.158 MWh/a), vgl. Bild 45.



**Bild 45** Stromverbrauch von Straßenbeleuchtung, Unterführungen und Verkehrssignalanlagen

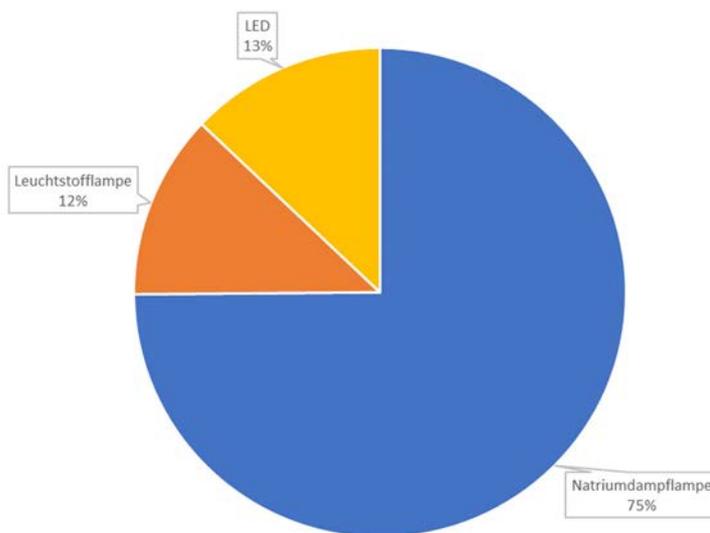
Der Arbeitskreis Stadtbeleuchtung, mit Vertretern aus Tiefbauamt, Amt für Stadtplanung und Wohnen, Garten-, Friedhofs- und Forstamt, der Stabstelle Sicherheitspartnerschaft in der kommunalen Kriminalprävention, der Stuttgart Netze GmbH und dem Amt für Umweltschutz mit der unteren Naturschutzbehörde und der Abteilung Energiewirtschaft 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.

Stand Ende 2021 sind 100 % aller Straßenleuchten in Stuttgart mit effizienten Natriumdampf-, Halogenmetaldampf-, Leuchtstofflampen oder LED ausgestattet (Bild 46). Der Anteil an LED-Leuchten ist in 2021 auf 33 % angewachsen (Steigerung um 3 Prozentpunkte im Vergleich zum Vorjahr).



**Bild 46** Anteil verschiedener Lampentypen am Bestand der Straßenleuchten in Stuttgart zum 31.12.2021

Der Anteil an LED-Leuchten im Tunnelbereich liegt Ende 2021 unverändert bei 13 % (Bild 47).



**Bild 47** Anteil verschiedener Lampentypen am Bestand der Tunnelbeleuchtung in Stuttgart zum 31.12.2021

Mit der letzten Änderung des Naturschutzgesetzes Baden-Württemberg wurde festgelegt, dass ab dem Jahr 2021 alle Straßen, Wege und Plätze nur noch mit einer insektenfreundlichen Beleuchtung gemäß dem Stand der Technik nachgerüstet werden dürfen. Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, mussten Planungen teilweise angepasst bzw. Ausnahmegenehmigungen beantragt werden. Bei der Leuchten-Erneuerung konnte in 2021 die geplante Zahl von 3.850 daher nicht erreicht werden. 1.496 Leuchten konnten auf Grund ausstehender umweltrechtlicher Genehmigungen nicht mehr in 2021 getauscht werden. Der Investitionsstau soll in den folgenden Jahren kompensiert werden. Neben der Energieeinsparung

hat damit der Artenschutz eine wichtige Rolle in der Planung der Straßenbeleuchtung übernommen. Teilweise laufen die Interessen hier auch gegeneinander, da die insektenfreundlichste Beleuchtung nicht automatisch die energieeffizienteste sein muss.

Der Rückgang der Insekten hat jedoch gravierende Ausmaße angenommen und die Folgen und Auswirkungen für das Ökosystem sind noch nicht annähernd abzusehen. Nach dem geltenden Naturschutzgesetz muss daher die gesamte Straßenbeleuchtung bis zum Jahr 2030 auf insektenfreundliche Beleuchtung umgestellt werden. Hierzu zählt u. a. die Verwendung von warmweißem Licht (bis max. 3.000 Kelvin) mit möglichst geringen Blauanteilen. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Leuchten nicht nach oben oder nach hinten hin zu Grünflächen abstrahlen.

Die naturschutzfachliche Forschung steht bei diesen Themen noch in den Anfängen. Es bedarf weiterer Untersuchungen und Studien, um die komplexen Zusammenhänge von schädigender Beleuchtung und Lichtverschmutzung im Hinblick auf verschiedenste Artengruppen zu verstehen und entsprechende Handlungsoptionen abzuleiten. An vorderster Stelle steht daher immer die Vermeidung der Beleuchtung an sich. Es wird daher bei allen Neubauten wie auch Um- oder Nachrüstungen geprüft, ob überhaupt eine Beleuchtung notwendig ist. Dies ist auch hinsichtlich der Beeinträchtigung vieler anderer Artengruppen wie z.B. auch den Fledermäusen essenziell, da Straßenbeleuchtungen eine Barriere-Wirkung haben. Besteht die Notwendigkeit einer Beleuchtung, kann der Einsatz von zweitweisen Dimmfunktionen oder Bewegungsmeldern die Beeinträchtigungen minimieren.

Die Themen Artenschutz und Energieeinsparung werden auch Schwerpunkte im neuen Masterplan Stadtbeleuchtung, der ab 2023 durch den AK Stadtbeleuchtung in Zusammenarbeit mit einem externen Lichtplanungsbüro erarbeitet wird.

### 3.8 Lukratives Energiesparen in Stuttgarter Schulen LESS

Im Schuljahr 2020/2021 beschäftigten sich 28 Schulen im Zuge des LESS-Projekts mit dem Energie- und Wasserverbrauch in ihren Schulen. Für den jährlichen Projektabschluss zum Ende des Schuljahres werden zum einen die Energieverbrauchsdaten des vorigen Kalenderjahres und zum anderen die Aktivitäten des laufenden Schuljahres herangezogen. Beides war stark durch die Unsicherheiten und Einschränkungen der Pandemie beeinflusst. Auf die Veränderung des Energieverbrauchs durch die Schließzeit im Frühjahr und dem „Normalbetrieb unter Corona“ ab dem Herbst im Jahr 2020 wurde im Energiebericht 2020 im Kapitel 3.3 „Energiedienst Heizung“ (Seite 57) und 3.4 „Energiedienst Strom“ (Seite 67) ausführlich eingegangen. Um den Schulen den Einfluss des „Corona-Betriebs“ auf den Energieverbrauch transparent zu machen, erhielten die Schulen die Energiedatenauswertung, auf eine Erfolgsbeteiligung wurde aber verzichtet. Bei den großen Verbrauchsänderungen kann der Einfluss der Gebäudenutzenden nicht ausreichend verifiziert werden.

Um die entfallene Erfolgsbeteiligung durch die eingesparte Energie zu kompensieren, wurde der maximale Bonus für das pädagogische Bonusmodell entsprechend angehoben. Alle Teilnehmerschulen mussten dazu anhand eines Fragebogens über Organisationsstrukturen und Aktivitäten zum Energiesparen Auskunft geben. Im Durchschnitt wurden die Aktivitäten der Schulen mit 553 Euro belohnt.

Die Helene-Fernau-Horn-Schule, das Geschwister-Scholl-Gymnasium und das Ferdinand-Porsche-Gymnasium wurden für Ihre Projekte mit je einem Sonderpreis ausgezeichnet.

Die Helene-Fernau-Horn-Schule hat mit ihrer Garten AG ein klimafreundliches Biotop gebaut. Das Biotop ist mit Pflanzen und Tieren bestückt und leistet damit einen wertvollen Beitrag zur Erhaltung der natürlichen Biodiversität. Es gibt Insekten, Amphibien, Eidechsen und Vögeln einen Lebensraum. Seine Pflanzen binden CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre. Die Pumpe für die Wasserumwälzung wird CO<sub>2</sub>-frei mit Solarzellen betrieben (Bild 48).

## Klimafreundliches Biotop - Solarpumpe



HFH

**Wichtige Punkte:**

- Solarzellen (20 Watt)  
- mit Akku
- Pumpe  
- Durchlauf (1350l/h)  
- Förderhöhe (ca. 3m)  
- mit Filter



Agora-Tec®

„Klimafreundliches Biotop“ - Vorstellung bei LESS 22. Juni 2021

Folie 10



LESS

**Bild 48** Solarbetriebene Pumpe für klimafreundliches Biotop (Quelle: Helene-Fernau-Horn-Schule)

Die LESS AG des Geschwister-Scholl-Gymnasiums hat in Kooperation mit Jugend forscht untersucht, wie in Klassenzimmern unter Einhaltung der Lüftungsvorschriften gegen das Corona-Virus am effektivsten gelüftet werden kann. Dazu haben drei Schüler der 10. Klasse ein Modell eines Klassenzimmers gebaut, bei dem eine Belegung simuliert werden kann. Sie entwickelten dazu eine automatisch gesteuerte Anlage, die in Abhängigkeit des CO<sub>2</sub>-Gehalts ein motorisch betriebenes Fenster öffnet oder schließt.

Das Ferdinand-Porsche-Gymnasium hat in Zusammenarbeit mit der Uni Hohenheim und dem Städtischen Klassischen Gymnasium in Jakutsk das deutsch-russische virtuelle Schülerprojekt „Meine Klima-Challenge“

ins Leben gerufen. Das Projekt umfasste sieben Termine. Die Online-Veranstaltungen begannen mit Vorträgen von Wissenschaftler\*innen der Uni Hohenheim und weiteren Expert\*innen. Diese beleuchteten Klimawandel und Klimaschutz im Blick auf Landwirtschaft, Permafrost sowie Müll und das knappe globale Emissionsbudget. Im Anschluss an die Vorträge trafen sich die Schüler\*innen in deutsch-russischen Kleingruppen und befassten sich mit Themen wie "Klimawandel in Deutschland und Sibirien", "Klimaengagement in der Gesellschaft" und mit Fragen des Klimaschutzes beim Wohnen, im Verkehr, bei der Energieerzeugung und im Konsum.

Halbjährlich organisiert das Amt für Umweltschutz einen Erfahrungsaustausch mit Vertreter\*innen der Schulen, der coronabedingt als Videokonferenz angeboten wurde. Dort werden neben den Anregungen der Lehrkräfte, neue Materialien und Projekte, sowie Kooperationspartner vorgestellt. Im Jahr 2021 befassten sich die Treffen mit diesen Themen:

- Erläuterung der Auswertung des Jahres 2020 mit dem Einfluss des Corona-Betriebs auf die Energiedaten
- Lüftungsempfehlungen für Klassenzimmer, Einsatz von Luftreinigern
- Vorgehen der Stadt zur Zielerreichung der Klimaneutralität 2030
- Fortschritt beim Ausbau von Photovoltaik auf Stuttgarter Schulen
- Porträt: Luisa Neubauer von Fridays for Future
- COP 26

Erstmalig zum 24. Erfahrungsaustausch konnten von Schüler\*innen „Fragen an die Stadtverwaltung“ eingereicht werden. Die Fragen erstreckten sich über die Bereiche Energie, Klimaschutz, Verkehr und Ernährung. Anhand von öffentlich zugänglichen Gemeinderatsdokumenten wurde der politische Entscheidungsprozess mit Sachstand sowie den diskutierten Argumenten (Fürsprachen, Kritiken und Hemmnissen) dargelegt. Ziel war es dabei, u. a. aufzuzeigen, wie transparent die Arbeit der politischen Entscheidungsträger im Internet verfügbar ist.

### 3.9 Forschungsprojekte

#### Plusenergieschule Stuttgart - Monitoring und Betriebsoptimierung der Uhlandschule

Die Uhlandschule in Stuttgart-Rot wurde als erste Schule in Europa zur Plusenergieschule saniert. Die Schule erzeugt jetzt während eines Jahrs mehr Energie als sie verbraucht. 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).

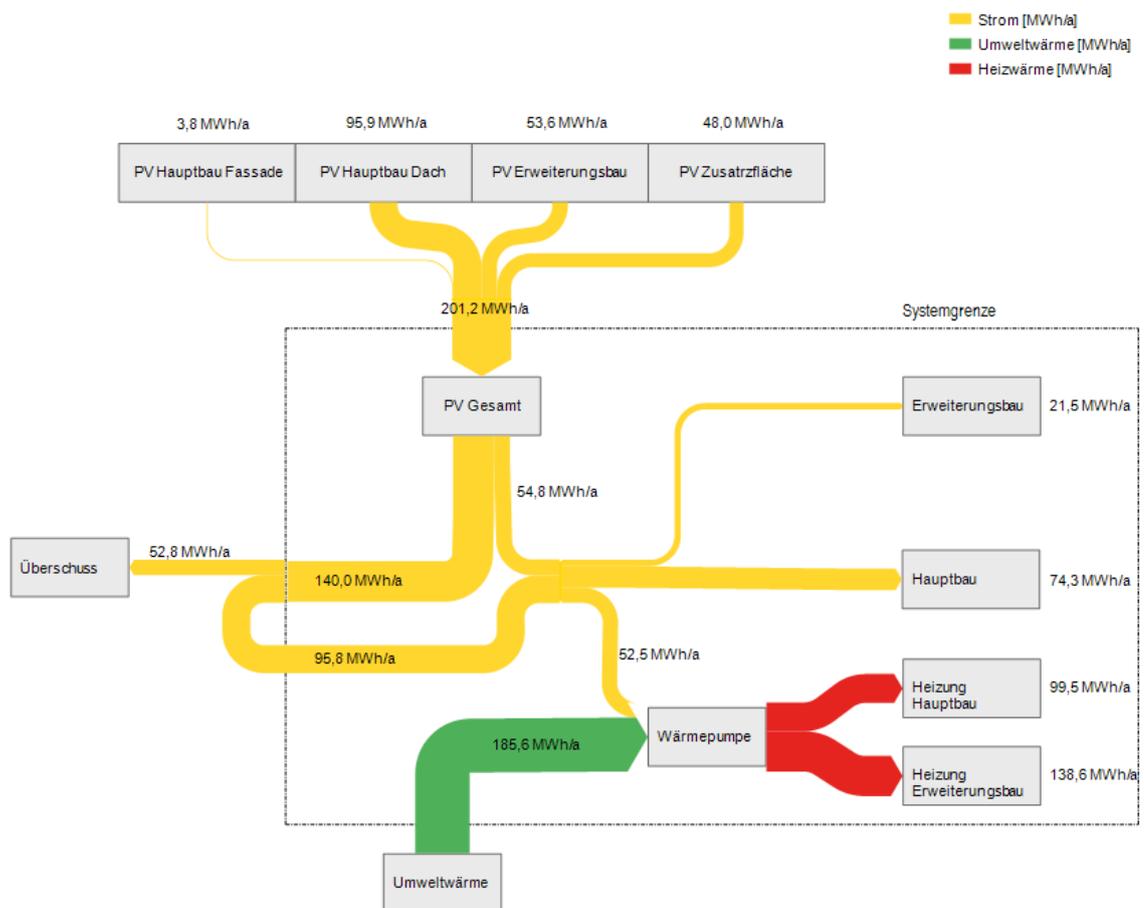
Zur Validierung der umgesetzten Maßnahmen und zur Nutzerakzeptanz wird seit Oktober 2019 ein zweijähriges Monitoring sowie eine Betriebsoptimierung durchgeführt. Es wird weiterhin die Effizienz der umgesetzten Maßnahmen bewertet. Darüber hinaus sind weitere Detailuntersuchungen vorgesehen. Erkenntnisse aus den Detailuntersuchungen und dem Monitoring werden für die Betriebsoptimierung und Anpassung der Gebäudeleittechnik genutzt.

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts sollten noch detaillierte Untersuchungen zur Luftqualität in den Klassenzimmern anstehen. Hierzu sollte der Einsatz der dezentralen Lüftungsgeräte im Winter und der Einfluss der Lüftungsampeln auf die Fensterlüftung im Sommer näher betrachtet werden. Durch die Corona-Pandemie, in der auch im Jahr 2021 noch kein geregelter Schulbetrieb stattgefunden hat bzw. dieser zeitweise ganz eingestellt wurde, war das Betrachten des Schulbetriebs unter Normalbedingungen nicht möglich. Die für diesen Zeitraum vorgesehene Bearbeitung der Arbeitspakete - Gegenüberstellung der Bedarfswerte aus der Konzeptphase zu den tatsächlichen Messergebnissen, der Optimierung von Anlagenparameter und zur Behaglichkeit - konnte daher nicht wie geplant durchgeführt werden bzw. liefert keine aussagekräftigen Ergebnisse. Aufgrunddessen wurde eine kostenneutrale Verlängerung des Projekts um ein Jahr beantragt.

Das Ziel einer vollständigen Validierung kann nur erreicht werden, wenn eine mängelfreie Umsetzung des Konzepts realisiert wird und ein geregelter Schulbetrieb unter Normalbedingen stattfindet. Erst danach kann das Konzept mit der gegenseitigen Beeinflussung der Gewerke final untersucht werden.

Die Auswertung für das Jahr 2021 liefert keine aussagekräftigen Ergebnisse zur abschließenden Beurteilung des Projekts. Sie kann jedoch herangezogen werden, um den Einfluss des „Normalbetriebs unter Corona“ zu analysieren. Bislang konnte der Plusenergiestandard der Uhlandschule in jedem vollen Betriebsjahr seit der Inbetriebnahme 2017 nachgewiesen werden. Im Schnitt steht einer solaren Stromerzeugung von 218 MWh/a ein Verbrauch von 144 MWh/a gegenüber. Dies ergibt einen Stromüberschuss von 74 MWh/a führt. Der PV-Ertrag ist damit im Schnitt 17 % höher, als über die DIN 18599 im Konzept abgeschätzt. Der Nutzwärmeverbrauch der Heizung lag in den drei Jahren von 2018 bis 2020 bei 68,1 MWh/a. Der über die DIN 18599 ermittelte Wärmebedarf von 79,7 MWh wurde somit um 14,5 % unterschritten.

Im Jahr 2021 steigt der Wärmeverbrauch aufgrund der im Winter nicht vorgesehenen, coronabedingten Fensterlüftung auf 99,5 MWh/a an. Um die Energieflüsse im Gebäude besser nachvollziehen zu können, sind diese in einem Energieflussdiagramm (Bild 49) dargestellt. In diesem sind Stromflüsse gelb eingefärbt, Wärme rot und Umweltwärme aus den Geothermiebohrungen grün.



**Bild 49 Energieflussdiagramm 2021 (coronabedingte Abweichungen)**

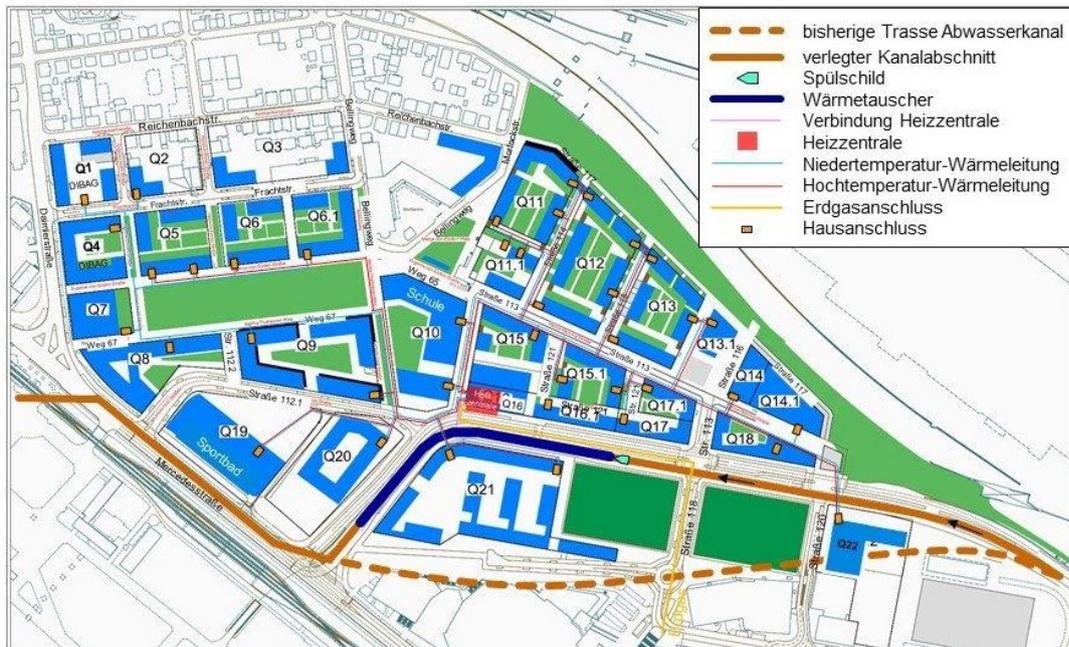
Die automatische Beleuchtungssteuerung der Klassenzimmer wurde untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass sich die im Konzept vorgesehenen quadratischen Präsenzzonen, in denen das Licht nach Bedarf gesteuert wird, in den Randbereichen überlappen. Dies ist bedingt durch die Präsenzmelder, die keine exakte quadratische Zone abbilden können. Ungeachtet dessen belegen die Messergebnisse, dass die Aufteilung eines Raumes in drei parallel zum Fenster angeordnete Bereiche eine sinnvolle Steuerungsmöglichkeit ist, um eine gleichmäßige Beleuchtungsstärke im Raum zu erzielen.

Das Monitoring wird im Rahmen des Forschungsprojekts „EnOB: Plusenergieschule Stuttgart - Monitoring und Betriebsoptimierung der Plusenergieschule in Stuttgart“ (Forschungskennzeichen: 03ET1602A) im Zeitraum vom 01.10.2019 bis 31.10.2022 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 Forschungsvorhaben „EnEff:Wärme – Nahwärme und -kälte aus Abwasser zur Versorgung eines Niedrigenergiestadtquartiers, modellhafte Umsetzung im Neckarpark, Stuttgart“ mit dem Förderkennzeichen: 03ET1156A wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. 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 gemeinsam mit den Stadtwerken Stuttgart und dem Tiefbauamt ein Konzept zur nachhaltigen Wärmeversorgung um (Bild 50). Dabei wird Abwasser als Haupt-wärmequelle genutzt. Die benötigte Wärme wird einem nahegelegenen Abwasserkanal entzogen, in dem Wärmetauscher eingebaut werden.



**Bild 50** 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 das GEG, die Gebäude auf einen mindestens 20 % niedrigeren Primärenergiebedarf (GEG-20 %) 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 Juni 2021 erfolgte die Lieferung und Montage der beiden Wärmepumpen (Bild 51 und Bild 52) und im Sommer 2021 begann die hydraulische Einbindung. Es folgten Elektroinstallations- und Dämmarbeiten. Im November 2021 erfolgte die Befüllung der Glykol-Verbindungsleitungen zwischen Abwasserwärmetauscher und Energiezentrale sowie der Start des Probetriebes der Wärmepumpen und des Abwasserwärmetauschers. Im Dezember 2021 wurden Leistungen des Gewerkes „Technische Wärmedämmung“ abgenommen. Der Bau des Quartiersparkhauses (oberirdische Geschosse) wurde fertiggestellt.

Außerdem wurde im Jahr 2021 mit dem Sporthallenbad Q19 ein weiteres Gebäude an die Wärmeversorgung angeschlossen und der Bau des Bürogebäudes Q8 wurde fortgesetzt. Die Lieferung sowie Installation der Wärmeübergabestationen für das Sporthallenbad erfolgte im Sommer 2021 und ab Oktober 2021

wurde es mit Bauwärme versorgt. Das Sporthallenbad soll im Sommer 2022 eröffnet werden. Die Lieferung und Installation der Wärmeübergabestationen für das Bürogebäude Q8 ist für Herbst 2022 geplant.



**Bild 51** Lieferung der Wärmepumpen



**Bild 52** Aufstellung der Wärmepumpen innerhalb der Energiezentrale



**Bild 53** Verrohrung in der Energiezentrale mit Wärmepumpen im Hintergrund (© Zooley Braun)

Im Oktober 2021 hat das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg eine hochrangige Delegation aus Dänemark u.a. mit Teilnehmenden aus Aarhus zu anspruchsvollen fachlichen Gesprächen und Besichtigungsfahrten im Themenbereich Wasser- und Abwasserwirtschaft in Baden-Württemberg empfangen. Dabei wurde auch das Projekt Wärmeversorgung Neckarpark vorgestellt (Präsentation inkl. Besichtigung der Energiezentrale). Weitere Besichtigungstermine der Energiezentrale konnten in 2021 aufgrund der besonderen Umstände während der Covid19-Pandemie nicht realisiert werden. Berichtet wurde jedoch über den Stand und die Fortführung der Bauarbeiten in den lokalen Tageszeitungen „Stuttgarter Nachrichten“, „Stuttgarter Zeitung“ und „Cannstatter Zeitung“ sowie im Amtsblatt der Landeshauptstadt Stuttgart.

### **IWAES (Integrative Betrachtung einer nachhaltigen Wärmebewirtschaftung von Stadtquartieren im Stadtentwicklungsprozess)**

Das Projekt „IWAES“ mit dem Förderkennzeichen: 033W106B wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und hat eine Laufzeit vom 1. April 2019 bis zum 30. September 2022. Dabei konnten Fördermittel in Höhe von 122.128 Euro akquiriert werden.

Das Forschungsprojekt IWAES geht der Frage nach, wie durch die Nutzung thermisch aktivierter Abwasserkanäle und weiterer erneuerbarer Energiequellen ein ausgeglichener jährlicher Wärme- und Kältehaushalt auf Quartiersebene möglich ist. Sich durch das System ergebende Puffer- und Speichermöglichkeiten können den Wärmeausgleich optimieren. Im Sinne einer „Energieleitplanung“ werden die Voraussetzungen geschaffen, thermische Verbrauchslastprofile von Gebäudenutzungen auszugleichen.



**Bild 54** Relevante Bausteine des Verbundprojekts IWAES

Als Untersuchungsgebiet dient ein Teil des Rosenstein-Quartiers. Zudem werden die Ergebnisse in einem Leitfaden aufbereitet, welcher für zukünftige Quartiere in Stuttgart angewandt werden kann. (Weitere Informationen unter: [www.iwaes.de](http://www.iwaes.de))

### Stadtquartier 2050

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 sowie weitere Herausforderungen durch den hohen Anteil an gefördertem Wohnungsbau und die dichte Bebauung zu bewältigen. Im Projekt leisten auch sozialwissenschaftliche Fragestellungen und die geplante 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.

Im Jahr 2021 wurde das Energiekonzept weiterentwickelt und verfeinert. Es basiert auf der Nutzung lokaler erneuerbarer Energien wie Geothermie, Abwasserwärme und Solarthermie, die in einem Kombikollektor zusammen mit der Luftwärme und Photovoltaik genutzt werden soll. Die Wärme soll über ein Quartierswärmenetz an alle Gebäude verteilt werden und stellt die klimaneutrale Energieversorgung des Quartiers sicher. Für die Abwasserwärmenutzung fanden zur Potenzialabschätzung bereits erste Begehungen vor Ort statt. Außerdem wurde ein Planungsbüro beauftragt, um die Machbarkeit einer Geothermieanlage auf dem Areal zu untersuchen.

Die Wärmeerzeugung für die Interimsversorgung musste durch ein Hotmobil mit Gas erfolgen, da aufgrund des Rückbau-Fortschritts eine Nutzung der Fernwärme nicht möglich war. Dazu wurde ein Konzept für die Interimsversorgung der bewohnten Gebäude mit Strom, Wasser und Wärme erstellt und die Energiedienste der Landeshauptstadt Stuttgart (EDS) haben mit der Umsetzung begonnen. Dabei wurde stets der Nachhaltigkeitsgedanke berücksichtigt, sodass bestehende Räumlichkeiten in Bestandsbauten genutzt werden. So wurde die Interimsheizzentrale im Keller von Bau 12 realisiert.

Im Bau 2, dem ehemaligen Bettenhaus, liefen die Estrich-, Trockenbau- und Gipserarbeiten, parallel erfolgte die Verlegung der Strom- und sonstigen Versorgungsleitungen sowie die Sanierung des Daches und der Dachterrasse. Die Entkernung und der Abbruch der Fassade ist abgeschlossen, die neue Fassade samt Dämmung angebracht. In mehreren Abstimmungsgesprächen wurde die Integration der PV-Anlage und des Messkonzepts aus dem Forschungsprojekt in die Planungen der Stuttgarter Wohnungs- und Städtebaugesellschaft mbH (SWSG) abgestimmt und erste Maßnahmen ausgeschrieben und beauftragt.

### 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.

In der Vergangenheit reichte die Energieabteilung des Amts für Umweltschutz die meisten Förderanträge beim CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm des Klimaschutz-Plus-Förderprogramms beim Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg (UM BW) ein. Das Förderprogramm orientiert sich an der Höhe der nachzuweisenden Minderung der Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und fördert pro vermiedener Tonne CO<sub>2</sub> bis zu 50 Euro. Der Zuschuss gewährt eine Anteilsfinanzierung ist auf maximal 200.000 Euro pro Antrag und auf 30 % der zuwendungsfähigen Ausgaben begrenzt. Das Förderminimum liegt bei 3.000 Euro. Das Förderprogramm unterstützt eine energetische Sanierung sowie den Einsatz regenerativer Energien zur Wärmeversorgung. Unter energetische Sanierung fallen verschiedene Maßnahmen, wie z. B. die Erneuerung von Heizungsanlagen und die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes. Ferner die Sanierung von Beleuchtungs- und Lüftungsanlagen soweit diese nicht über die Kommunalrichtlinie des Bundes gefördert werden. Die Förderung für den Einsatz regenerativer Energien ist nur in Kombination mit der Erneuerung von Heizungsanlagen oder der Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes möglich. Gefördert werden zudem Holzpellet- und Holzhackschnitzelheizungen sowie Wärmepumpen und solarthermische Anlagen.

Die Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld (Kommunalrichtlinie) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) verfolgt einen ähnlichen Ansatz und gewährt einen Zuschuss von 50 Euro pro vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent bei investiven Maßnahmen ab 20.000 Euro. Der Förderschwerpunkt liegt hierbei auf der Erneuerung und Sanierung der Beleuchtungstechnik und auf raumlufttechnische Anlagen.

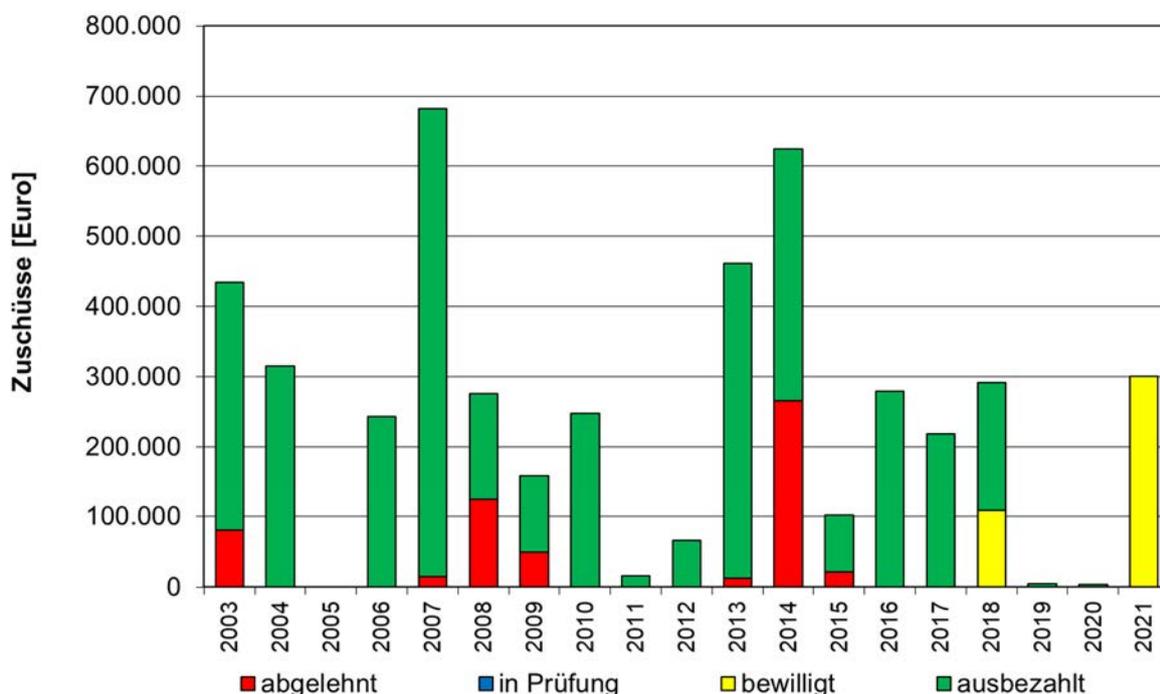
In dem Förderprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien“ des Bundesamts für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA) werden Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt gefördert. In Neubauten werden Solarkollektoranlagen mit 30 % und Biomasse- sowie Wärmepumpenanlagen mit 35 % der förderfähigen Kosten gefördert. In Bestandsgebäuden werden Solarthermie-, Biomasse- und Wärmepum-

penanlagen, sowie Gas-Hybridheizungen gefördert. Die Förderung beträgt 20 % bis 35 % der förderfähigen Kosten. Zudem werden für den Austausch für Ölheizungen Prämien gewährt. Falls eine Ölheizung durch eine förderfähige Hybridheizung, Biomasseanlage oder Wärmepumpenanlage ersetzt wird, erhöht sich der gewährte Fördersatz um 10 %.

2020 wurden gemeinsam mit den beteiligten Ämtern (Hochbauamt, Amt für Sport und Bewegung) und dem Eigenbetrieb Leben und Wohnen für den Austausch alter Umwälzpumpen Zuschüsse von 3.400 Euro bei den Förderprogrammen beantragt. Die beantragten Fördermittel sind bereits bewilligt und ausbezahlt worden.

Mit den beschriebenen Förderprogrammen für Einzelmaßnahmen wurden seit 2003 Energieeinsparmaßnahmen in den Ämtern und Eigenbetriebe der Landeshauptstadt Stuttgart mit etwas mehr als 4,2 Mio. Euro gefördert. Bis 2020 konnten damit Maßnahmen umgesetzt werden, mit denen die CO<sub>2</sub>-Belastung jährlich um mehr als 12.500 tCO<sub>2</sub>/a reduziert wird.

In Bild 55 sind die Förderzuschüsse und der Bearbeitungsstand der Förderanträge in der Entwicklung bis 2020 dargestellt. Der Bearbeitungsstand unterteilt sich in die vom Fördergeber abgelehnten, in Prüfung befindlichen, bewilligten und ausbezahlten 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 CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm förderfähigen Maßnahmen vor.



**Bild 55** Entwicklung der beantragten Zuschüsse aus den Förderprogrammen

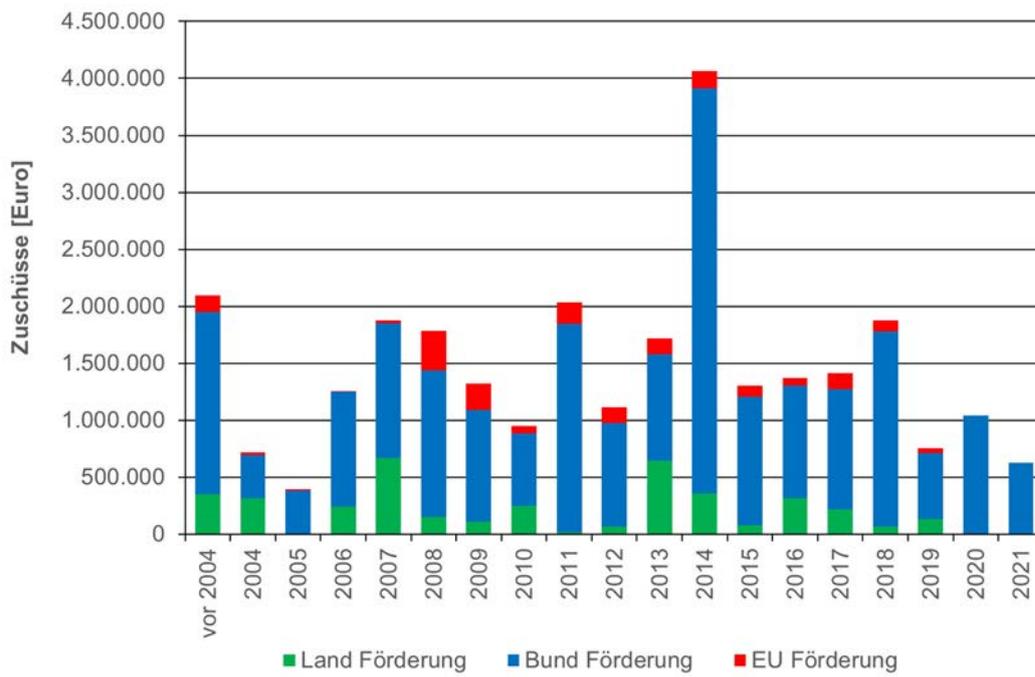
Das KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“ fördert mit dem Programmteil 432 integrierte energetische Quartierskonzepte (Phase A) und Sanierungsmanagement (Phase B). Das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) stellt die Fördermittel für den energetischen Sanierungsprozess aus dem Energie- und Klimafonds (EKF) bereit. Zentrales Ziel der „Energetischen Stadtsanierung“ ist es, Maßnahmen

zur Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur im Quartier anzustoßen. Mit den durch das Programm geförderten integrierten Quartierskonzepten lassen sich Anforderungen an energetische Gebäudesanierung, effiziente Energieversorgungssysteme und den Ausbau erneuerbarer Energien mit demografischen, ökonomischen, städtebaulichen und wohnungswirtschaftlichen Aspekten verknüpfen. Die vor Ort angestoßenen Prozesse sollen dazu beitragen, neben den fachlichen Ansprüchen auch die Interessen der handelnden Akteure miteinander in Einklang zu bringen. Damit können integrierte, energetische effiziente Lösungen entwickelt werden. Die Untersuchungsgebiete für die „Energetische Stadtsanierung“ lagen in Stuttgart 2020 in Degerloch, Weilimdorf, Heumaden und Mühlhausen mit einer Förderhöhe von jeweils über 71.000 Euro.

Neben den dargestellten Fördermitteln für Einzelmaßnahmen und Stadtsanierungen stehen weitere Finanzmittel für Einzelförderungen und Forschungsvorhaben von Bund und EU zur Verfügung. Bis 2020 wurden durch Bund und EU in insgesamt 48 Vorhaben Maßnahmen im Umfang von etwas über 26 Mio. Euro gefördert, wobei der EU-Anteil bei etwa 1,9 Mio. Euro und der Bundesanteil bei etwa 24,1 Mio. Euro liegt.

Zusammen mit den vorgenannten Förderprogrammen summiert sich der Ertrag aller eingeworbenen Fördermittel in 2020 auf etwa 27 Mio. Euro. Prozentual liegen die vom Bund geförderten Mittel mit einem Anteil von 78 % am höchsten. Vom Land Baden-Württemberg werden 15 % und von der EU 7 % der Maßnahmen gefördert. Im Jahr 2021 wurden Fördermittel in Höhe von 300.000 Euro neu bewilligt.

Bild 56 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 2020 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. Im Jahr 2021 wurden der Stadtverwaltung Bundesfördermittel in Höhe von rund 630.000 Euro zu Teil. Davon entfallen knapp 340.000 Euro auf Zuschüsse aus dem Programm KfW 432.



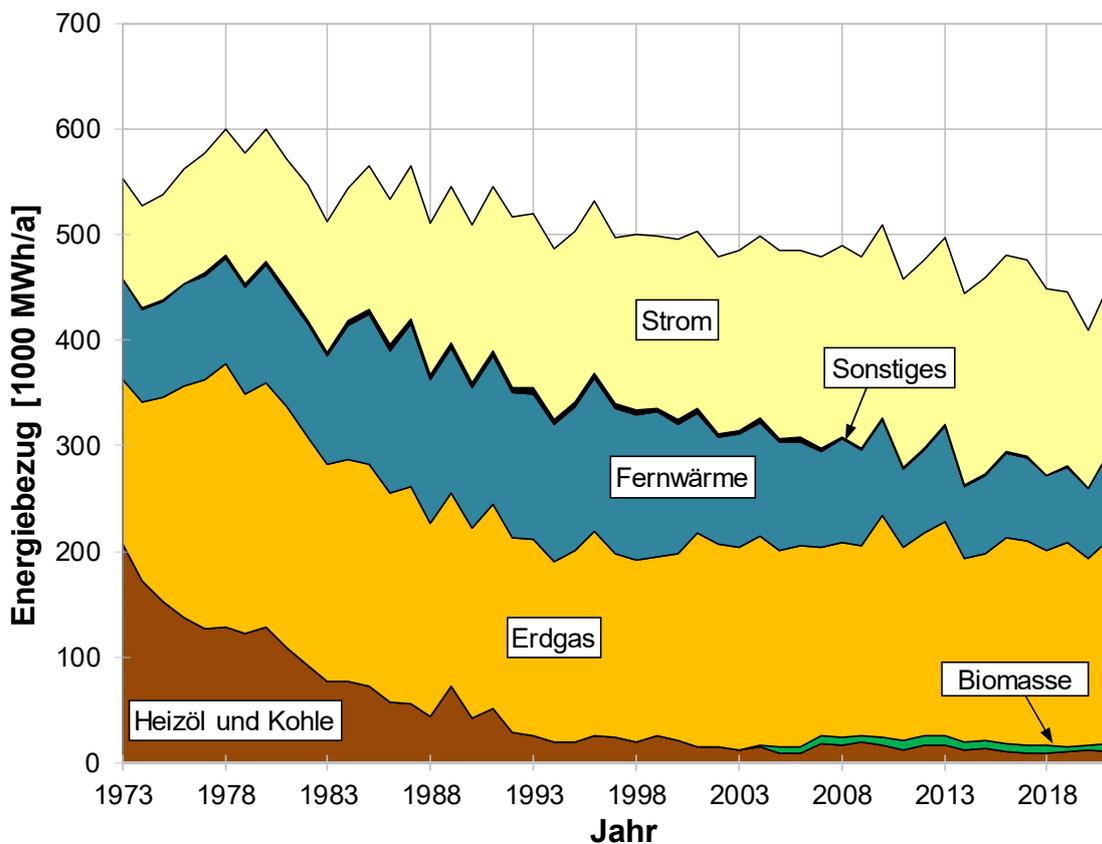
**Bild 56** Gesamtentwicklung der beantragten Zuschüsse

## 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 57** Entwicklung des Energiebezugs von 1973 bis 2021

Energiebezug	2020		2021		Veränderungen in %
Erdgas	176.411	MWh/a	192.600	MWh/a	9,2%
Fernwärme	65.567	MWh/a	83.263	MWh/a	27,0%
Heizöl	12.540	MWh/a	9.975	MWh/a	-20,5%
Flüssiggas / Heizstrom	753	MWh/a	1.013	MWh/a	34,6%
Biomasse	4.925	MWh/a	8.308	MWh/a	68,7%
<b>Summe</b>	<b>260.195</b>	<b>MWh/a</b>	<b>295.159</b>	<b>MWh/a</b>	<b>13,4%</b>
Strombezug	148.821	MWh/a	158.165	MWh/a	6,3%
<b>Gesamte Energiebezug</b>	<b>409.017</b>	<b>MWh/a</b>	<b>453.324</b>	<b>MWh/a</b>	<b>10,8%</b>
<b>Bereinigter Bezug</b>	<b>452.375</b>	<b>MWh/a</b>	<b>464.253</b>	<b>MWh/a</b>	<b>2,6%</b>

Tabelle 22 Energiebezug in 2020 und 2021

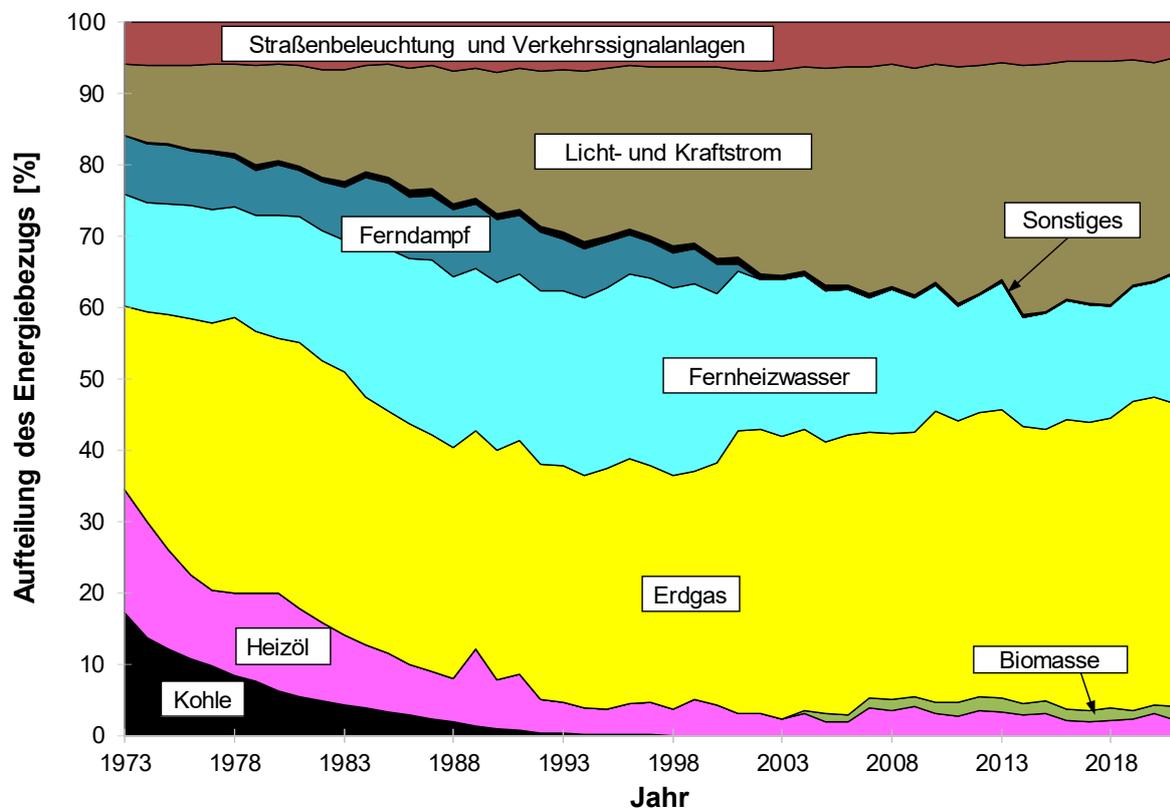


Bild 58 Prozentuale Aufteilung des Energiebezugs in der Entwicklung von 1973 bis 2021

Energiebezug	2020	2021
Erdgas (Heizzwecke)	39,1%	39,3%
Fernwärme	16,1%	18,5%
Heizöl	3,1%	2,2%
Flüssiggas / Heizstrom	0,2%	0,2%
Biomasse	1,2%	1,8%
Strom für Wärmepumpen	0,1%	0,1%
Kohle ist seit 1995 vernachlässigbar	0,0%	0,0%
Anteil Heizenergiebezug am Gesamtenergiebezug	59,8%	62,1%
Licht- und Kraftstrom (ohne Strom für Wärmepumpen)	30,7%	30,0%
Straßenbeleuchtung / Verkehrssignalanlagen	5,7%	4,8%
Strom-Eigenproduktion (aus Erdgas)	3,9%	3,0%
Anteil Strombezug am Gesamtenergiebezug	40,2%	37,9%

Tabelle 23 Prozentuale Aufteilung des Energiebezugs in 2020 und 2021

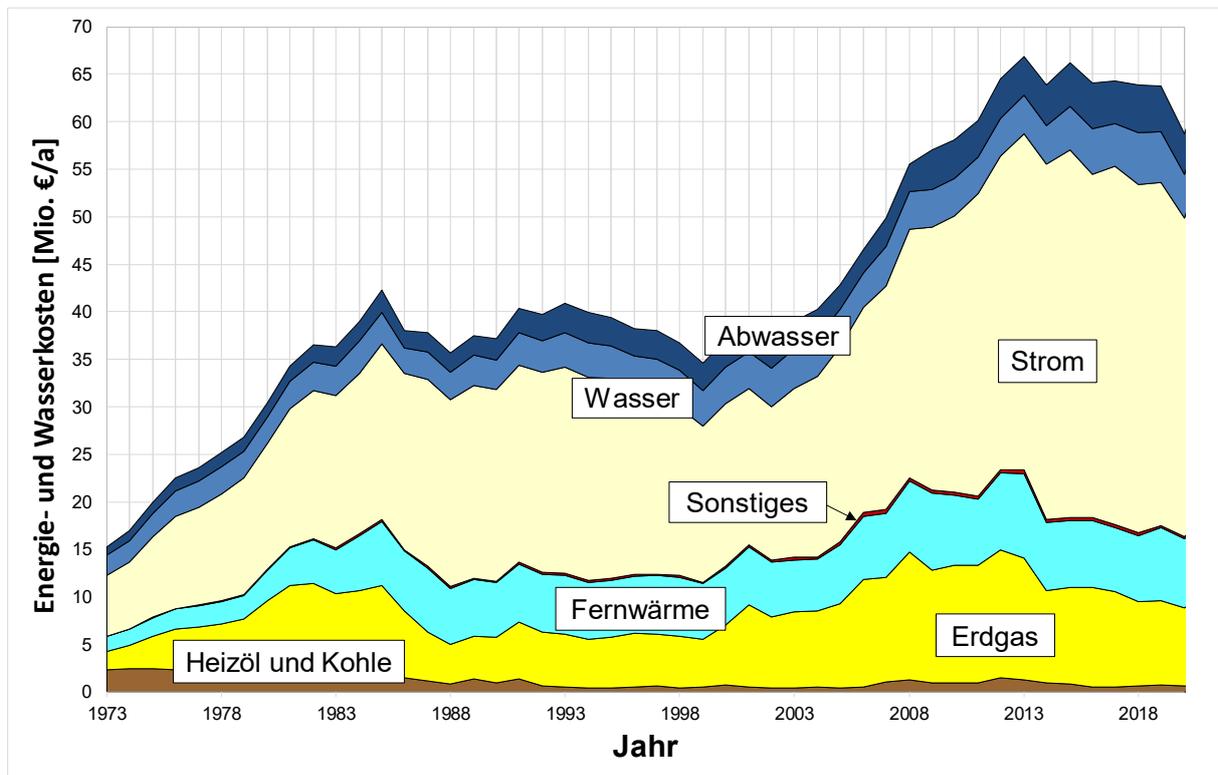
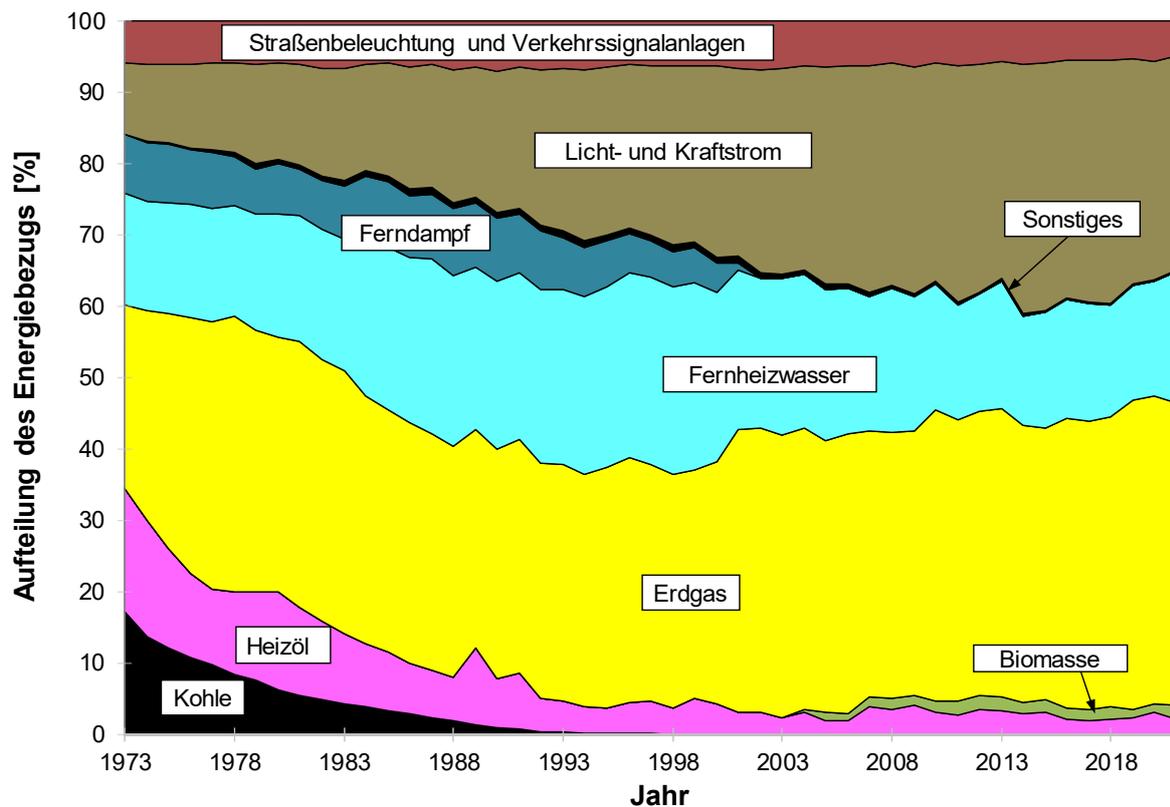


Bild 59 Energie- und Wasserkosten in der Entwicklung von 1973 bis 2020

2021	Gesamtkosten	Veränderungen ggü. 2020
Strom	38.743.429 €	15,9%
Heizenergie	18.719.920 €	14,0%
Wasser, gesamt	8.483.120 €	-4,1%
<b>Gesamt</b>	<b>65.946.469 €</b>	<b>12,3%</b>

Tabelle 24 Energie- und Wasserkosten in 2021 gegenüber 2020



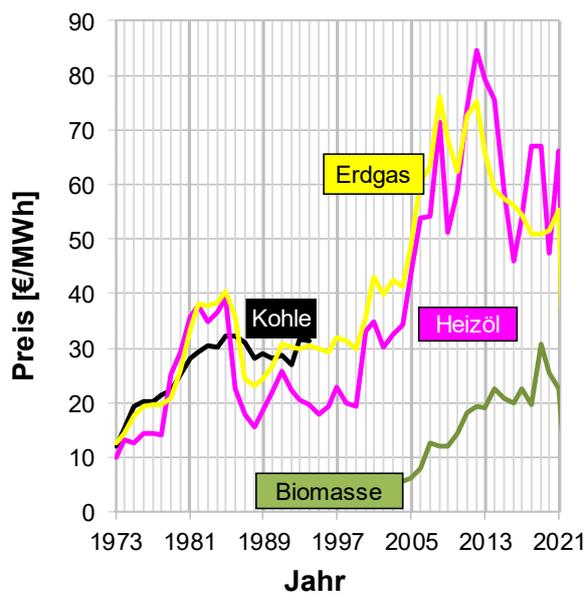
**Bild 60** Prozentuale Aufteilung der Energiekosten in der Entwicklung von 1973 bis 2021

Energiekosten	2020	2021
Erdgas (Heizzwecke)	17,2%	16,5%
Fernwärme	13,5%	14,7%
Heizöl	1,1%	1,2%
Flüssiggas / Heizstrom	0,3%	0,3%
Biomasse	0,3%	0,3%
Strom für Wärmepumpen	0,1%	0,1%
Kohle ist seit 1995 vernachlässigbar	0,0%	0,0%
Anteil Heizenergiebezug am Gesamtenergiebezug	32,6%	32,9%
Licht- und Kraftstrom (ohne Strom für Wärmepumpen)	57,5%	55,4%
Straßenbeleuchtung / Verkehrssignalanlagen	8,7%	10,0%
Strom-Eigenproduktion (aus Erdgas)	1,3%	1,7%
Anteil Strombezug am Gesamtenergiebezug	67,4%	67,1%

**Tabelle 25** Prozentuale Aufteilung der Energiekosten 2020 und 2021

## 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

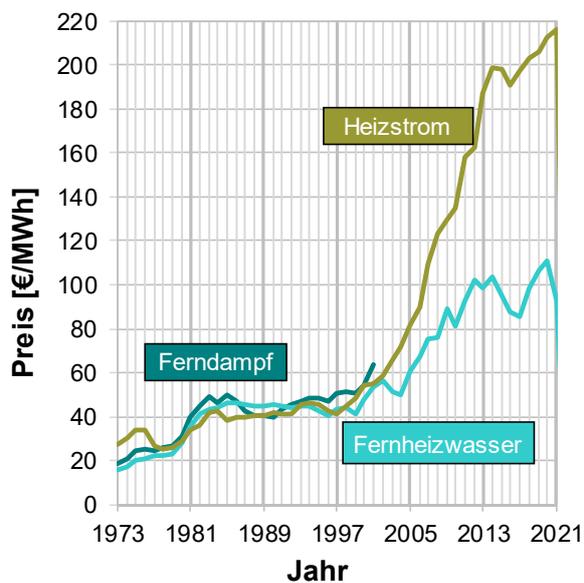


Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Erdgas	55,29 Euro/MWh	7,3%
Heizöl	66,24 Euro/MWh	39,4%
Biomasse	22,49 Euro/MWh	-11,7%

Erdgas war um -10,95 Euro/MWh (-19,8 %) teurer als Erdöl.

**Bild 61** Preisentwicklung fossiler Brennstoffe und der Biomasse



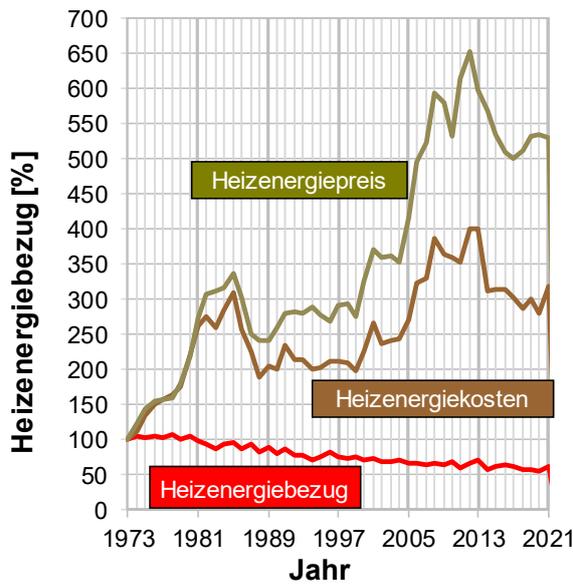
Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Fernwärme	92,92 Euro/MWh	-16,3%
Heizstrom	216,25 Euro/MWh	1,5%

Fernwärme war um 123,32 Euro/MWh (57 %) günstiger als Heizstrom und um 37,63 Euro/MWh (40,4 %) teurer als Erdgas.

Seit 2002 erfolgt die Fernwärmeversorgung nur noch mit Fernheizwasser; die Versorgung mit Ferndampf wurde im Jahr 2001 eingestellt.

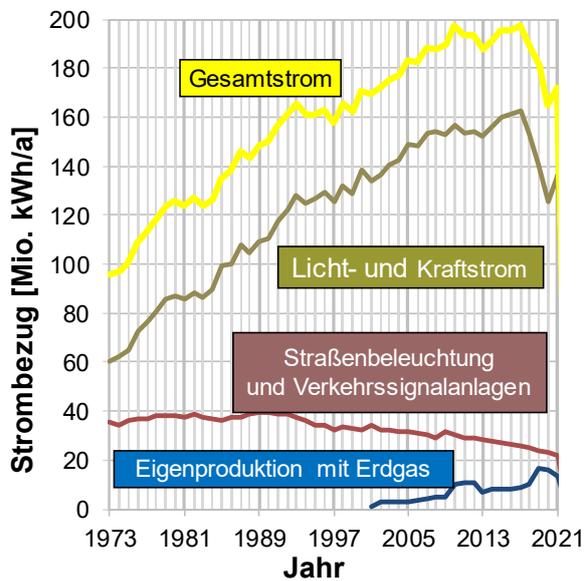
**Bild 62** Preisentwicklung bei Fernwärme und Heizstrom



Veränderungen 2021:

Heizenergiepreis	-1,0%
Heizenergiekosten	14,0%
Heizenergiebezug	15,1%
Heizenergiepreis 1973-2021	429%
Heizenergiekosten 1973-2021	219%
Heizenergiebezug 1973-2021	-38%
Jährliche Preissteigerung seit 1973	3,5%
Jährliche Preissteigerung seit 2001	1,8%

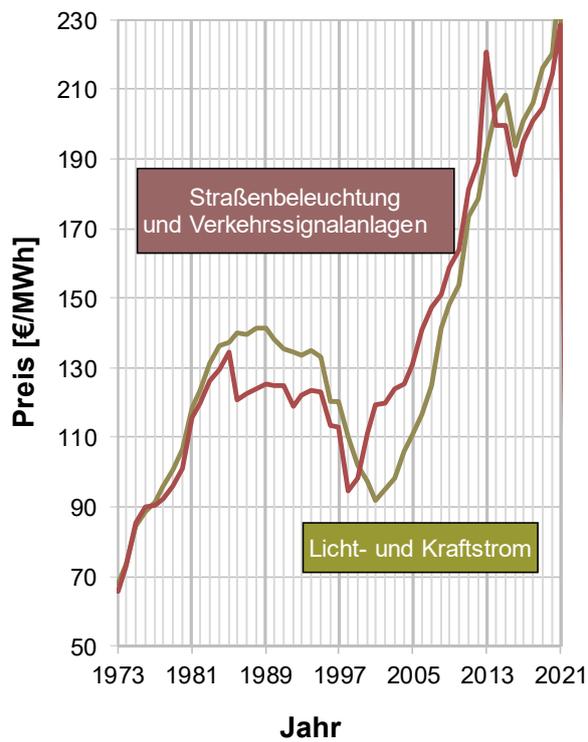
**Bild 63** Prozentuale Veränderung beim Heizenergiebezug



Strombezug und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Licht- und Kraftstrom	136,23 MWh	8,4%
Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen	21,93 MWh	-5,3%
Eigenproduktion	13,72 MWh	-13,4%
<b>Gesamt</b>	<b>171,89 MWh</b>	<b>4,1%</b>

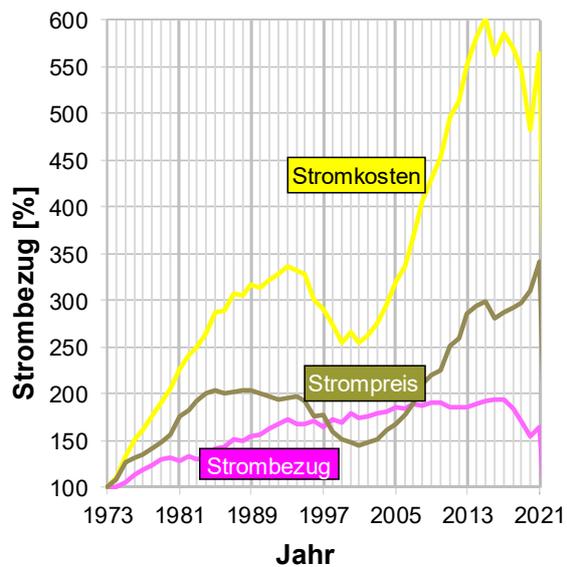
**Bild 64** Strombezugsentwicklung seit 1977 (ohne Heizstrom)



Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Licht- und Kraftstrom	242,79 Euro/MWh	10,2%
Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen	228,52 Euro/MWh	6,6%

**Bild 65** Preisentwicklung Strom

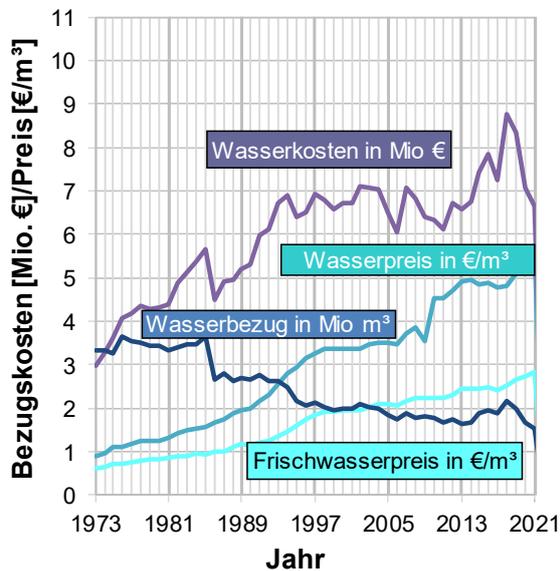


Veränderungen 2021:

Strompreis	11,3%
Stromkosten	15,9%
Strombezug	4,1%
Strompreis 1973-2021	241,4%
Stromkosten 1973-2021	464,3%
Strombezug 1973-2021	65,3%
Jährliche Preissteigerung seit 1973	2,6%
Jährliche Preissteigerung seit 2001	4,4%

**Bild 66** Prozentuale Veränderung beim Strombezug

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

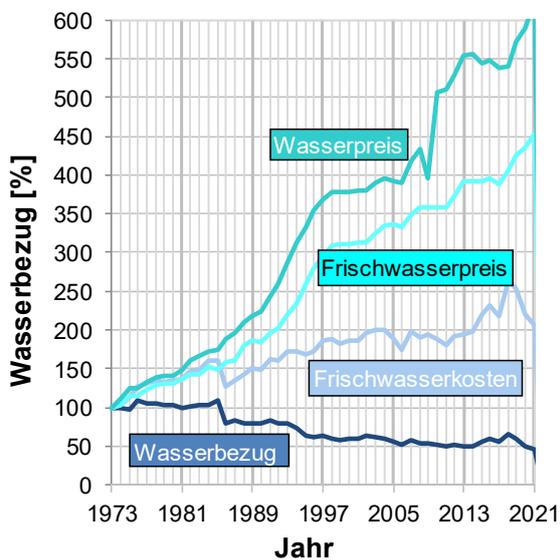


Spezifische Preise und deren Veränderungen zum Vorjahr:

Wasserpreis	5,57 Euro/m <sup>3</sup>	6,1%
Wasser-kosten	8.483.120 Euro	12,9%
Wasser-verbrauch	1.522.799 m <sup>3</sup>	-9,5%

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

**Bild 67** Verbrauchs-, Kosten-, und Preisentwicklung bei Wasser



Gesamtbetrachtung Wasser

Wasserverbrauch 1973-2021	-54%
Frischwasserpreis 1973-2021	353%
Frischwasserkosten 1973-2021	106%
Wasserpreis (einschließlich Abwasser)	525%
Jährliche Preissteigerung Frischwasser seit 1973	3,2%
Wasser gesamt (einschließlich Abwasser und versiegelter Fläche)	3,9%

**Bild 68** Prozentuale Veränderung beim Wasserbezug

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

### 4.3 Liegenschaften- und Bedarfsstellen

In Tabelle 26 ist die Anzahl der Liegenschaften und Bedarfsstellen und deren Bezugsflächen ausgewiesen. Die Bezugsfläche ist bei den Liegenschaften 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 Bestand der Liegenschaften, z. B. durch Neubau, Abbruch, Verkauf, Anmietung oder Aufgabe eines Mietverhältnisses stieg die Anzahl der Liegenschaften gegenüber 2020 um 12 auf 1.345 Liegenschaften und die Nettogrundfläche um 23.611 m<sup>2</sup> auf 2.406.146 m<sup>2</sup>. Die Wasserfläche erhöhte sich um 1.362 m auf 19.668 m<sup>2</sup>.

LIEGENSCHAFTSSTATISTIK 2021					
Gebäudeart	Anzahl	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Gebäudeart	Anzahl	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Altenheim/Pflegeheim	10	75.260	Lagergebäude	13	29.710
Bürogeb./Beratungs-/Baubüro	25	29.589	Männer-/Frauenwohnheim	4	5.767
Begegnungsstätte	29	20.418	Mineralbad	3	3.770 <sup>(1)</sup>
Betriebsgebäude	45	18.301	Schulgebäude	85	315.431
Bibliotheksgebäude	13	35.060	Schulgebäude mit TH	92	584.045
Feuerwehrgebäude	28	25.850	Schulgebäude mit LSB	1	4.594
Freibad	5	10.419 <sup>(1)</sup>	Schulgebäude mit TH und LSB	8	59.674
Friedhofsgebäude	47	14.935	Schutzbunker	29	36.492
Garage	2	2.379	Sportgebäude	49	82.329
Geschäfts- u. Verw.gebäude	17	106.675	Toilettengebäude	70	1.641
Geschäftshaus	15	11.944	Veranstaltungsgebäude	31	116.117
Gewächshaus/Tierhaus	3	11.722	Verwaltungsgebäude	72	132.845
Hallenbad	11	5.479 <sup>(1)</sup>	Verw.- u. Betriebsgebäude	7	21.372
Heim	9	8.533	Wohncontainer	12	18.522
Hotel	1	1.501	Wohn- u. Betriebsgebäude	20	24.472
Kindergarten	80	29.863	Wohn- u. Geschäftshaus	60	36.989
Kindertagheim	112	83.552	Wohn- u. Verwaltungsgebäude	25	31.067
Kiosk	3	112	Wohnhaus	304	115.918
Krankenhaus	5	313.467			
Σ Gebäude =		1.345	Σ Nettogrundfläche =		2.406.146 m <sup>2</sup>
<sup>(1)</sup> Wasserfläche			Σ Wasserfläche =		19.668 m <sup>2</sup>

**Tabelle 26** Liegenschaftsstatistik 2021 für Liegenschaften mit definierter Fläche

In Tabelle 27 ist die Anzahl der sonstigen Bedarfsstellen ohne definierter Fläche (z. B. Straßenbeleuchtung, Verkehrssignalanlagen) zusammengestellt. Gegenüber 2021 nahm die Anzahl der sonstigen Bedarfsstellen um 19 auf insgesamt 2.285 zu.

LIEGENSCHAFTSSTATISTIK 2021			
Sonstige Bedarfsstellen	Anzahl	Sonstige Bedarfsstellen	Anzahl
Anstrahlung	10	Platz/Marktplatz/Betriebsgelände	49
Aussichtsturm	2	Regenrückhalte-/Regenüberlaufbecken	97
Brunnen	173	Rolltreppe	5
Friedhof	12	Sportfläche	4
Grünanlage	98	Standrohr	8
Kläranlagengebäude	4	Straße/Wegebeleuchtung/Signalanlage	6
Maschinen-/Pumpstation	48	Tunnel/Unterführung	44
Mess-/Radarstation	15	Straßenbeleuchtung	835
Parkhaus	8	Unterführungen (Beleuchtung)	55
Parkplatz/Parkscheinautomat/Schranke	21	Verkehrssignalanlage	791
Σ Bedarfsstellen = 2.285			

**Tabelle 27** Abnahmestellenstatistik 2021 für Liegenschaftsarten mit nicht definierter Fläche

## 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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 40 (55)	Dieses Effizienzhaus benötigt höchstens 40 % (55 %) des Jahresprimärenergiebedarfs und dessen spezifischer Transmissionswärmeverlust liegt bei höchstens 55 % (70 %) 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> großes Bauteil aufrechtzuerhalten. Um z. B. bei 0 °C Außentemperatur eine Innentemperatur von 20 °C einzuhalten, sind bei einem Dach mit 1.000 m <sup>2</sup> und einem U-Wert von 0,2 W/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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)
Tiefengrundwässer 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)
Technischer Heilquellenschutz in Stuttgart – Fortschreibung 2021	(Heft 1/2021)
Energie- und Klimaschutzbericht – Fortschreibung für das Jahr 2019	(Heft 2/2021)
Energie- und Klimaschutzbericht – Fortschreibung für das Jahr 2020	(Heft 1/2022)
Energie- und Klimaschutzbericht – Fortschreibung für das Jahr 2021	(Heft 1/2023)

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

Stand: Mai 2023

