

Energiebericht 2023





- Herausgeber** Stadt Nürnberg
Planungs- und Baureferat
Bauhof 9
90402 Nürnberg
- Redaktion** Hochbauamt
Sachgebiet Kommunales
Energiemanagement und Bauphysik
- Marientorgraben 11
90402 Nürnberg
- Telefon: 0911 / 231 – 36 77
Telefax: 0911 / 231 – 76 30
- Gestaltung** Wolfgang Keller
- Erschienen** Oktober 2023
- Titelbild** Grafik Nachhaltigkeit



„Unsere Welt bleibt kompliziert“ - zum lange bekannten menschengemachten Klimawandel treten erneut ebenso lange bekannte geostrategische Herausforderungen für die Energieversorgung hinzu. Mit dem russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine und dem wieder einmal heißen Sommer aller Zeiten wurde erneut und überdeutlich klar, dass es ein „weiter so“ in Energiefragen nicht geben wird. Deshalb müssen dauerhafte Veränderungen jetzt auf den Weg gebracht und die Weichen klar in Richtung defossilisierte Energieversorgung und für die unvermeidliche Anpassung an den Klimawandel gestellt werden. Mit der Nutzung von Wind, Sonne und Erdwärme machen wir uns unabhängig von fossilen Energien und den Despoten dieser Welt.

Der professionelle Umgang der Stadtverwaltung bei der Bewältigung der Energiemangelsituation, ausgelöst durch den Abbruch russischer Gaslieferungen, hat erneut gezeigt, dass wir auch in Krisensituationen handlungsfähig sind und drohende eskalierende Kosten durch stadtweite gemeinsame Anstrengungen in einem akzeptablen Rahmen halten konnten. Für den enormen Rückhalt in der gesamten Verwaltung und die starke Unterstützung auf allen Ebenen bedanke ich mich ganz herzlich!

Der Pfad weg von Öl und Gas ist also betreten. Während sich bei der Stromerzeugung langsam zeigt, wie der Wandel funktionieren wird (und dass er funktionieren wird), liegt bei der Wärmeversorgung noch harte Arbeit vor uns. Diese „Wärmewende“ ist in Nürnbergs

Verwaltung aber schon lange eingeleitet.

Seit mehreren Jahrzehnten widmet sich die Stadtverwaltung aktiv der Aufgabe, koordiniert durch das Hochbauamt mit dem Kommunalen Energiemanagement und unter tatkräftiger Mitwirkung aller Dienststellen und Eigenbetriebe. Immer mehr rückt, nach dem Entwickeln von Strategien, Szenarien, Konzepten und Sanierungsfahrplänen, die Notwendigkeit in den Vordergrund, die Klimaneutralität des städtischen Gebäudebestandes entsprechend der Stadtratsbeschlüsse und der gesetzlichen Vorgaben konkret und fristgerecht umzusetzen.

Wesentliche Bestandteile zur Zielerreichung sind die Umstellung sowohl der Strom- als auch der Wärmeversorgung für die städtischen Gebäude auf erneuerbare Energien. Mit dem Ausstatten unserer Dachflächen mit Solarstromanlagen mit Unterstützung der N-ERGIE sind wir da in Bezug auf Strom bereits auf einem erfolgreichen Weg zur „echten“ Eigenstromversorgung.

Inzwischen steht auch das Programm zur technischen Umrüstung der städtischen Gebäude von „fossil“ auf „regenerativ“. Dazu gehört aber nicht allein Anlagentechnik, es geht auch um Wärmedämmung und Gebäudekühlung. Die bauliche Anpassung verursacht den größten zeitlichen und finanziellen Aufwand. Die Daten und auch erste Planungen liegen vor. Hier bedarf es weiter einer kontinuierlichen Feinsteuerung - Wärmewende heißt auch, dass Klimaschutz an der Quelle beginnt, nicht erst bei der Gebäudedämmung.

Wir werden uns der Debatte über „Niedertemperaturfähigkeit“ stellen und daraus Schlüsse für unsere Standards ziehen müssen. „Niedertemperaturfähig“ sind einerseits Gebäude, die wirtschaftlich sinnvoll mit Wärmepumpen beheizt werden können, andererseits fernwärmebeheizte Gebäude, die ausreichend gut gedämmt sind, um das Fernwärmenetz mit Vorlauftemperaturen von 90°C oder weniger (statt heute bis 120°C) betreiben zu können.

So wird der Fokus, anders als bisher, auf die Defossilisierung der Energieträger gelegt werden müssen. Die Energieträger zur Fernwärmeerzeugung sollen schnellstmöglich klimaneutral sein, das Fernwärmenetz ausgebaut und Wärmepumpenlösungen, dort, wo sinnvoll, umgesetzt werden. Aber auch die energetische Sanierung, also in etwa die Halbierung der bisherigen Wärmeverbräuche, wird nicht außer Acht gelassen, mit der Priorisierung auf die sogenannten „Worst Performing Buildings“, also auf die Großverbraucher. Dabei spielt das wirtschaftliche Optimum zur Erreichung der „Niedertemperaturfähigkeit“ ebenso eine Rolle, wie die generelle Notwendigkeit zur Reduzierung der Energieverbräuche, um erneuerbare Energien in ausreichender Menge und zu angemessenen Preisen bereitstellen sowie dann den Restbedarf mit klimaneutralen Energieträgern decken zu können.

Das Planungs- und Baureferat betreut mit circa 1.900 städtischen Liegenschaften die überwiegende Zahl öffentlicher Gebäude in Nürnberg. Die aktive Ausge-

staltung der Energie- und Wärmewende zum energieeffizienten Betrieb unserer Gebäude und Anlagen übernehmen alle Abteilungen des Hochbauamtes, die hausverwaltenden Einheiten und Dienststellen, die Eigenbetriebe sowie die WBG KOMMUNAL GmbH als Partnerin in kommunaler Auftragsverwaltung und einzelne ÖPP-Partner.

Über den aktuellen Stand der Bemühungen und über die Entwicklung der Energie- und Wasserverbräuche der städtischen Liegenschaften mit den dazugehörigen Kosten, CO₂-Emissionen und den Fortschritten beim Einsatz erneuerbarer Energien informiert der Energiebericht 2023. Außerdem werden Informationen zur Umsetzung des Gebäudeenergiegesetzes sowie wichtige Handlungsfelder und Projektbeispiele der Jahre 2021 und 2022 aus dem Hochbaubereich dargestellt. Mit diesem Bericht lade ich Sie ein, sich über die vielfältigen Aktivitäten des Planungs- und Baureferats auf diesem Feld zu informieren.



Daniel F. Ulrich
Planungs- und Baureferent
der Stadt Nürnberg





1

Überblick

2

**Entwicklung
Kosten, Verbräuche,
CO₂-Emissionen,
erneuerbare Energien**

3

**Handlungsfelder
und Projektbeispiele
aus den Jahren
2021/2022**

4

**Einsparerfolge
in Eigenbetrieben**



Treppenhaus Hochbauamt Stadt Nürnberg



Überblick

1

1.0 Überblick

Eine aktive Energiebewirtschaftung für die kommunalen Liegenschaften wird heute als Pflichtaufgabe anerkannt. Klimaschutz, inzwischen auch Anpassung an den Klimawandel, Ressourcenschonung und Kosteneinsparungen sind die

wichtigsten Beweggründe, Energiemanagement zu betreiben.

Dies ordnet sich ein in allgemeine Ziele des Gebäudemanagements wie Werterhalt zu sichern, Kosten zu senken und Effizienz zu steigern. Wichtige Kriterien

dabei sind die Funktionalität von Gebäuden und technischen Anlagen, die Zufriedenheit der Nutzenden, die Entwicklung der Betriebskosten und die Dauerhaftigkeit der Konstruktionen.

Die Zielstellungen für ein kommunales Energiemanagement sind deshalb:

- ▶ den Energieverbrauch zu reduzieren,
- ▶ die Energie- und Wasserkosten zu optimieren,
- ▶ die energiebedingten Schadstoffemissionen zu senken sowie
- ▶ eine Vorbildfunktion wahrzunehmen.

Instrumente zur Umsetzung:

Energiecontrolling	▶ Verbrauchsdatenbeschaffung, -pflege und -überwachung (Wärme, Strom, Wasser), ▶ Erweiterung der automatisierten Datenerfassung ▶ Bewertung mittels Vergleichskennzahlen/Benchmarks ▶ Gebäudebegehungen, Messungen, Schwachstellenanalysen, Zählerkonzepte ▶ Regelmäßige Rückmeldungen an hausverwaltende Dienststellen ▶ Intervention bei Auffälligkeiten ▶ Initiierung von Optimierungsmaßnahmen und Erfolgskontrolle
Energieaudit	▶ Energieaudits nach DIN EN 16247-1 für auditpflichtige Eigenbetriebe
Information und Motivation	▶ Motivationsprogramm „KEiM“ für Schulen und Kindertagesstätten ▶ Energiesparpreis für städtische Dienststellen und Eigenbetriebe ▶ Weiterführung EDI-Net-Projekt ▶ Energiespartipps, -broschüren ▶ Projekt-Infos ▶ Energiebericht ▶ Seminare, Workshops, Vorträge, Führungen
Optimierung Energielieferverträge	▶ Beratung bei Energie- und Wasserverträgen ▶ Energiepreisvergleiche ▶ Optimierung bei Energie- und Wasserverträgen, Tarifen und Anschlusswerten

Photovoltaikanlage auf der Kongresshalle
Bayernstraße 100, mit Blick auf die Nürnberger Burg



Essay: Klimaschutzfahrplan der Stadt Nürnberg

Die Stadt Nürnberg befasst sich seit langem intensiv mit dem Thema Klimaschutz (1991 Beitritt zum Klimabündnis der europäischen Städte). Der erste Klimaschutzfahrplan für den Zeitraum 2000-2010 wurde 2000 erstellt und befasste sich mit Datenerhebungen und Maßnahmenvorschlägen, um die CO₂-Minderungsziele zu erreichen (seinerzeit von -27 % bis zum Jahr 2010). Seitdem wird der Klimaschutzfahrplan konsequent fortgeschrieben und die Maßnahmen angepasst und weiterentwickelt:

► 2007: Klimaschutzfahrplan 2010-2020 mit dem Ziel -40 % bis zum Jahr 2020

► 2014: Klimaschutzfahrplan 2010-2050 mit dem Ziel -80 % bis zum Jahr 2050

Seit 2010 enthält er auch die Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Der Nürnberger Stadtrat hat im Juli 2019 den Klimaschutz als „zentrale Zukunftsaufgabe“ definiert und das anzustrebende Ziel der klimaneutralen Stadtverwaltung bis 2035 ausgegeben. Im Juni 2020 wurde der Klimaschutzfahrplan 2020-2030 aufgelegt (Ziel: -95 % Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2050, Gesamtstadt).



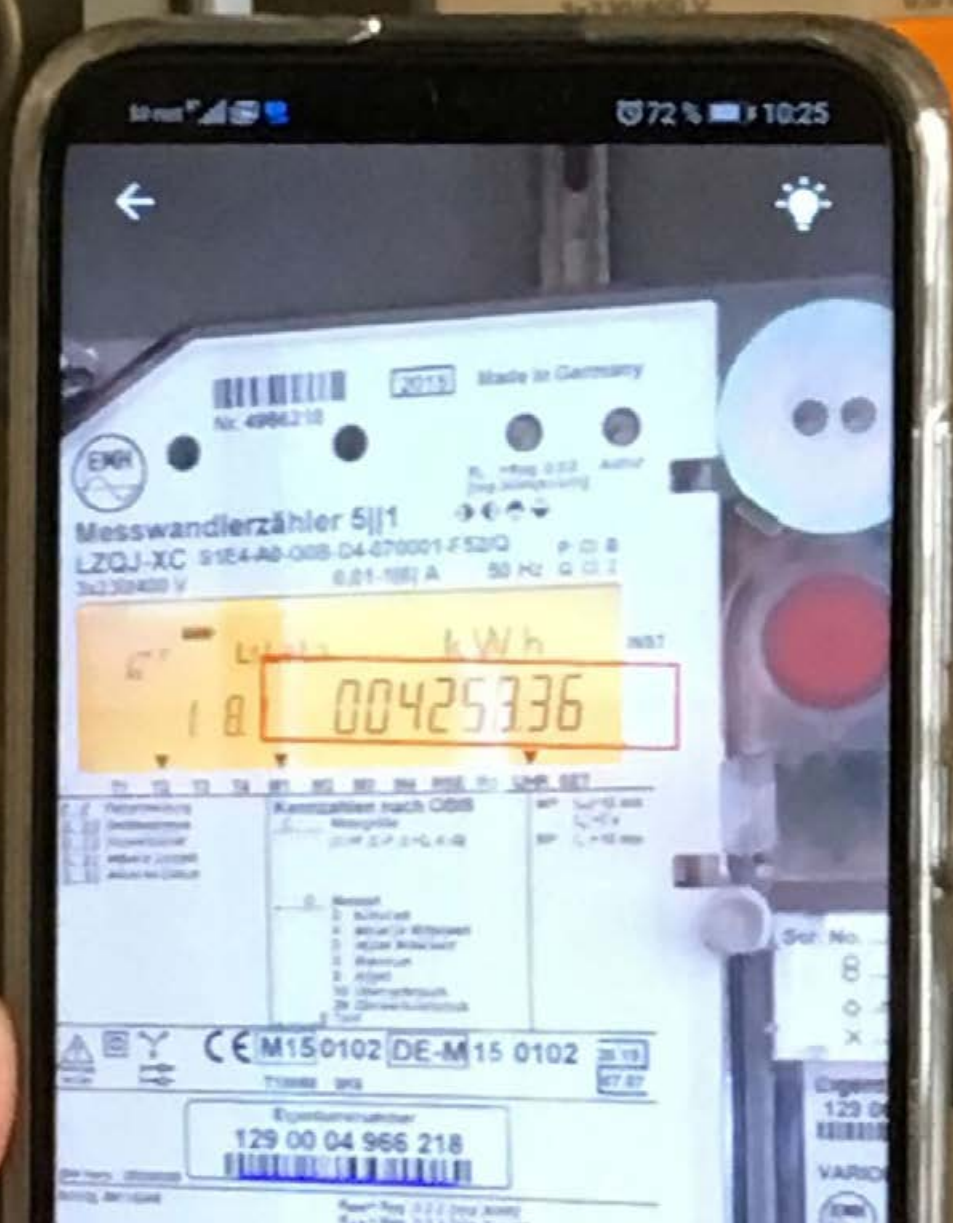
Prinzipiell gibt es zur Erreichung der formulierten Zielstellungen drei sich ergänzende Arbeitsrichtungen:

- Energie einzusparen, also weniger zu verbrauchen (Schwerpunkt vor allem beim Nutzerverhalten sowie bei organisatorischen, nicht- und geringinvestiven Maßnahmen),
- Gebäude und Anlagentechnik zu sanieren und Neubauten energieeffizient zu errichten, möglichst unter konsequenter Beachtung der Ressourcenschonung
- die verbleibenden Energiebedarfe mit einem möglichst hohen Anteil regenerativer Energieformen zu decken.

Instrumente zur Umsetzung:

Energetische Qualitätssicherung	► Klimaneutrale Stadtverwaltung: Entwicklung der Maßnahmen (Umsetzungsfahrplan) zur Zielerreichung, Umsetzungsverantwortung/Koordination ► Entwicklung energetischer Zielvorgaben und Standards, Umsetzungsbegleitung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Begleitung von Wettbewerben ► Erarbeitung von Energiekonzepten für Neubau und Sanierung ► Energiewirtschaftliche Beratung, Schadensanalysen ► Durchführen energetischer Projektsteuerung über Planung und Bau mit Monitoring und energetischer Betriebsoptimierung ► Umsetzung Gebäudeenergiegesetz: Energieausweise, Aushangpflicht, Nachrüstung oberster Geschossdeckendämmung ► Fachprojektleitung Bauphysik im Rahmen von Bauprojekten
Fördermittelakquise	► Einwerben von energetischen Fördermitteln inkl. Abwicklung der Förderprogramme
Projekte	► Durchführen von Pilot-, Lern- und Demonstrationsprojekten ► Erneuerbare Energien einsetzen (z.B. Solaranlagen, Wärmepumpen) ► Umsetzung des Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetzes – GEIG
Nachhaltigkeit	► Entwickeln von Kriterien angelehnt an das Qualitätssiegel der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), Koordination der Umsetzung im Bauprozess ► Erproben der Holz- und Holzhybridbauweise als Alternative zum Massivbau ► Einsatz von demontierbaren und wiederverwendbaren Baustoffen prüfen







App zur Zählerdatenerfassung

Entwicklung
Kosten, Verbräuche,
CO₂-Emissionen,
erneuerbare Energien

2

Entwicklung Kosten, Verbräuche, CO₂-Emissionen und erneuerbare Energien

Dargestellt sind die Energie- und Wasserkosten, die Verbräuche sowie die energiebedingten CO₂-Emissionen für sämtliche städtische Gebäude (ca. 1.900) mit einer Nettogrundfläche von derzeit rund 1,62 Mio. m². Dies beinhaltet die Daten aller städtischen Dienststellen sowie der städtischen Eigenbetriebe Ab-

fallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (ASN), Servicebetrieb Öffentlicher Raum (SÖR, inkl. Straßenbeleuchtung), Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), NürnbergBad (NüBad) und NürnbergStift (NüSt).

Die Corona-Pandemie hatte in der Heizperiode 2021 noch einige Auswirkungen,

da z.B. bei wieder normalisiertem Schulbetrieb sowohl die in großer Zahl installierten Luftreiniger den Stromverbrauch als auch häufiges Lüften bei gleichzeitigem Heizbetrieb den Wärmeverbrauch in die Höhe trieben. Eine detailliertere Auswertung zu diesem Thema ist in Kapitel 3.5 zu finden.

Gesamtbilanz

Für die stadteigenen Gebäude sind die mit den Energie- und Wasserlieferanten abgerechneten Verbräuche und Kosten von Strom, Wärme und Wasser sowie die damit einhergehenden CO₂-Emissionen in der Tabelle zusammengefasst.

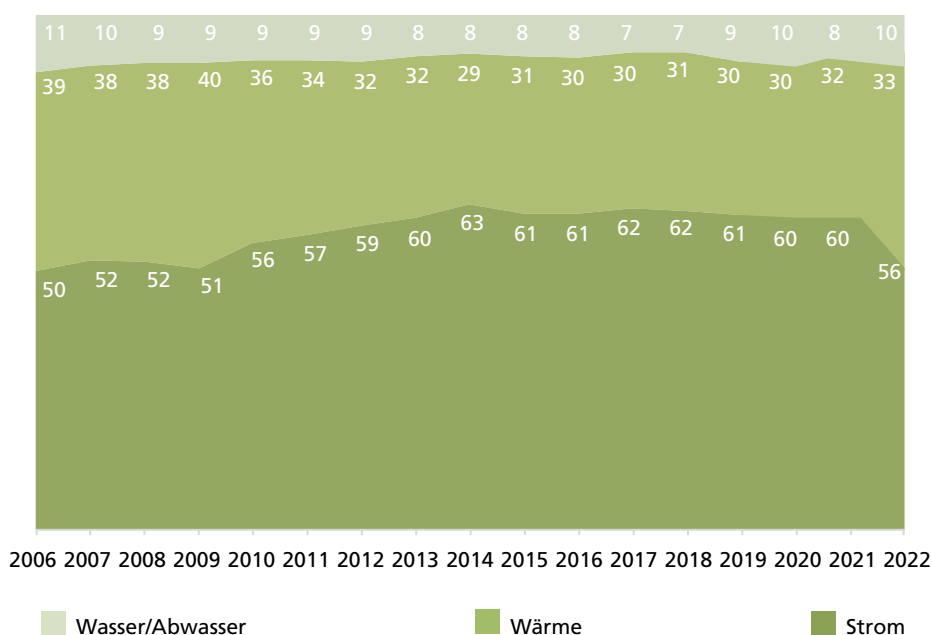
Verbräuche, Kosten und CO₂-Emissionen im Jahr 2022

	Verbrauch	Kosten	CO ₂ -Emissionen
Strom	102,4 GWh	19,03 Mio. €	28.469 t
Wärme	144,2 GWh	11,35 Mio. €	29.080 t
Summe Energie	246,6 GWh	31,9 Mio. €	57.549 t
Wasser/Abwasser	0,641 Mio. m ³	3,53 Mio. €	
Summe Energie und Wasser		33,9 Mio. €	57.549 t

Strom hat weiterhin den größten Anteil an den Kosten. In den letzten Jahren war der Kostenanteil des Stroms relativ gleichbleibend im Bereich von 60 %. 2022 fiel dieser Anteil auf 56 % bei etwa gleichem Verbrauchsanteil (41,2 %), was auf einen relativ größeren Preisanstieg der Wärme im Vergleich zum Strom in diesem Jahr hindeutet.

Die Auswirkungen der Energiekrise auf die Kosten können erst im nächsten Energiebericht dargelegt werden.

Entwicklung Kostenanteile in %



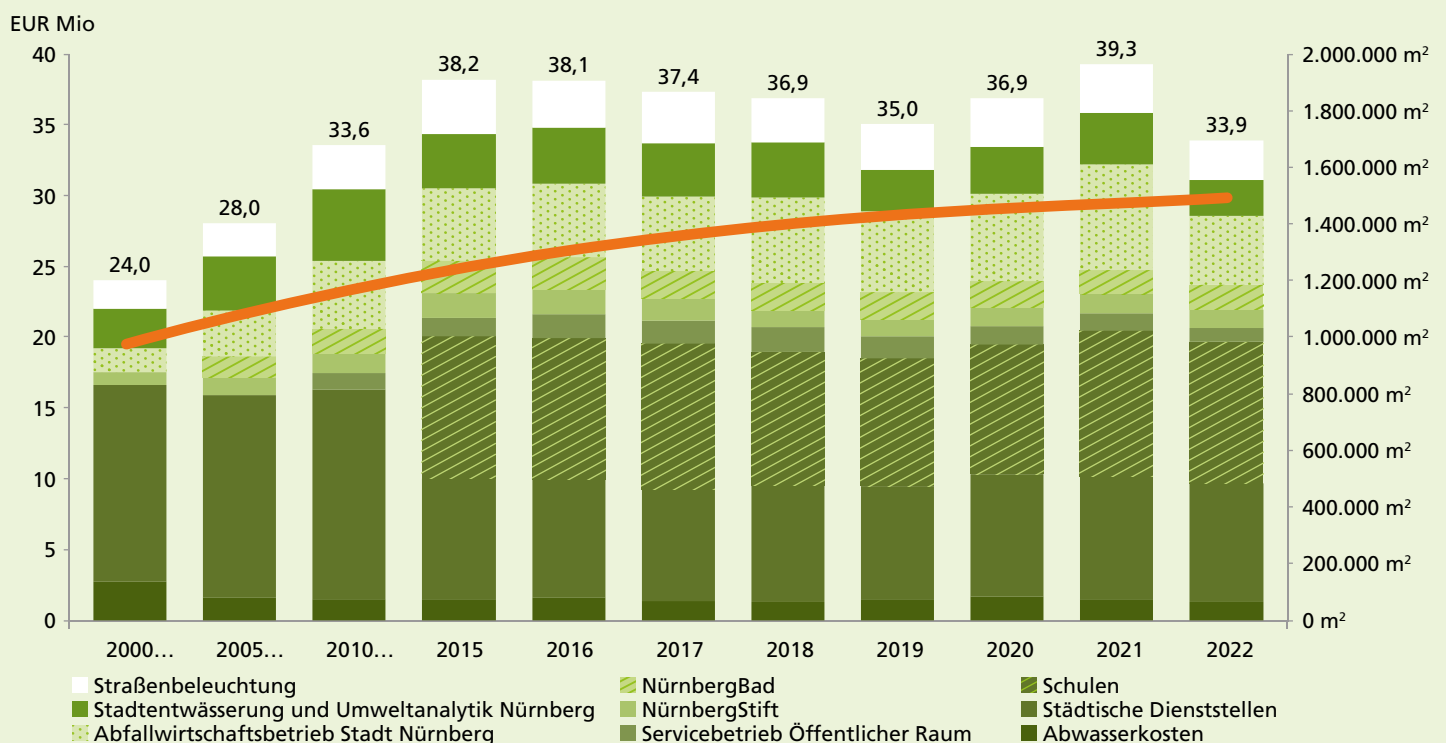
Die Entwicklung der Gesamtkosten für Energie und Wasser basiert auf den tatsächlich abgerechneten Daten des Nürnberger Energieversorgungsunternehmens N-ERGIE AG, des Zweckverbandes Schwarzachgruppe sowie verschiedener Öl-, Flüssiggas- und Holzlieferanten. Die Abwasserkosten stehen in direktem Bezug zu den Frischwasserverbräuchen und sind entsprechend berechnet. Der bis 2019 laufende Trend zu sinkenden Gesamtkosten wurde leider nach Aktualisierung der Statistik mit nachge-

reichten Daten aus vergangenen Jahren bereits 2020 durchbrochen. Allerdings zeichnet sich für 2022 eine Entspannung ab. Wenn sich die Zahlen für 2022 im nächsten Energiebericht bestätigen, wäre das ein nennenswerter Erfolg der städtischen Einsparbemühungen im Zuge der Energiekrise 2022. Siehe auch Kapitel 3.5.

Die Bautätigkeit ist auch in den vergangenen Jahren weitergegangen, so dass inzwischen ein Flächenzuwachs von mehr als 40 % seit dem Jahr 2000

zu verzeichnen ist. Betrachtet man vor diesem Hintergrund die gestiegenen Energie- und Wasserkosten, so lag der (vorläufige) Wert für 2022 exakt im Gleichklang mit dem Flächenzuwachs. Effizienzmaßnahmen bei Bau, Sanierung und Betrieb der Gebäude konnten also den rechnerisch zu erwartenden zusätzlichen Anstieg infolge von Inflation, gesteigener Technisierung der Gebäude und höherer Gestehungskosten komplett ausgleichen.

Kostenentwicklung in EUR für Energie und Wasser mit Nettoraumfläche (orangefarbene Linie)



Im Vergleich zum letzten Energiebericht haben die Eigenbetriebe ihren Anteil an den Gesamtkosten im Jahr 2022 stark reduziert und tragen inklusive der Straßenbeleuchtung nur noch 42 %

der Gesamtkosten bei. Die Städtischen Dienststellen haben inzwischen einen Anteil von ca. 54 %. Alleine die Schulen weisen einen Anteil an den Gesamtkosten von fast 30 % auf.

2.3 Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche

Die nachfolgend dargestellten Verbrauchsentwicklungen für Wärme, Strom und Wasser schließen die städtischen Dienststellen sowie die Eigenbetriebe ASN, SÖR (inkl. Straßenbeleuchtung), SUN, NüBad und NüSt ein.

Die Verbräuche des von der N-ERGIE bezogenen **Stroms** (ohne Strom aus Photovoltaik und BHKW-Strom aus Klär- oder Erdgas) sind nach einem – vermutlich Corona-Lockdown-bedingten – Tiefpunkt im Jahr 2020 im Folgejahr 2021 wieder stark angestiegen. Auch dieser starke Anstieg ist wahrscheinlich coronabedingt, weil nach den Lockdowns mit geringen Verbräuchen die Wiederöffnung von Schulen und Kitas im „Corona-Betrieb“ zu erheblichen Mehrverbräuchen führte. Gründe dafür sind sowohl neu beschaffte Luftfiltergeräte als auch die Entscheidung, vorhandene Lüftungsanlagen auf hoher Stufe im Dauerbetrieb laufen zu lassen. Mit dem Ende der Coronamaßnahmen hat sich auch der Stromverbrauch wieder normalisiert und lag 2022 auf relativ niedrigem Niveau.

Im Vergleich zum Jahr 2000 konnte der Stromverbrauch absolut um gut 29 % reduziert werden.

Der Anteil der Eigenbetriebe an den Verbräuchen, die u.a. auch (bei ASN, SUN,

SÖR) einen hohen Anteil an Prozesstechnik betreiben, ist im Jahr 2022 leicht auf rund 63 % gefallen; die Schulen wiesen 2021 einen Anteil von 15 % und 2022 von 17 % auf, die restlichen städtischen Dienststellen lagen 2021 bei rund 19 % und 2022 bei 20 %. Damit nimmt die Entwicklung wieder einen Trend auf, der bereits vor Corona ansatzweise zu erkennen war. Nämlich, dass der Verbrauchsanteil der Schulen sowie der städtischen Dienststellen im Vergleich zum Anteil der Eigenbetriebe immer

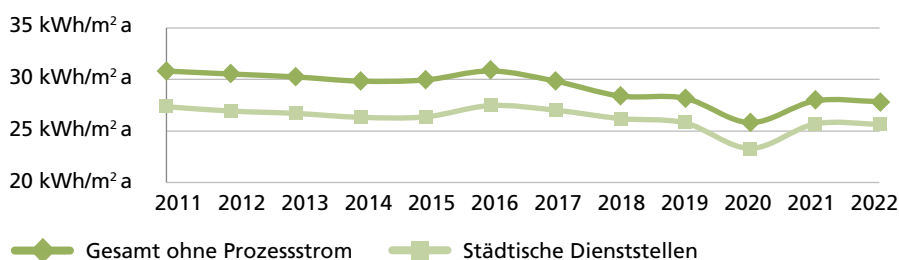
größer wird. Dies lässt darauf schließen, dass der Flächenzuwachs hauptsächlich in diesem Bereich stattfindet und dass sowohl in Neubauten als auch bei Sanierungen immer mehr stromverbrauchende Technik eingebaut wird. Die fortschreitende Digitalisierung in Schulen und der Verwaltung könnte ebenfalls einen Anteil daran haben.

Der Verbrauch für die Straßenbeleuchtung in 2021/2022 ist wieder leicht gesunken und setzt seinen positiven Trend damit fort.

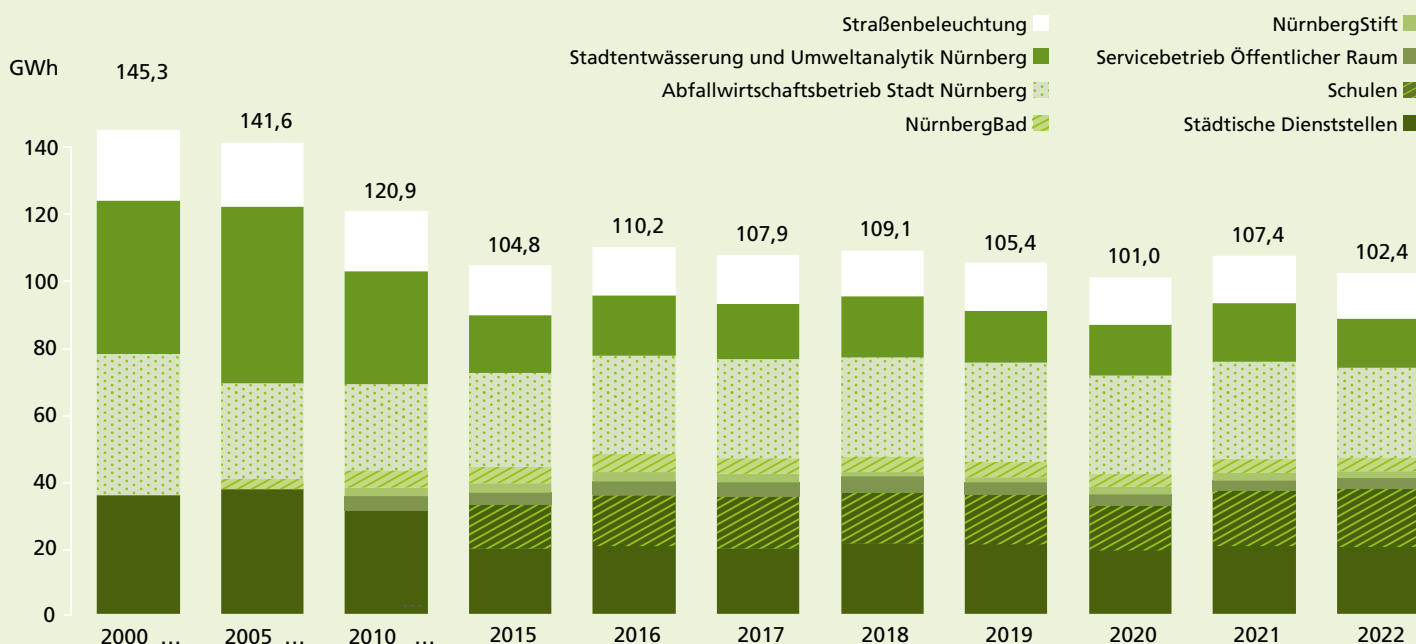
Die Entwicklung der flächenbezogenen Stromverbräuche (NRF) zeigt seit 2011 (mit Ausnahme 2016) im Trend ein langsames kontinuierliches Absinken. Nach der „Corona-Delle“ 2020 sind die Stromverbräuche wieder etwa auf das Niveau von 2019 gestiegen, ohne die-

ses jedoch wieder ganz zu erreichen. Der Trend sinkender spezifischer Verbräuche ist jedoch deutlich abgeflacht, so dass zu befürchten ist, dass sich ohne weitere Effizienz-Anstrengungen in allen Bereichen auf diesem Niveau ein Sockel bildet.

Entwicklung der spezifischen Stromverbräuche in kWh/(m²a) (NRF)



Entwicklung der Stromverbräuche in Gigawattstunden GWh



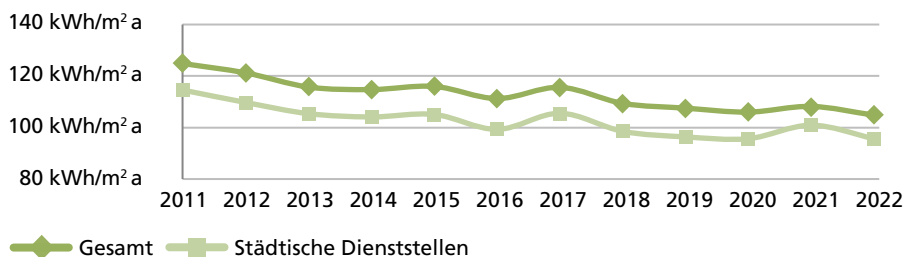
Die Verbräuche der von verschiedenen Lieferanten bezogenen **Heizenergie** (ohne Wärme aus Solarthermie, Geothermie, Klärgas) sind 2022 im Vergleich zum „Vor-Corona-Jahr“ 2019 um rund 5 % gestiegen. Witterungsbereinigt ergibt sich ein Anstieg um etwa 3,3 %. Eine Witterungsbereinigung wird rechnerisch durchgeführt, um Verbräuche in den einzelnen Jahren, unabhängig von der Temperatursituation in den jeweiligen Jahren (warmer/kalter Winter), vergleichbar zu machen. Diese witterungsbereinigten Jahresverbräuche sind im Diagramm jeweils links neben den tatsächlich gezählten Verbräuchen dargestellt. Der Wärmeverbrauch 2021 war geprägt durch Corona und stellt insofern – wie auch 2020 – eine Ausnahme dar. 2022 ist der Verbrauch wieder stark zurückgegangen, was einerseits si-

cher der überwundenen Coronakrise zu verdanken ist, andererseits aber auch auf die verstärkten Einsparbemühungen während der Energiekrise im Laufe des Jahres zurückzuführen ist. Beide Themen werden in Kapitel 3.5 ausführlicher behandelt.

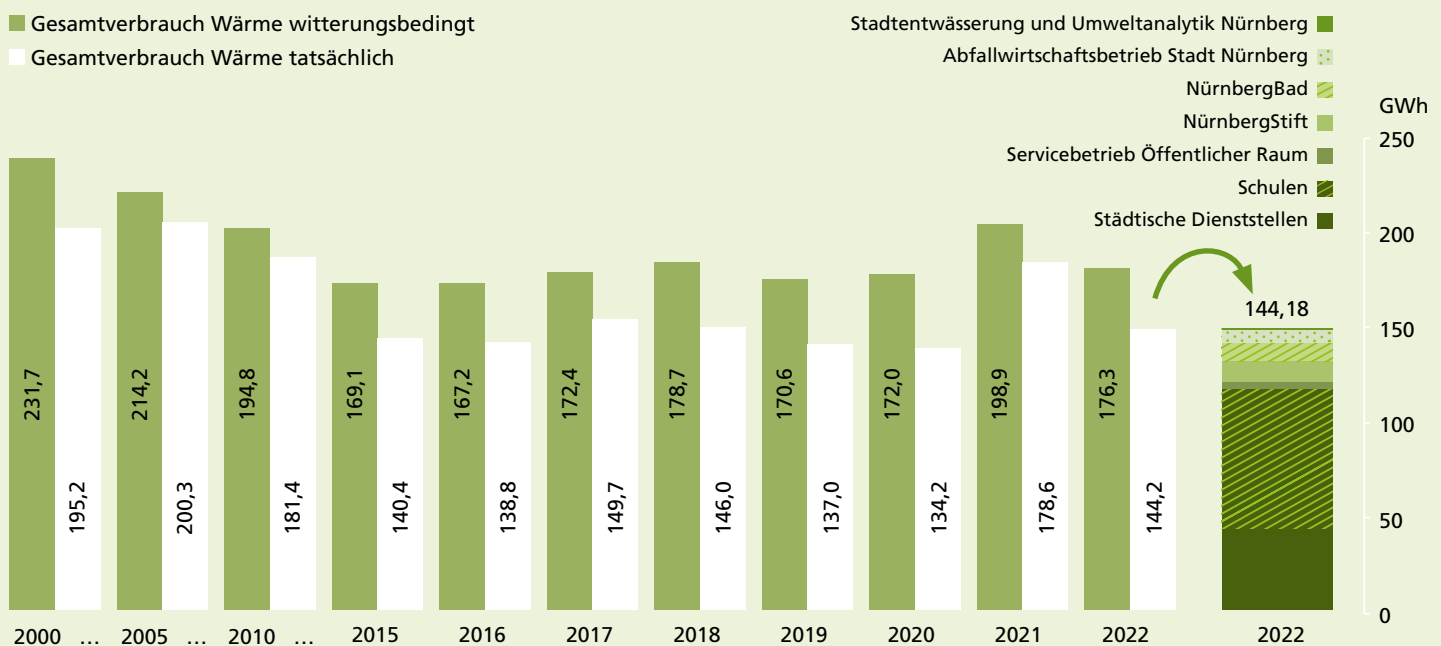
Trotz aller Einsparbemühungen wurde 2022 allerdings mehr Wärme verbraucht als noch im Vor-Corona-Jahr 2019. Auch witterungsbereinigt ist ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Es sollten also verstärkt Anstrengungen unternommen werden, um den Wärmeverbrauch im Gebäudebetrieb zusammen mit den technisch und organisatorisch verantwortlichen Personen zu optimieren. Bei Wärme spielt die Prozesstechnik der Eigenbetriebe keine Rolle. Die Anteilsverteilung unterscheidet sich folglich von der Verteilung beim Strom. Die Schulen weisen knapp 50 % des ge-

samten Wärmeverbrauchs auf, die übrigen städtischen Dienststellen gut 28 %. Die Eigenbetriebe NüBad (6,7 %) und NüSt (7,2 %) haben ihre Verbräuche anteilmäßig gegenüber dem letzten Bericht verringert. Wie bereits beim Stromverbrauch erwähnt, zeigt sich auch beim Wärmeverbrauch, dass der Anteil der Schulen und städtischen Dienststellen am Gesamtverbrauch ansteigt. Auch die spezifischen Verbräuche sind nach einem Anstieg 2021 im Jahr 2022 wieder gesunken, sogar auf einen Wert leicht unterhalb dem von 2019. Durch den Flächenzuwachs wurde also der absolute Mehrverbrauch mehr als ausgeglichen. Hier muss aber erwähnt werden, dass sich durch Nachlieferungen und spätere statistische Zuweisungen von Wärmeverbrauchsdaten für das Jahr 2022 diese sehr geringfügige spezifische Verbrauchsverringerung noch ins Gegenteil drehen könnte. Ebenfalls gilt weiterhin, dass dieser spezifische Wärmeverbrauch künftig kontinuierlich und viel stärker gesenkt werden muss, damit trotz Flächenzuwachs eine signifikante Wärmeverbrauchsreduzierung für den städtischen Gebäudebestand erreicht wird. Dies kann nur auf dem Wege möglichst effizienter Neubauten in Kombination mit einer relevanten Sanierungsquote erfolgreich sein.

Entwicklung der spezifischen Heizenergieverbräuche in kWh/(m²a) (NRF)



Entwicklung der Heizenergieverbräuche in Gigawattstunden GWh



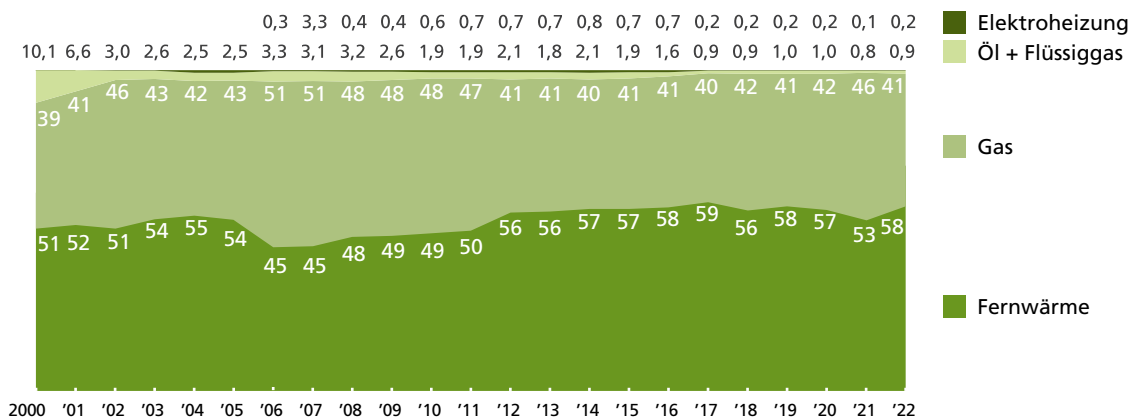
Seit Ende 2021 wird die Fernwärme des Energieversorgers N-ERGIE mit dem Primärenergiefaktor 0,24 bewertet.

Dies ist im Vergleich zur früheren Bewertung mit 0,00 eine praxisgerechtere, aber primärenergetisch immer noch sehr gute Bewertung. Der Anteil der Fernwärme an den nicht erneuerbaren Energieträgern

für Wärme ist nach einem deutlichen Rückgang 2021 im Jahr 2022 wieder auf knapp 58 % gestiegen. Der Anteil von Erdgas konnte leicht auf gut 41 % reduziert werden. Andere Energieträger wie Öl oder Strom sind mit etwas mehr als 1 % weiterhin nicht relevant. Zukünftig wird der vermehrte Einsatz von Wärmepumpen

in Neubauten und als Ersatz von Gasheizungen im Zuge der Klimaneutralitätsstrategie der Stadt Nürnberg jedoch für ein erhöhtes Gewicht des Stroms am Energiemix für die Wärmegewinnung sorgen. Dieser Strom wird künftig aus erneuerbaren Quellen stammen und somit den Anteil fossiler Energieträger sukzessive verringern.

Entwicklung der Anteile der Energieträger zur Wärmeversorgung in %

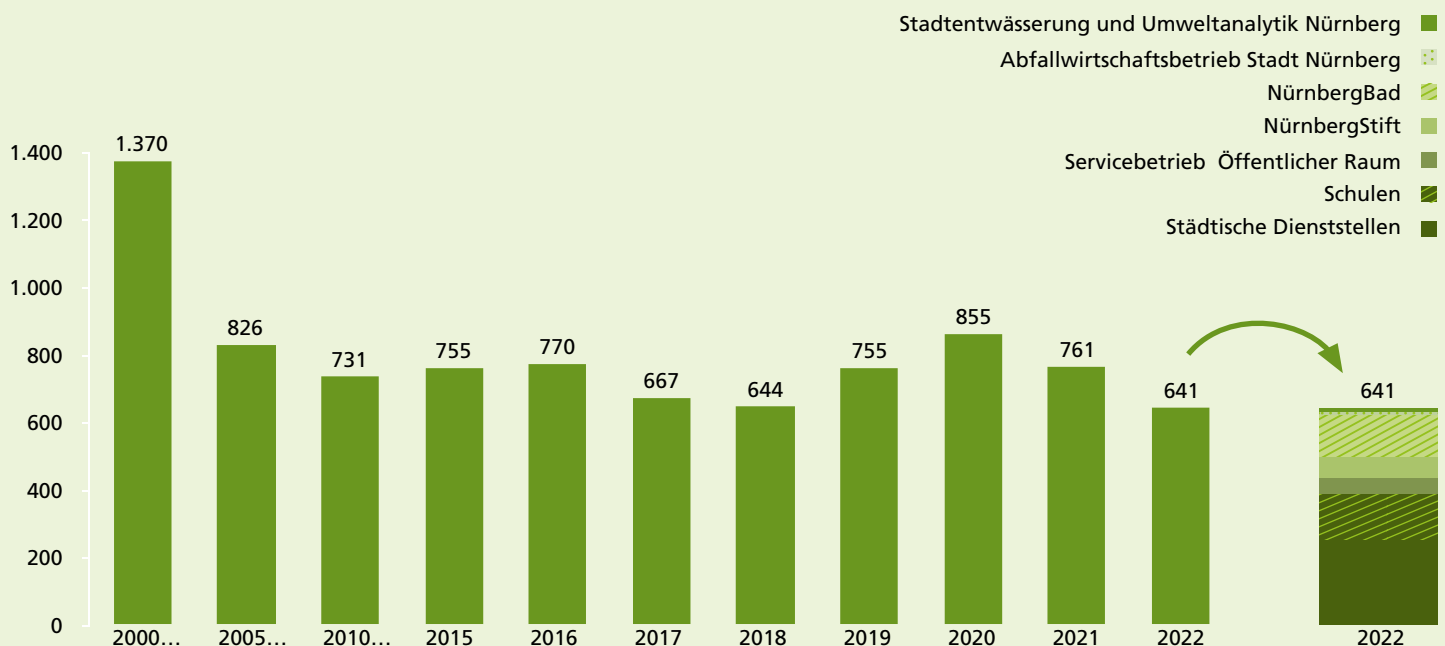


Im Gegensatz zum letzten Energiebericht zeigt nach neuestem Datenstand das Jahr 2020 einen sehr hohen **Wasserverbrauch** – mehr als 13 % Anstieg gegenüber 2019. Diese Änderung gegenüber der ursprünglichen Aussage ist bedingt durch erst nach Erscheinen

des letzten Energieberichts gemeldete Wasserverbräuche. Die Anstiege sind bei SUN (dreifacher Verbrauch ggü. 2019), NürnbergStift (+60 %) und vor allem bei den städtischen Dienststellen (+30 %) zu verorten. 2021 und 2022 sank der Wasserverbrauch dann wieder, 2022

sogar auf den bisher niedrigsten Wert. Allerdings steht auch diese Aussage unter dem Vorbehalt eventuell später nachgereicher Verbrauchsdaten. Der Anteil der städtischen Dienststellen am Gesamtverbrauch lag 2022 bei über 38 % und somit um 4 % höher als noch 2020.

Entwicklung der Wasserverbräuche (in 1.000 m³)



Mit dem Stadtratsbeschluss zur klimaneutralen Stadtverwaltung vom 26.10.2022 wurde zur Überprüfung des Projektfortschritts eine jährliche Berichtspflicht zu den CO₂-Emissionen und Energieverbräuchen der Stadtverwaltung (Strom, Gas, Fernwärme) sowie dem jeweiligen Anteil erneuerbarer Quellen an den Energieträgern für das jeweils abgelaufene Jahr eingeführt. Zusätzlich soll ein Soll-Ist-Vergleich mit den auf Basis des beschlossenen Umsetzungspfads zu erwartenden Werten erfolgen. Die

zukünftig in dieser Auswertung genutzten CO₂-Emissionsfaktoren werden mit dem Energieversorger und Ref. III abgestimmt. Bis einschließlich 2022 erfolgen die Auswertungen auf Basis des von der N-ERGIE im eigenen Strom-Energiemix für den „Verbleibende(n) Energiemix“ ausgewiesenen Faktors. Der CO₂-Emissionsfaktor für Strom ist 2021 auf einen neuen Tiefstand von nur 210 g/kWh gefallen, allerdings 2022 wieder auf 259 g/kWh angestiegen. Der Grund dafür liegt bei den im Gesamtnetz veränderlichen

Anteilen der unterschiedlichen Kraftwerksarten und Primärenergieträger, auf welche der einzelne Energieversorger nur geringen Einfluss hat. Wenn z.B. zur Netzstabilisierung häufiger Gaskraftwerke zugeschaltet werden und PV-Anlagen abgeriegelt werden mussten, wirkt sich das in der Gesamtbilanz negativ aus. Die Emissionswerte der anderen Energieträger bleiben i.d.R. bis auf minimale Änderungen gleich. So schwankt z.B. der Wert für Erdgas zwischen 200 und 203 g/kWh.

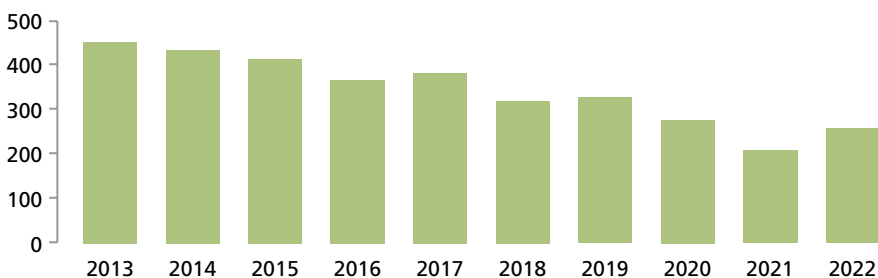
Die Gesamtemissionen an Kohlenstoffdioxid sind trotz des relativ niedrigen Emissionsfaktors für Strom im Jahr 2021 recht stark angestiegen. Auch die Emissionen aus dem Stromverbrauch sind nach den sehr geringen Verbräuchen 2020 leicht an-

gestiegen, der weitaus größere Anteil am Anstieg ist aber dem Erdgas zuzuordnen. In geringerem Maße trägt auch die Fernwärme zum Anstieg bei, da diese bekanntlich zu etwa 2/3 mittels Erdgas produziert wird. 2022 sind die Emissionen dann wie-

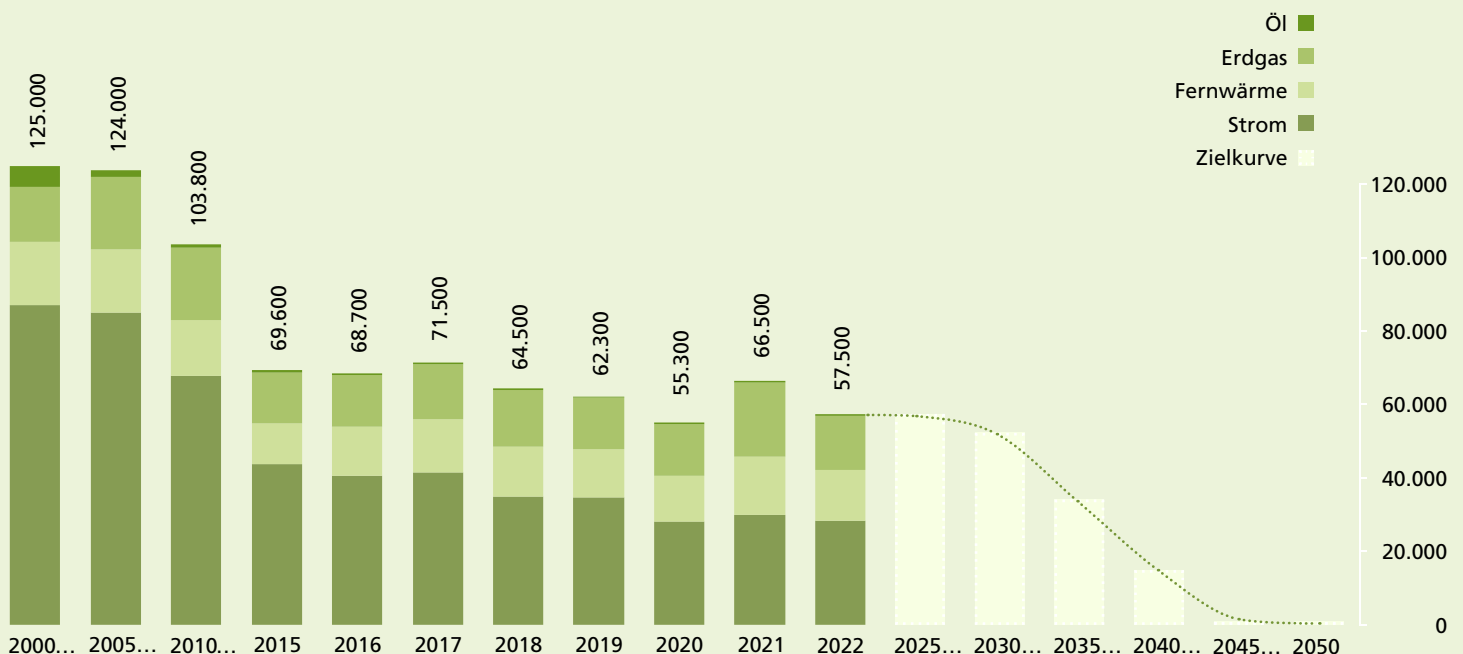
der um 13,5 % auf einen Wert gesunken, der nur 4 % über den geringen Emissionen des „Coronajahres“ 2020 liegt. Auch hier ist also eine Normalisierung sichtbar, aber leider ist dennoch klar der Bruch des Trends zu erkennen, nachdem in den vergangenen Jahren kontinuierlich Emissionen gesenkt werden konnten.

Künftig wird der verbrauchte Strom als regional produzierter Ökostrom keine CO₂-Emissionen mehr produzieren. Umso mehr muss, wie bereits im vergangenen Energiebericht bemerkt, künftig insbesondere im Bereich der Wärme sehr stark auf emissionsarme Energieträger umgestellt werden, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen.

Entwicklung CO₂-Faktor Strom im N-ERGIE-Netz in g/kWh



Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen von 2000 bis 2022, sowie Zielwerte bis 2050 in Tonnen



2.5 Erneuerbare Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien ist ab 2006 nennenswert. Den größten Anteil an der erneuerbaren Strombedarfsdeckung übernehmen weiterhin die mit Klärgas betriebenen Blockheizkraftwerke (BHKWs) des Klärwerkes (SUN). Noch immer ist die Anteilsdeckung am

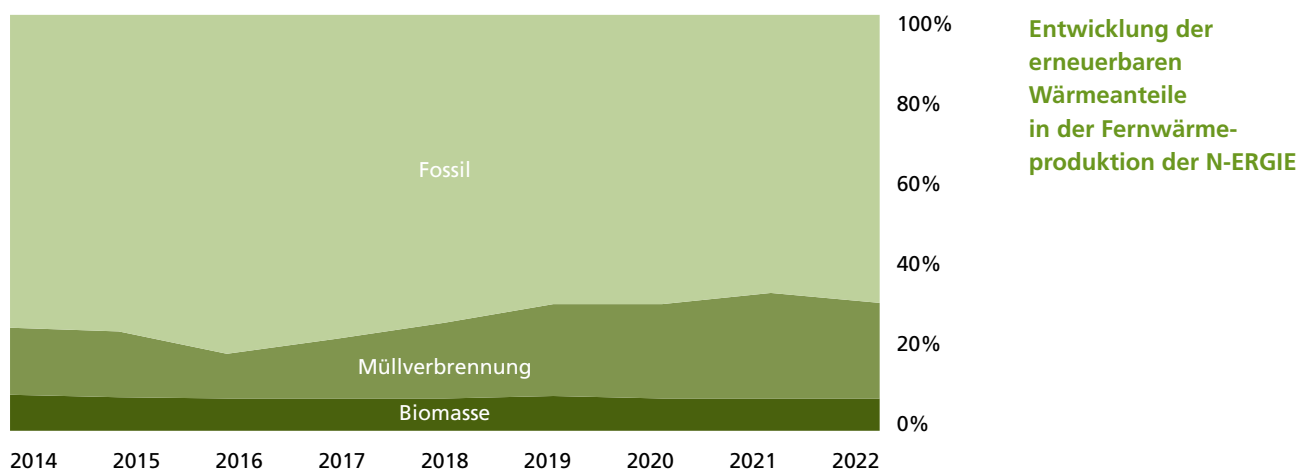
Gesamtstromverbrauch der städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe durch stadteigene Photovoltaikanlagen (PV) mit knapp 0,9 % im Jahr 2022 nahezu verschwindend gering. Allerdings findet auf diesem niedrigen Niveau ein starker Anstieg statt, der Zubau an

PV-Stromproduktion zwischen 2020 und 2022 betrug gute 18 %. Die städtische PV-Strategie wird diese Entwicklung noch weiter beschleunigen. Weitere Information dazu finden Sie in Kapitel 3.1.

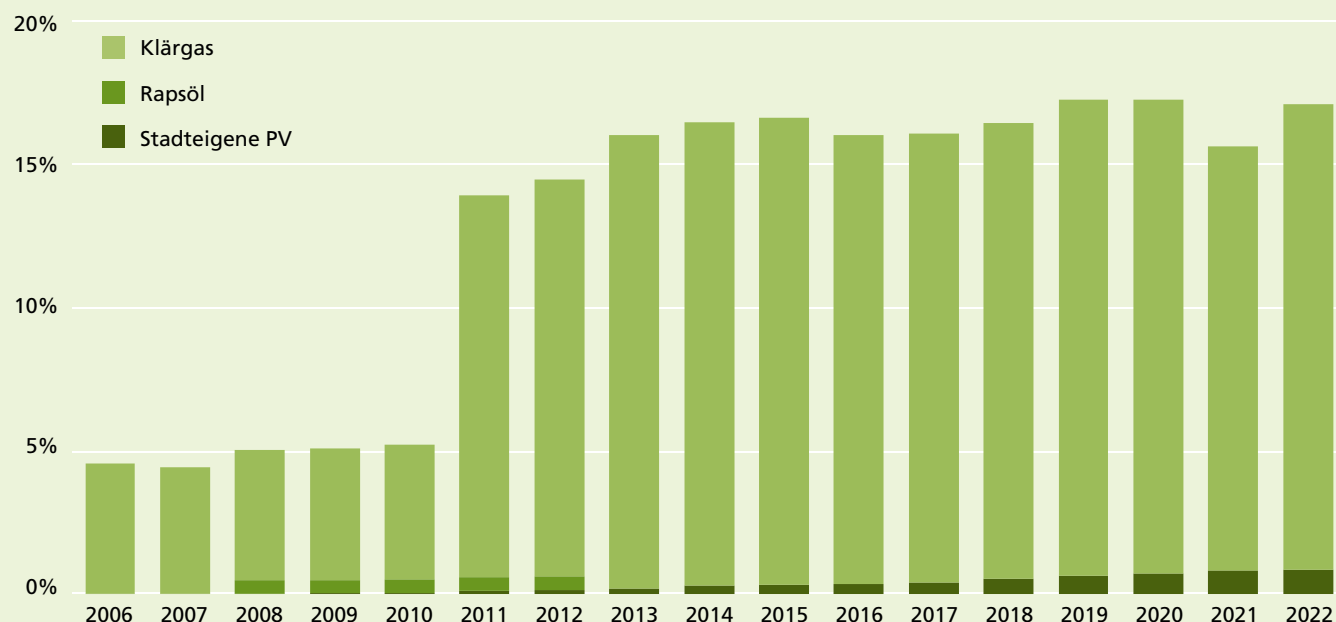
Der Anteil regenerativ erzeugter Wärme am gesamten Wärmeverbrauch beträgt seit 2019 stabil über 20 %. Die Fernwärme mit ihren als erneuerbar

geltenden Anteilen durch Müllverbrennung und Biomasse ist weiterhin der bestimmende Faktor in diesem Bereich. Der Anteil des Klärgases an der Wärme-

produktion für die Gebäudebeheizung im Klärwerk ist nach einem Einbruch 2021 wieder leicht angestiegen und beträgt 2022 etwa 3,3 %.

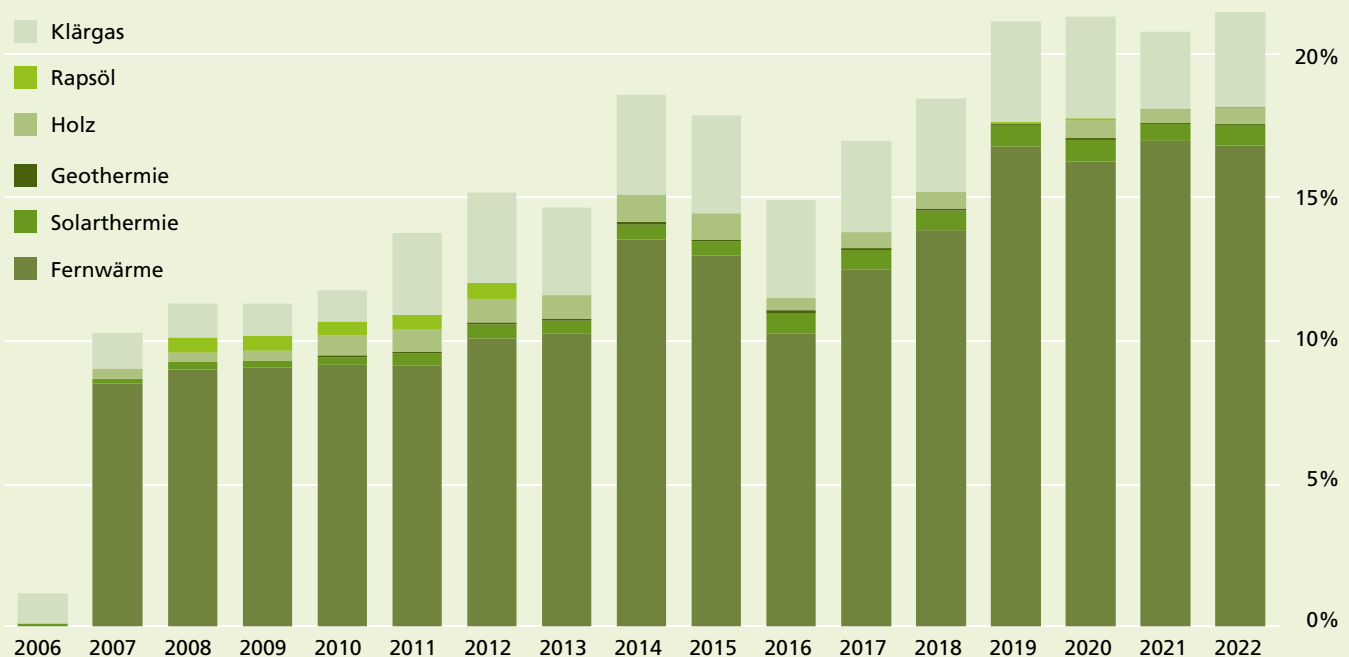


Nutzung von regenerativ eigenerzeugtem Strom





Nutzung von regenerativ erzeugter Wärme



2.6 Energiepreisentwicklungen

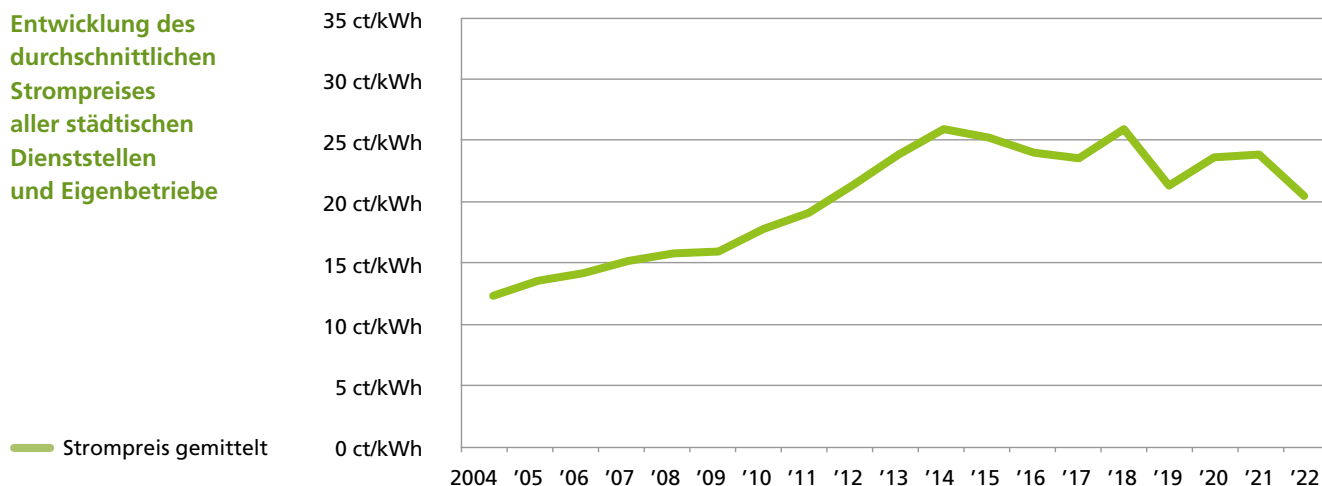
Bei den **Strom**lieferungen durch den Nürnberger Energieversorger N-ERGIE wird je nach Verbrauchsstruktur und Anschlussart der Gebäude zwischen verschiedenen Netzebenen unterschieden. Es wird deshalb ein über alle Netzebenen gemittelter spezifischer Strompreis errech-

net und dargestellt. Dazu wird der gesamte Strombezug zu den Gesamtkosten ins Verhältnis gesetzt.

Der so gemittelte Strompreis für alle städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe inkl. Grundkosten und Gebühren betrug im Jahr 2022 20,41 ct/kWh. Der Abwärts-

trend ist somit bei der diesjährigen Auswertung noch stabil. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Kosten zumindest für 2023 aufgrund der Energiekrise infolge des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine stark ansteigen werden. Dies gilt auch für die Erdgaspreise.

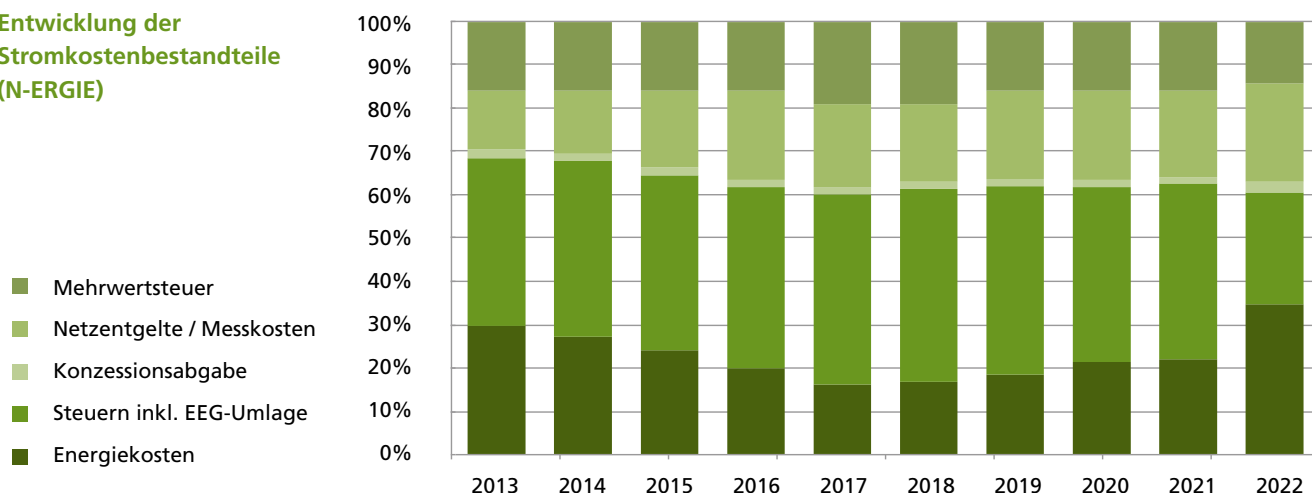
Entwicklung des durchschnittlichen Strompreises aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe



Eine Analyse der Strompreisbestandteile der N-ERGIE zeigt, dass der Anteil der reinen Energiekosten 2022 sehr stark ange-

stiegen ist. Dies ist mit dem vollständigen Wegfall der EEG-Umlage ab Mitte 2022 zu erklären.

Entwicklung der Stromkostenbestandteile (N-ERGIE)

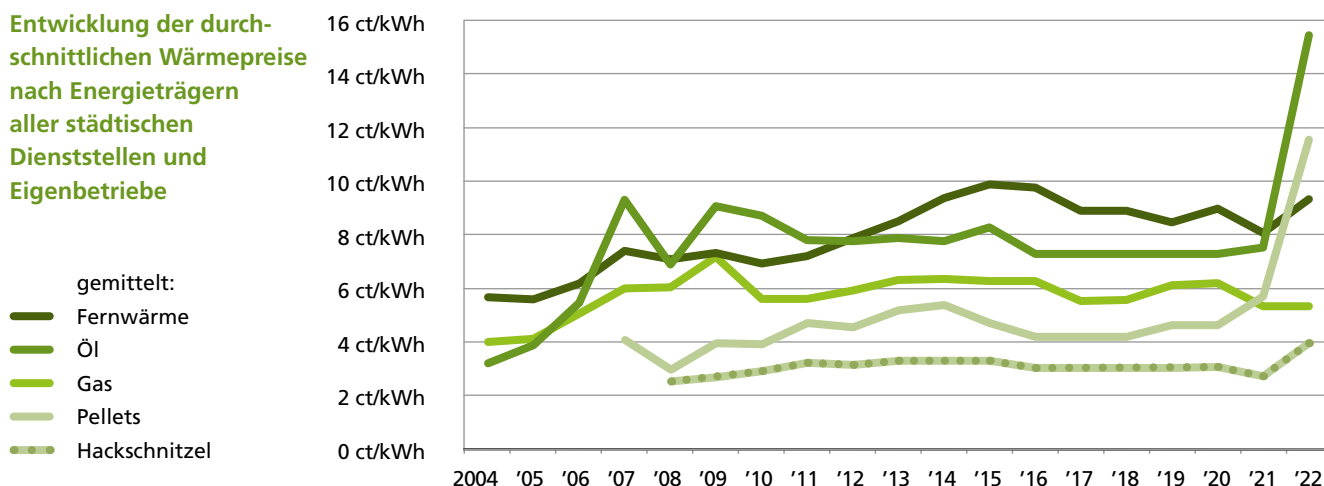


Die Nürnberger Fernwärme ist 2022 erstmalig als der teuerste **Wärme**-Energieträger abgelöst worden. Sowohl Heizöl, als auch Holzpellets haben sich von 2021 auf 2022 extrem verteuert und sind nun die teuersten Energieträger. Allerdings ist dies leicht mit der ad-hoc Beschaffung dieser beiden Energieträger zu erklären:

Wenn Öltanks oder Pelletbunker leer sind, muss zum dann jeweils aktuellen Marktpreis nachbeschafft werden. Dagegen bestehen für Gas- und Fernwärme i.d.R. längerfristige Lieferverträge zu vereinbarten Konditionen. Wie beim Strom werden sich auch hier erst im nächsten Energiebericht die Ver-

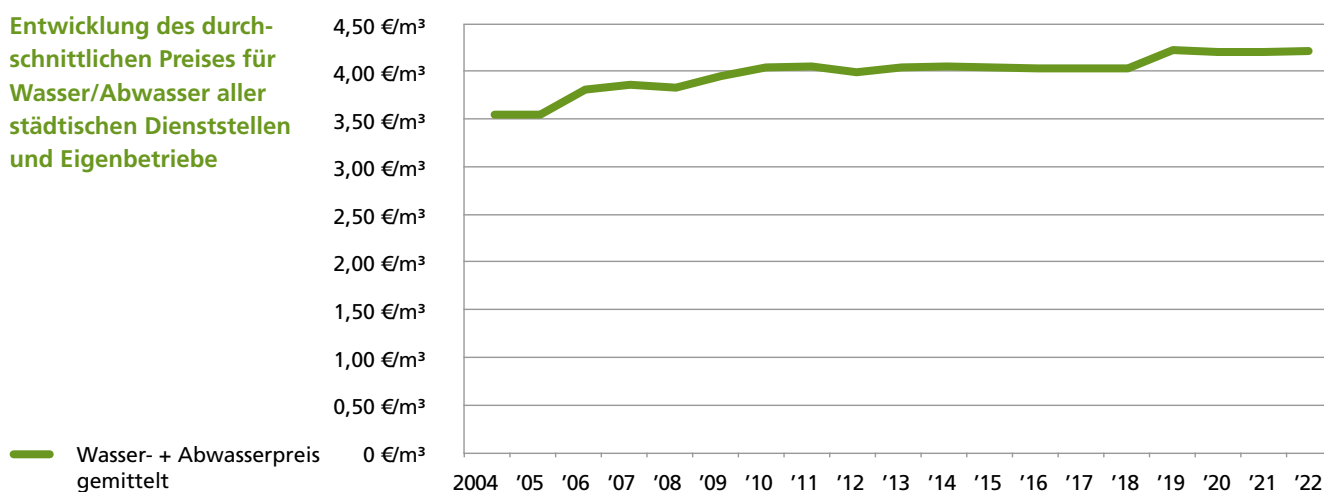
werfungen auf dem Energiemarkt in den Jahren 2022/2023 bemerkbar machen. Zur Berechnung der Preise werden auch hier die mittleren spezifischen Wärmekosten, je als Verhältnis aus Gesamtkosten und Gesamtbezug, dargestellt.

Entwicklung der durchschnittlichen Wärmepreise nach Energieträgern aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe



Die Preise für **Frischwasser inkl. Abwasser** haben sich 2019 erstmals seit fast zehn Jahren wieder leicht erhöht und lagen 2022 stabil bei 4,19 EUR/m³.

Entwicklung des durchschnittlichen Preises für Wasser/Abwasser aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe







Handlungsfelder und Projektbeispiele aus den Jahren 2021/2022

3

Handlungsfelder und Projektbeispiele aus den Jahren 2021/2022

Bereits 1997 wurde vom Nürnberger Stadtrat der Aufbau und 1999 der weitere Ausbau eines Energiemanagements bei der Stadt Nürnberg beschlossen. Die aktive Umsetzung dieser Aufgabe hat seither das Hochbauamt mit dem Kommunalen Energiemanagement (KEM) übernommen. Grundlegende Aufgabe von KEM ist es, **ENERGIESPAREN ZU ORGANISIEREN**, diesen Prozess innerhalb der Stadtverwaltung also zu steuern und zu führen.

Nach rund 25 Jahren wurde eine große Stabilität und Kontinuität mit einem breit gefächerten Instrumentarium zum **ENERGIESPAREN** erreicht.

Neben den klassischen Energiecontrollingaufgaben sind in den letzten Jahren einige neue Arbeitsfelder hinzugekommen.

Dazu gehört die Umsetzungsverantwortung gesetzlicher Vorgaben wie Energieeinsparverordnung und Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EnEV/EEWärmeG) bzw. seit 2020 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), z.B. die sich daraus ergebenden Nachrüstverpflichtungen oder die Energieausweisausgangspflicht. Die Durchführung von energetischen Pilotprojekten, auch im Bereich der erneuerbaren Energien, sowie umfangreiche Aktivitäten zur energetischen Qualitätssicherung gehören ebenso zum Tagesgeschäft wie die Organisation von technischem Monitoring mit energetischer Betriebsoptimierung oder das Einwerben und Abwickeln von energetisch relevanten Fördermitteln zur Entlastung des städtischen Haushalts. Schließlich werden auch strategisch-planerische Aufgaben umgesetzt, wie die Entwicklung und Umsetzungsorganisation von energetischen Leitlinien für Neubau- und Sanierungsprojekte und die Koordinierung und Implementierungsverantwortung für das Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG).

Durch die Klimaschutzgesetze des Bundes, des Landes und insbesondere die Selbstverpflichtung der Stadtverwaltung, bis 2035 klimaneutral zu werden und nachhaltig bauen zu wollen, sind weitere Pflichtaufgaben hinzugekommen.

Dass Verantwortliche und Mitarbeitende der Stadtverwaltung schnell und angemessen auf spontane Krisen reagieren können, hat der Umgang mit und die Bewältigung der im Jahr 2022 durch den russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine ausgelösten Energiemangelsituation gezeigt. Deutlich wurde, dass geeignete Strukturen vorhanden sind, um zügig notwendige Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen (z.B. die Koordinierungsgruppe Energiemangellage).

Gerade dieser Prozess hat gezeigt, welches Potenzial und welche Kraft zudem bei den städtischen Mitarbeitenden liegt. Gemeinsam ist es durch ein Bündel an verschiedensten Maßnahmen und teils enormen Anstrengungen gelungen, die Verbräuche für Wärme, speziell für Gas, aber auch für Fernwärme und Strom im Jahr 2022 deutlich zu reduzieren. Das ist in der Verbrauchsbilanz ersichtlich (Punkt 2) und wird unter Punkt 3.5 näher erläutert.

Dieser fast erzwungene Ansatz, die Nutzenden noch mehr als bisher in die Einsparbemühungen einzubeziehen, ihr Wissen, ihr Engagement und ihre Kompetenzen intensiver zu nutzen, als bisher, soll als positives Signal gelten, in dieser Richtung konsequent weiter zu arbeiten und die Möglichkeiten der Nutzereinflüsse und Verantwortlichkeiten zielgerichtet zu organisieren, um diese Potenziale auszuschöpfen.



Mit Blick auf die steigende Erderwärmung und dem Vorhaben, das 1,5-Grad-Ziel gemäß UN-Klimakonferenz 2015 einzuhalten, bleibt die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen oberste Priorität. Nach wie vor werden ca. 40 % des weltweiten CO₂-Ausstoßes während der Errichtung und dem Betrieb von Gebäuden emittiert. Der Stadtrat der Stadt Nürnberg hat mit der

Fortschreibung des Klimaschutzfahrplans 2020 bis 2030 beschlossen, eine Klimaneutralität der Stadtverwaltung bis 2035 anzustreben. In diesem Zuge wurden ein Umsetzungsplan für die Erreichung dieser Zielstellung ausgearbeitet, einschließlich Voraussetzungen, notwendiger Schritte und Maßnahmen sowie der finanziellen, technischen und personellen Rahmenbedingungen.

Die „Leitlinien zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei Hochbaumaßnahmen der Stadt Nürnberg“ wurden weiterentwickelt sowie ein Bewertungssystem zur Beurteilung der Auswirkungen von Neubau- und Sanierungsmaßnahmen auf den Klimaschutz („Nachhaltigkeits-Check“) eingeführt.

Umsetzungsplan für einen klimaneutralen städtischen Gebäudebestand bis 2035

Einer der Bereiche in der Verantwortung der Stadtverwaltung mit hohem Ausstoß von Kohlendioxid ist der städtische Gebäudebestand. Im Laufe der vergangenen 20 Jahre konnte, auch mithilfe anspruchsvoller energetischer Standards beim Neubau und in der Sanierung, gezeigt werden, dass selbst bei ansteigender Gebäudenutzfläche ein Absenken der energiebedingten CO₂-Emissionen möglich ist. Klimaneutralität als Ziel erfordert jedoch weitergehende Maßnahmen.

Das Hochbauamt der Stadt Nürnberg arbeitet seit 2020 an der Umsetzung der Stadtratsbeschlüsse von 2019 und 2020 zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestandes mit dem Zieljahr 2035. In mehreren Etappen wurden über die Analyse der Ist-Situation, also Gebäudezustand, Baujahr, Energieverbrauch, CO₂-Emissionen, Anlagentechnik etc., Szenarien entwickelt, was zur Zielerreichung notwendig ist. Nach dem Stadtratsbeschluss vom 26.01.2022 mit einem machbaren Umsetzungsszenario bis 2035 wurde im zweiten Schritt dem Stadtrat am 26.10.2022 ein Umsetzungskonzept vorgestellt, welches deutlich machte, dass die enormen Anstrengun-

gen hinsichtlich Investitionen, Personaleinsatz und Zeitbedarf eine Umsetzung bis 2035 nicht durchgängig als realistisch erscheinen lassen. Dem Stadtrat wurde daher in der Sitzung am 19.07.2023 die dritte Konkretisierungsstufe eines, den aktuellen Randbedingungen angepassten, Umsetzungsplans vorgelegt.

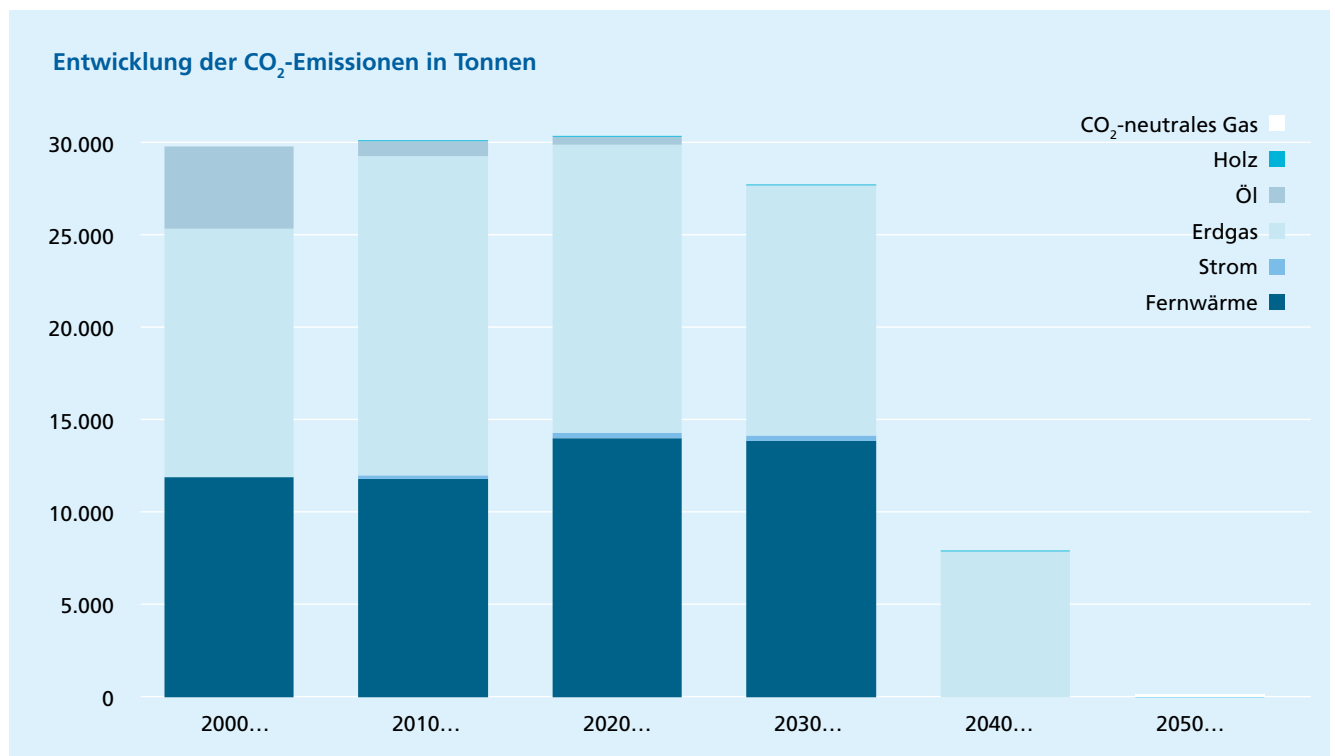
Der Fokus liegt dabei auf den Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gebäude, welche durch die Reduzierung des Energieverbrauchs eine notwendige Voraussetzung für die Umstellung auf erneuerbare Wärmeenergieträger darstellt („Niedertemperaturfähigkeit“). Dies soll insbesondere durch den Ausbau und eine Verdichtung des Fernwärmenetzes (betrifft ca. 64 Liegenschaften) sowie die Umstellung auf Wärmepumpenlösungen (betrifft ca. 119 Liegenschaften) und ggf. auch durch den Einsatz klimaneutralen Gases erfolgen.

Dazu liegt im Hochbauamt eine detailliert ausgearbeitete Übersicht vor, welche Gebäude wann einen Anschluss an das Fernwärmenetz erhalten und auf klimaneutrale Beheizung umgestellt werden sollen. Besonders gefordert ist dabei der Energieversorger N-ERGIE AG mit der

Umstellung der Fernwärmeerzeugung auf klimaneutrale Energien bis 2035 (betrifft ca. 189 Liegenschaften). Die Umstellung auf klimaneutrale Beheizung der nicht durch Fernwärme versorgten städtischen Gebäude kann gemäß Umsetzungsprognose bis etwa 2050 realisiert werden. Die zeitaufwändige und kostenintensive energetische Sanierung der Gebäude kann bis etwa 2080 abgeschlossen sein.

Für die klimaneutrale Stromversorgung der städtischen Gebäude wurde eine sinnvolle Lösung zur intensivierten Produktion von regionalem Ökostrom gefunden, so dass spätestens ab 2035 die Stadtverwaltung vollständig mit klimaneutralem Strom versorgt werden kann (siehe Textabschnitt „städtische PV-Strategie“). Im Umsetzungsplan werden die zur Zielerreichung „klimaneutraler Gebäudebestand“ erforderlichen zusätzlichen Investitionskosten, inkl. zusätzlichem Personal- und Planungsbedarf, detailliert beschrieben.

Der Umsetzungsplan ist Bestandteil des gesamtstädtischen Konzepts „Klimaneutralität der Stadtverwaltung bis 2035“.



Neue Leitlinien zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei städtischen Hochbaumaßnahmen

Durch die Novellierungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 01.05.2014 und 01.01.2016 und das In-Kraft-Treten des Gebäudeenergiegesetzes zum 01.11.2020 wurde eine Weiterentwicklung der seit 2009 geltenden energetischen Leitlinien erforderlich. Sie sollen die jeweils aktuell gültige Gesetzeslage abbilden und zudem die baulichen und anlagentechnischen Voraussetzungen für die Umsetzung der städtischen Beschlüsse zur Klimaneutralität der Stadtverwaltung bis 2035 für den Gebäudebereich schaffen.

Um die ambitionierten Ziele der Energiewende erreichen zu können, wurde für den Neubaubereich das Ziel „Plusenergiegebäude“ formuliert. Bezüglich des Wärmeschutzes entspricht dieser Standard

dem seit 2009 gebauten und bewährten „Passivhausstandard“. Wesentlicher neuer Bestandteil ist der stärkere Einsatz von erneuerbaren Energien bei der Wärme- und Stromversorgung. Die Konzipierung von Photovoltaik-Anlagen (PV) sieht eine ertragsoptimiert größtmögliche Leistung vor. Für umfassende, ganzheitliche Sanierungsvorhaben wurde das Ziel „Klimaneutrales Gebäude“ formuliert.

Auch hier ist die bestmögliche Minimierung der Energiebedarfe für Wärme und Strom sowie die Einbindung erneuerbarer Energien für Wärme und Strom, ähnlich dem Neubaustandard, erforderlich. Sehr gute wärmeschutztechnische Ausführungen sind jedoch nicht so leicht wie bei einem Neubau umsetzbar. Für Einzeldenkmäler und Gebäude im Ensemble-

schutzbereich ist, wie bisher, die optimale Lösung zwischen den verschiedenen Anforderungen zu finden. Die Leitlinien enthalten ebenfalls Angaben zur Verwendung nachhaltiger Materialien und Bauweisen sowie der Wiederverwendung von Bauteilen.

Seit 01.02.2022 gelten diese Leitlinien für alle Neubau- und Sanierungsmaßnahmen an städteigenen Gebäuden, Einrichtungen und betriebstechnischen Anlagen.

In diesem Zusammenhang werden auch folgende Themengebiete vertieft weiterentwickelt:

Research- und Pilotprojekte als Teil der Holzbaustrategie

Bei jedem Neubau soll zukünftig die Holz- oder Holzhybridbauweise geprüft werden. Hierfür wird eine Holzbaustrategie entwickelt, welche durch interne Informationsangebote und Weiterbildungen im Hochbauamt implementiert werden soll. In der Planung kann zukünftig

die Systematisierung von Prozessen wesentlich zum Erfolg beitragen, in dem z.B. in der Sanierung ein Schwerpunkt auf das sogenannte serielle Sanieren gelegt wird. Hierbei können komplette Wandmodule inklusive Fassade, wettergeschützt, in Hallen vorgefertigt und

auf der Baustelle innerhalb kürzester Zeit montiert werden. Gerade sanierungsbedürftige Schulen, bei denen der laufende Betrieb gewährleistet werden muss, zudem lange Bauzeiten und Lärmbelästigung vermieden werden sollten, können hiervon profitieren.

Städtisches Bewertungstool zur Nachhaltigkeit

Als etabliertes Bewertungstool für alle städtischen Hochbauprojekte ist der sogenannte Nachhaltigkeitscheck hervorzuheben. Dieser Check basiert auf einem eigens entwickelten Excel-Tool, mit welchem die Klimarelevanz von Neubauten und Sanierungen überprüft werden kann. Bezugspunkt sind dabei insbesondere die SDGs (Sustainable Development Goals). Ziel ist, die Auswirkung auf das

Klima so gering wie möglich zu halten. So lassen sich die Bauprojekte vergleichen, vor allem aber ist das Tool ein gutes Instrument, um die Zielrichtung im Planungsprozess zu überprüfen und ggf. gegenzusteuern. Dabei wird sowohl der Betrieb des Gebäudes als auch die Herstellung desselbigen in die Betrachtung mit einbezogen. Auch Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung, wie z.B. Glasflä-

chenanteil, Verschattungseinrichtungen und Begrünung werden bewertet. Der Check ist seit Februar 2022 eingeführt und das Ergebnis ist dem projektspezifischen Objektplan beizulegen. Er hat sich inzwischen bei vielen Bauprojekten bewährt und ist im Rahmen einer Nachhaltigkeitsstrategie weiter zu entwickeln und fortzuschreiben.

Testprozesse zur Einbindung einer Nachhaltigkeitskoordination (Neubau)

Für ausgewählte Pilotprojekte im Hochbauamt wird zukünftig planungsbegleitend für die Leistungsphasen LP01 bis 03 eine Nachhaltigkeitskoordination eingebunden, die sich an den Kriterien des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG) des Bundes sowie dem Siegel der Deut-

schen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) orientiert. Aktuell wird das Zertifikatsniveau „DGNB Silber“ angestrebt (Energetische Standards 02/22). Über den Neubau hinaus soll das Leistungsbild der Nachhaltigkeitskoordination perspektivisch auch auf Sanierungsobjekte

ausgeweitet werden. Dabei müssen auch die Lebenszykluskosten in der Planung berücksichtigt werden. Nur so können Umweltauswirkungen bzw. Umweltfolgekosten bereits in der Planung sichtbar gemacht und Bauvorhaben bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit geprüft werden.

Entscheidungshilfe Bestandssanierung vs. Neubau

Die energetischen Standards der Stadt Nürnberg empfehlen, aktuell alle Bauprojekte bezüglich Material- und Energieeinsparung, Nachhaltigkeit sowie

Ressourcenschutz zu betrachten. In diesem Zuge wird eine Entscheidungsmatrix entwickelt, anhand derer zukünftig Bestandssanierungen als Alternative zu Ab-

riss und Neubau einheitlich geprüft und bewertet werden sollen. Sanierungen sollen Vorrang vor Neubauten haben.

Strategie für eine möglichst umfassende Nutzung von Dachflächen städtischer Gebäude zur erneuerbaren Stromerzeugung (städtische PV-Strategie)

Seit Anfang 2022 sehen die städtischen Bau- und Sanierungsstandards unter anderem vor, dass bei entsprechenden Vorhaben in der Regel der Bau einer größtmöglichen Photovoltaikanlage eingeplant werden soll. Doch was geschieht mit den bestehenden Dachflächen? Wie wird das Potenzial dort am besten ausgenutzt?

Bereits 2020 wurde vom Kommunalen Energiemanagement eine Analyse aller städtischen Dachflächen durchgeführt, nach deren Ergebnis ein Potenzial für etwa 17.000 Kilowatt-Peak (kWp) relativ einfach umzusetzende Photovoltaikleistung besteht. Voraussetzung für die tatsächliche Umsetzung ist jedoch immer, dass sowohl die Elektroinstallation eines Gebäudes als auch die Dachstatik die Installation einer PV-Anlage erlauben. In den Jahren 2021 und 2022 wurden zahlreiche Varianten geprüft, um dieses Potenzial zu erschließen. Ziel war eine möglichst große Erzeugungsleistung relativ zügig umzusetzen („groß und schnell bauen“) und dabei das Energieerzeugungspotenzial auch zum Vorteil für die Stadt Nürnberg zu nutzen.

Dabei gab es ein Dilemma: wenn man aus ökologischen Gründen immer die vom Platz her größtmögliche PV-Anlage baut, wird bei städtischen Gebäuden im Jahresverlauf meist sehr viel mehr Energie produziert als das unter der Anlage befindliche Gebäude verbraucht. In der Folge fällt der sogenannte „Eigenstromanteil“ unter die Schwelle, die für ein wirtschaftlich handelndes Unternehmen noch akzeptabel wäre. Um dieses Dilemma aufzulösen wurde vom Stadtrat entschieden, die Nutzungsrechte der städtischen Dachflächen an die Städtischen Werke Nürnberg GmbH (StWN) zu übertragen, die wiederum über die N-ERGIE dort jeweils die größtmöglichen PV-Anlagen installieren und betreiben lassen.

Der erzeugte Strom wird von der N-ERGIE vollständig als „regionaler Ökostrom“ vermarktet. Somit erfolgt im Rahmen dieser Strategie eine Stärkung der Marktposition der N-ERGIE AG in der Metropolregion Nürnberg durch den Ausbau eigener Erzeugungskapazitäten für regionalen Ökostrom.

Die Stadt Nürnberg und ihre Bewohnerinnen und Bewohner wiederum profitieren von dieser Strategie mehrfach:

1.

Die Gesamtmenge des erhältlichen regionalen Ökostroms wird insgesamt ansteigen und somit einem weiteren Kundenkreis angeboten werden können. Die Nachfrage nach diesem Produkt wird in Zukunft voraussichtlich stark ansteigen.

2.

Die Stadt Nürnberg wird im Rahmen dieser Strategie nur sehr geringe Investitionen tätigen müssen und erhält sich so möglicherweise Spielraum für andere (Klimaschutz-?) Maßnahmen.

3.

Die PV-Anlagen auf städtischen Dächern werden privatwirtschaftlich erstellt und betrieben, sodass sie voraussichtlich wirtschaftliche Stromgestehungskosten ermöglichen.

4.

Durch die Einbindung der N-ERGIE in den Produktions- und Vermarktungsprozess verbleiben die Erlöse des regionalen Ökostroms größtenteils im „Konzernverbund“ der Stadt Nürnberg.

Die Umsetzung der Strategie erfolgt ab 2023. Es ist geplant, jährliche „Dachpakete“ mit einem Leistungspotenzial im Bereich von 1.200 bis 2.000 kWp (ca. 6.000 – 10.000 m²) zu übergeben. Dazu muss zunächst das Hochbauamt für jedes infrage kommende Gebäude die Elektrik sowie die Dachstatik prüfen. Nach einer „Übergabebegehung“ wird dann „das Dach“ an die StWN übergeben und die Installation der PV-Anlage durch die N-ERGIE geplant und umgesetzt. Der An-

lagenbetrieb wird zunächst für eine Laufzeit von 20 Jahren festgelegt.

Für PV-Anlagen auf Neubauten und bei Sanierungen von Dächern soll dieses Verfahren im Rahmen der städtischen Standards (s.o.) ebenfalls Anwendung finden. Hier wird jedoch – im Unterschied zu den Bestandsdächern – zunächst geprüft, ob eine im Rahmen des Projekts gebaute und von der Stadt Nürnberg selber betriebene Anlage doch zur Eigenstromversorgung sinnvoll ist.

Anstoß für die Generalsanierung von vier Schulen

Im Frühjahr/Sommer 2022 wurden von einem Hochbauamts-Team der Abteilung Bildung und dem Kommunalen Energiemanagement 20 Schulen begangen. Die Schulen waren von der Hausverwaltenden Einheit Schule und Sport (HVE-SuS) aufgrund auffallend schlechter Fenster benannt worden.

Wie in anderen Städten Deutschlands stammt auch ein Großteil der Fenster an Nürnberger Schulen noch aus der unmittelbaren Nachkriegszeit. Entweder wurden die Originalfenster im Zweiten Weltkrieg zerstört, oder die Schulen wurden überhaupt erst in den 1960er bzw. 1970er Jahren errichtet. Somit weisen die Konstruktionen ein Alter von 50 bis über 70 Jahren auf. Neben einem nach heutigen Maßstäben schlechten Wärmeschutz, zeigen die Fenster starke Abnutzungserscheinungen. Oft ist die Mechanik nur noch eingeschränkt gängig. Zum Teil sind Fenster aus Sicherheitsgründen zugeschraubt und lassen sich folglich gar nicht mehr öffnen. Sich lösende Fensterteile stellen eine Gefährdung für die Nutzenden dar, so dass das Hausmeisterpersonal vor Ort oft keine andere Mög-

lichkeit mehr sieht, als eben die Fenster mit Schrauben zu sichern und außer Betrieb zu nehmen.

Im Rahmen der Begehungen wurden jedoch nicht nur die Fenster, sondern die gesamte Gebäudehülle sowie die Anlagentechnik beurteilt. Eine umfassende Betrachtung ist sinnvoll, da die Fenster lediglich einen Bestandteil des Gebäudesystems darstellen. Ein Fenstertausch übt somit einen Einfluss auf das gesamte System aus. Dies betrifft unter anderem die Anschlüsse an die Außenwand, den Sonnenschutz, die Heizlast und die Belüftung der Räume. Aus den Erkenntnissen vor Ort wurden Sanierungsfahrpläne für die einzelnen Gebäude entwickelt und eine Priorisierung vorgenommen.

Für vier Gebäude mit dem dringendsten Sanierungsbedarf wurde von der Stadtkämmerei ein Budget zur Verfügung gestellt. Der Empfehlung des Hochbauamtes für die jeweilige Durchführung der Generalsanierung wurde gefolgt. Für die Grund- und Mittelschule Sperberstraße, die Adam-Kraft-Realschule (Altbau und Turnhalle), die Ketteler-Grundschule

sowie die Mittelschule Hummelsteiner Weg bedeutet dies nun den Start in die Zukunft.

Der bauliche und energetische Zustand der betreffenden Gebäude erfordert die Sanierung in einem Zug. Einzelmaßnahmen führen unter anderem zu schlechteren Bauteilanschlüssen und in der Summe über die Jahre zu höheren Kosten, bedingt durch Interimslösungen und wiederholte Baustelleneinrichtungen. Außerdem werden die Nutzenden einer wiederkehrenden Belastung ausgesetzt, was zur sinkenden Akzeptanz von Modernisierungsmaßnahmen führt.

Die Generalsanierung von Schulen stellt auch eine wesentliche Aufgabe der Stadt auf dem Weg zur Klimaneutralität dar. Die unsanierten Gebäude gelten momentan noch als Energie-Großverbraucher. Durch die Sanierung kann der Energieverbrauch um mindestens 60 % des jetzigen Wertes gesenkt werden. Und nicht zuletzt erhalten die Nutzenden wieder ein attraktiveres Lernumfeld, welches zukünftigen Anforderungen und der Klimaerwärmung wesentlich besser gewachsen ist.



Sanierungsbedürftige Fenster beispielhaft an der Adam-Kraft-Realschule (rechts) und an der Ketteler-Schule (links)

3.3 Effizienter Neubau

Projektbeispiel: Neubau Bertolt-Brecht-Schule (BBS)

Energiekonzept

Anforderungen:

Die Gebäudehülle ist optimal zu dämmen und hat zugleich die Tageslichtnutzung zu ermöglichen. Ziel einer effizienten Anlagentechnik ist in Kombination mit einer gut gedämmten Gebäudehülle die Einhaltung intern vorgegebener Energiestandards, welche höher gelegt sind als die gesetzlichen Mindestanforderungen. Das Schulgebäude wird im KfW-55-Standard errichtet. Die energetische Anforderung des Gebäudes an den Primärenergiebedarf muss die Forderungen der EnEV 2016 um mindestens 45 % unterschreiten.

Wichtige Betrachtungsgrößen, welche in das Gesamtenergiekonzept mit einfließen, sind somit eine effiziente Gebäudehülle und allgemein eine hohe Energieeffizienz mit der Möglichkeit der Stromeigennutzung, welche im Rahmen eines Energiekonzeptes ideal aufeinander abgestimmt werden sollten.

Energetischer Standard:

Die Anforderungen der damals gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) aus dem Jahr 2013 an Neubauten werden, samt der Verschärfung ab dem 01.01.2016, sowohl vom Schulgebäude als auch den Sporthallen deutlich unterschritten. Bei der Auslegung der thermischen Hülle wurde sowohl auf eine energetische als auch eine wirtschaftliche Optimierung Wert gelegt. Daraus resultiert gemäß der energetischen Bilanzierung nach DIN V 18599 ein für diese Gebäudegröße günstiger End- und Primärenergiebedarf.

Die Vorgabe der EnEV an den Primärenergiebedarf von Neubauten wird vom Schulgebäude gemäß der vorläufigen energetischen Bilanzierung um etwa 48 % unterschritten. Die Sporthallen unterschreiten den Anforderungswert an den Primärenergiebedarf um etwa 43 %.

Das Schulgebäude erfüllt damit den energetischen Standard eines KfW-Effizienzgebäudes 55 (Programm 276, Neubau-Anforderungen an Nichtwohngebäude). Die Sporthallen sind hiervon ausgenommen. Auf Grund der Vorgaben der EnEV an den Primärenergiebedarf kann das Schulgebäude als „Niedrigstenergiegebäude“ bezeichnet werden.



Außenansicht BBS

Haustechnische Anlagen

Heizungsinstallationen:

Die zentrale Wärmeerzeugung für Schule und Sporthalle befindet sich im UG des Baukörpers 01 der Schule. Die Grundlast erfolgt über eine Wärmepumpe und ein angeschlossenes geothermisches Sondenfeld (Bohrtiefe bis 100 m, Heizleistung der Wärmepumpe ca. 350 kW). Die Spitzenlast des Wärmeverbrauchs wird über einen Anschluss an die öffentliche Fernwärmeversorgung, ca. 850-900 kW, sichergestellt. Die Geothermie kann im Sommer zur passiven Kühlung mit ca. 300 kW genutzt werden.

Die Wärmeverteilung erfolgt hauptsächlich über eine Aktivierung der Betondecken (Betonkernaktivierung). Unterstützend können eine schwach dimensionierte Fußbodenheizung und in einigen Räumen auch statische Heizflächen eingesetzt werden. Die Sporthalle wird über eine Sportbodenheizung versorgt.

Lüftungsinstallationen:

Jeder Person stehen rund 20 m³ pro Stunde Frischluft zur Verfügung. Die Lüftungsanlagen werden konstant betrieben. In Abstimmung mit der Bauphysik wurden außerdem Öffnungsflügel vorgesehen. Auf eine Be- und Entfeuchtung sowie eine aktive Klimatisierung der Zuluft wurde verzichtet. Des Weiteren wird keine adiabatische Kühlung betrieben.

Die Zuluft für unbelastete Räume wird über ein Kanalnetz verteilt und strömt als Abluft durch eine Wandöffnung in die anliegenden Flure über. Diese überströmende Luft wird im Luftverbund der Flure und Aula an zentraler Stelle abgesaugt.

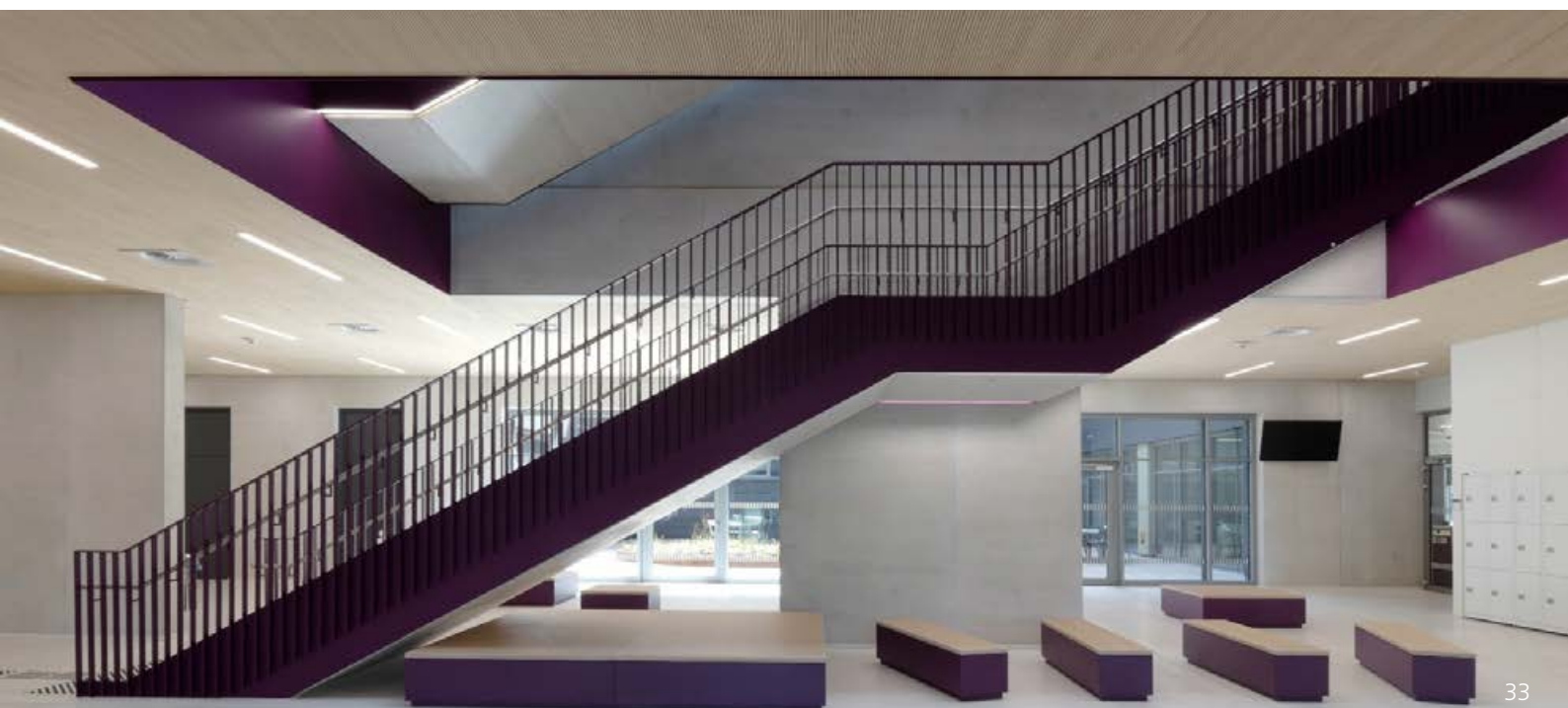
Belastete Räume (Fachklassen, Labore, Küche, Mensa, etc.) werden mit einer geschlossenen Abluft ausgestattet. Die Lüftungsanlagen werden, je nachdem welchen Bereich sie versorgen, im UG

oder auf den Dächern von Schule und Sporthalle aufgestellt.

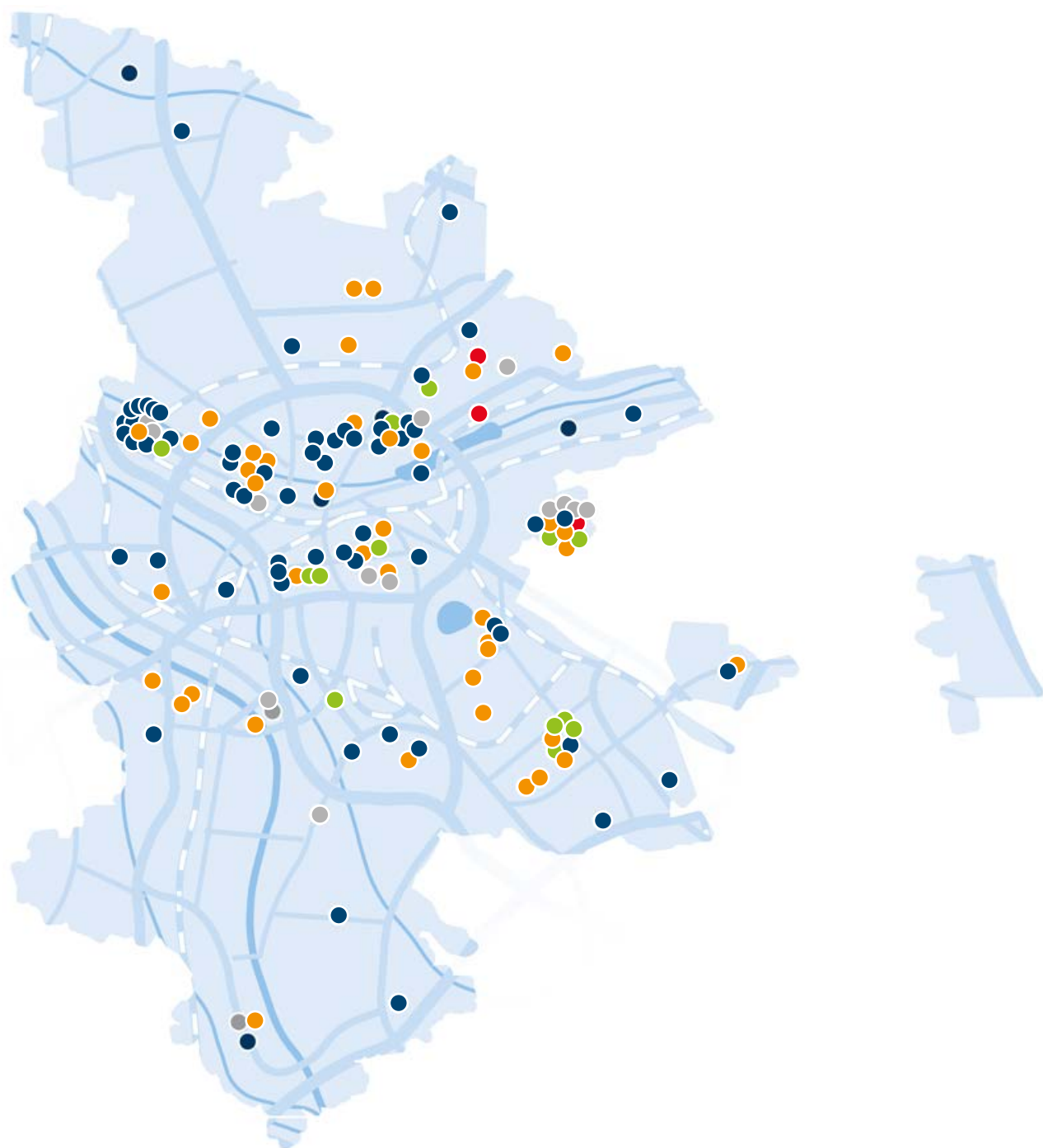
Die 7-fach Sporthalle wird mit einer Lüftungsanlage für den Fall der Nutzung als Versammlungsstätte mit 1.000 Personen (30.000 m³/h) ausgestattet, im Regelbetrieb wird jeder Hallenteil mit 2.500 m³/h betrieben.

Photovoltaikanlage:

Auf dem Dach der Sporthalle wurde eine PV-Anlage mit einer Leistung von ca. 170 kWp (Stromproduktion ca. 153.115 kWh/a) installiert. Der Strom wird größtenteils im Eigenverbrauch genutzt, nur geringe Mengen werden bei Überschuss eingespeist. Der Eigenverbrauch beträgt ca. 148.215 kWh/a. Dies ergibt eine Eigenverbrauchsquote von rund 96 %.



Einsatz erneuerbarer Energien und Blockheizkraftwerke



Anlagen mit erneuerbaren Energien und Blockheizkraftwerke (BHKW)

	2021/2022	Insgesamt
● Thermische Solaranlagen	1 Anlage, 16 m ²	31 Anlagen (3.085 m ²)
● Photovoltaikanlagen (stadteigene)	9 Anlagen (1.216 m ² , 190 kW _p)	81 Anlagen (ca. 12.133 m ² / 1.316 kW _p)
● Holzhackschnitzel- und Pelletsheizungen	– keine	3 Anlagen (405 kW)
● Umwelt-/Erdwärme- und Erdkältenutzung	3 Anlagen, 35 kW	15 Anlagen (798 kW)
● Blockheizkraftwerke	1 Anlage (15 kW thermisch, 5,5 kW elektrische Leistung)	21 Anlagen (4033 kW thermisch, 3.413 kW elektrische Leistung)



Projektbeispiel: Einbau eines Klein-BHKWs im Förderzentrum Jean-Paul-Platz

In die bestehende Gaskesselanlage des Förderzentrums wurde vom Hochbauamt der Stadt Nürnberg ein Blockheizkraftwerk als Kompakteinheit zur gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung eingebaut. Das BHKW wird mit Erdgas betrieben, ist aber H₂-ready, das heißt es kann auch mit Erdgas betrieben werden, welchem bis zu 20 % Wasserstoff beige-mischt ist. Es liefert eine thermische Leistung von 14,8 kW und eine elektrische Leistung von 5,5 kW. Das Modul ersetzt ein bereits vor fünf Jahren ausgebautes BHKW, das im Rahmen eines Contracting-Modells zum Einsatz kam.

In Betrieb genommen wurde das Blockheizkraftwerk im Frühjahr 2022. Es unterstützt nun die bestehende

Heizungsanlage bei gleichzeitiger Stromerzeugung. Es wird davon ausgegangen, dass das BHKW eine Mindestlaufzeit von 6.000 Stunden pro Jahr erreicht. Im Sommer besteht dadurch die Möglichkeit, die Warmwasserbereitung allein über das BHKW zu decken und damit auf den Betrieb und die damit verbundenen Wärme- und Bereitschaftsverluste der großen Kesselanlage zu verzichten.

Der erzeugte Strom wird zu 100 % im Gebäude verbraucht und reduziert den Strombezug beim Energieversorgungsunternehmen um rund 30 %. Dadurch entsteht nicht nur eine Kosteneinsparung, sondern auch eine deutliche CO₂-Einsparung von mehr als 300 kg/Jahr.



Projektbeispiel: PV-Anlage südpunkt

Eine wirtschaftliche und ökologische Maßnahme zur Reduzierung der Stromkosten in einer Liegenschaft ist die Errichtung einer Photovoltaikanlage zur Eigenstromnutzung. Besonders interessant ist dies bei Großverbrauchern, die tagsüber eine gleichmäßige und hohe Stromaufnahme aufweisen. Damit ist gewährleistet, dass der produzierte Strom der Photovoltaikanlage zum größten Teil direkt im Gebäude verbraucht wird.

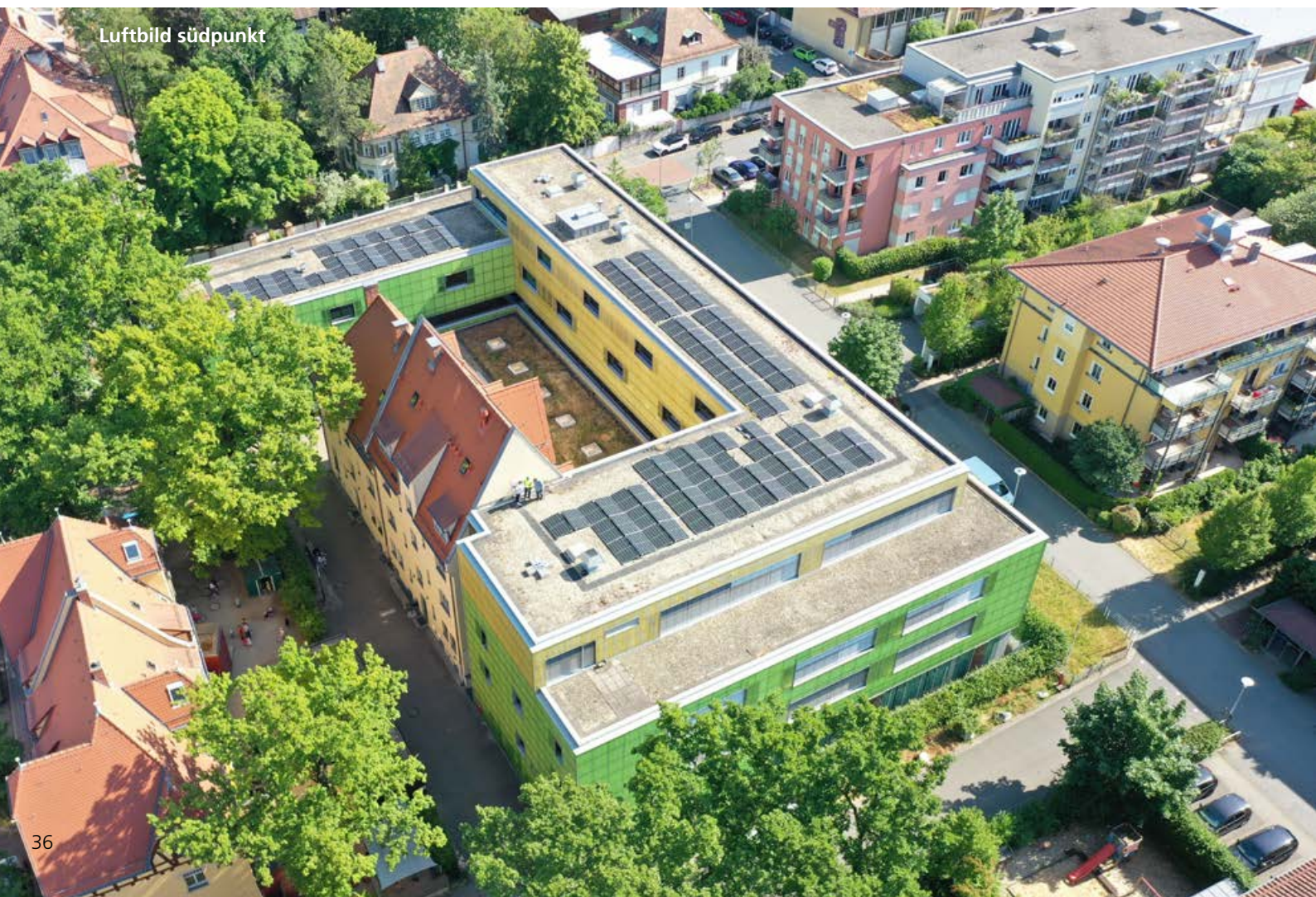
Der südpunkt hat einen jährlichen Stromverbrauch von durchschnittlich 245 MWh und eignet sich in Verbindung mit dem Passivhausstandard gut für eine Photovoltaikanlage. Durch das Hochbauamt der Stadt Nürnberg wurde auf dem südpunkt, Pillenreuther Straße 147, eine Photovoltaikanlage inkl. integriertem Seilsicherungssystem mit einer Leistung

von 53,25 kWp zur Eigenstromnutzung in Betrieb genommen. Die Gesamtkosten für den Bau der Photovoltaikanlage mit Seilsicherungssystem belaufen sich auf 118.815 € inkl. aller Bauverwaltungskosten. Die voraussichtliche Betriebsdauer der Photovoltaikanlage liegt bei 20 bis 30 Jahren. Der jährliche Stromertrag der Photovoltaikanlage beläuft sich auf durchschnittlich 50 MWh, welcher zum größten Teil direkt im Gebäude verbraucht wird.

Die CO₂-Vermeidung beträgt rund 18,6 Tonnen pro Jahr.



PV-Anlage südpunkt



Luftbild südpunkt

Auswirkungen der Coronapandemie auf die Energieverbräuche 2021

Die Stromverbräuche gingen während der Corona-Pandemie im Jahr 2020 nur relativ geringfügig zurück (-4 %) und stiegen 2021 nach Beendigung der härtesten Lockdown-Maßnahmen auch nur relativ geringfügig gegenüber 2019 (+1,9 %) wieder an. Als mögliche Gründe für den leichten Anstieg 2021 gegenüber 2019 können der Einsatz von mehreren tausend Luftreinigungsgeräten in Schulen und Kitas sowie der temporäre Dauerbetrieb vorhandener Lüftungsanlagen mit hohen Luftdurchsatzraten genannt werden.

Der Wärmeverbrauch sank im „Lockdown-Jahr“ 2020 sogar noch geringer als der Stromverbrauch (-2 %), stieg aber

im Gegensatz zu diesem 2021 gegenüber 2019 sehr stark an (+30 %).

Nach den Lockdowns wurde 2021 vor allem in Schulen aber auch in Verwaltungsgebäuden verstärkt gelüftet. Dabei wurden die Heizkörper-Thermostatventile i.d.R. nicht heruntergedreht. Dies war zumeist in den Schulen praktisch auch gar nicht möglich, da bei nahezu dauerhaft geöffneten Fenstern unterrichtet werden musste. Bei ausgeschalteter Heizung wäre es vermutlich in den Klassenräumen unerträglich kalt geworden. Man könnte den Heizungsbetrieb in dieser Zeit daher mit einem Heizpilz auf dem kalten Weihnachtsmarkt vergleichen – die Strahlungswärme erwärmt

kurzzeitig die Menschen in der Nähe der Heizkörper und „verpufft“ sodann in der Kälte der Umwelt. Eine Erwärmung der Luft findet nicht statt. Unter diesen Voraussetzungen kann der Anstieg des Wärmeverbrauchs 2021 im Vergleich zu 2019 von 30 % nicht verwundern.

Die Einsparbemühungen im Zuge der Energiekrise (s.u.) haben gezeigt, dass eine Gegenbewegung möglich ist. Dennoch müssen künftig wieder alle Möglichkeiten für Effizienzgewinne sowie Verhaltens- und Ablaufoptimierungen gemeinsam genutzt werden, um wieder an den bis 2019 laufenden Trend der nahezu kontinuierlichen Verbrauchssenkungen anknüpfen zu können.

Analyse der Einsparinitiativen aufgrund der Energiekrise 2022

Die Versorgung mit fossilen Energieträgern (vor allem Erdgas) hat sich im Jahr 2022 aufgrund des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine deutlich gewandelt und wurde zunehmend eingeschränkt. Um die Versorgungssicherheit und Funktionsfähigkeit aller staatlichen Sektoren aufrecht zu erhalten, wurden von der Bundesregierung breite Energiespar- und Energiewechselkampagnen initiiert. Die Städte trugen als Vorbilder mit ihren Energiesparbemühungen wesentlich dazu bei, die Energieverbräuche zu senken. So auch die Stadt Nürnberg, welche sich in den Stadtratssitzungen

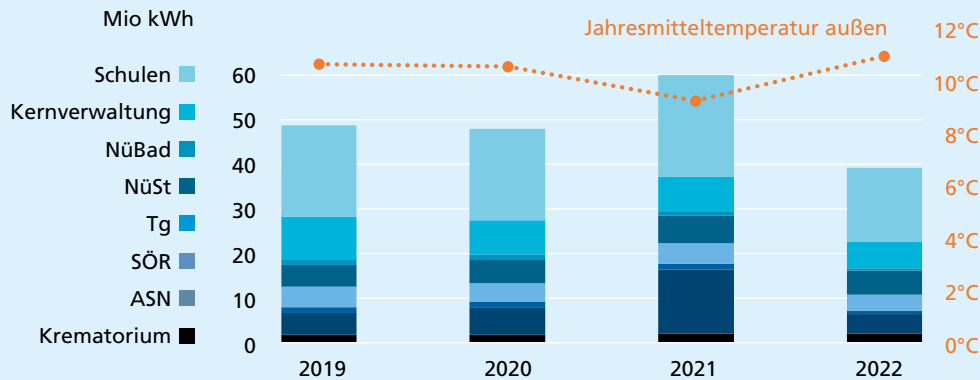
am 20.07.2022 und 28.09.2022 konkrete Ziele und Maßnahmen setzte (z.B. Abschaltung der Heizungsanlagen und der Trinkwarmwasserbereitung, Reduzierung von Temperaturen in Büros, Bädern und Tierhäusern etc.).

Als Bezugsjahr für einen prozentbezogenen Vergleich wurde das Jahr 2019 gewählt, damit coronabedingte Sondereffekte die Ergebnisse nicht beeinflussen. Es wurden also ein Vor-Corona-Jahr (2019) und ein Nach-Corona-Jahr (2022) verglichen. Hierbei muss noch erwähnt werden, dass den Auswertungen für

die folgenden Darstellungen **ein anderer Ansatz zugrunde liegt**, als bei den sonstigen Auswertungen dieses Energieberichts: es wurden hierfür die tatsächlichen Verbrauchsdaten für das jeweilige Kalenderjahr aus manuellen und automatischen Zählerstanderfassungen ermittelt, d.h. vom 01.01. bis 31.12. Da dies nicht für den gesamten Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften möglich ist, wird der jeweilige Anteil in den Diagrammen angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse analog für den Gesamtverbrauch gelten.

Entwicklung der Erdgasverbräuche

(nicht witterungsbereinigt) Werte entsprechen aus ablesungstechnischen Gründen 73 % des Gesamtverbrauchs

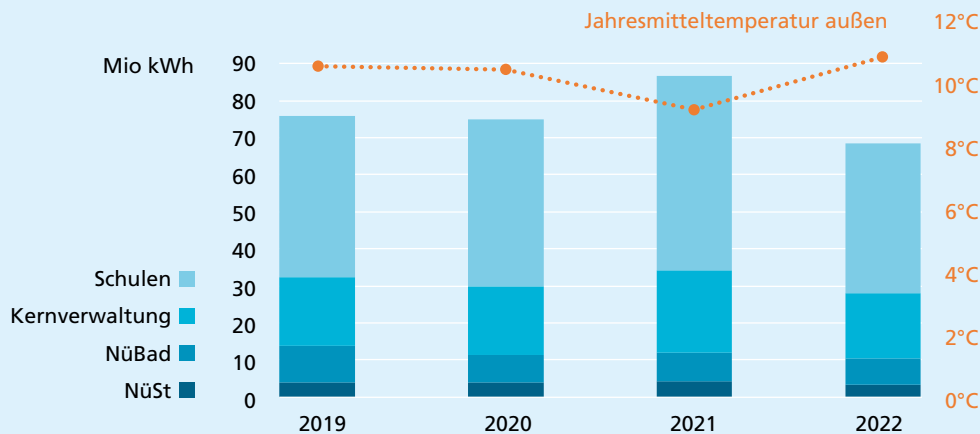


Der absolute **Erdgasverbrauch** fiel im Jahr 2022 um 22 % niedriger aus als im Jahr 2019. Da die Jahresmitteltemperaturen 2019 und 2022 nur leicht unterschiedlich waren, sind die Einsparungen vermutlich überwiegend in technischen, Verhaltens- oder Prozessumstellungen begründet.

Bei den Schulen als größtem Teilverbraucher wurden 18 % eingespart. Im direkten Vergleich 2022 zu 2021 ergeben sich 36 % weniger verbrauchte Wärmeenergie.

Entwicklung der Fernwärmeverbräuche

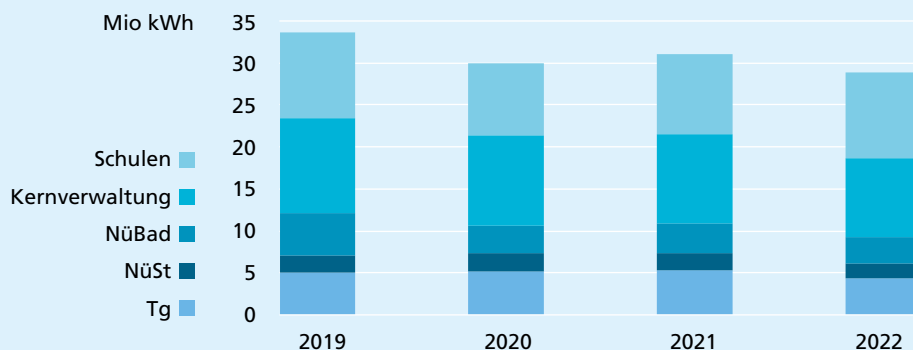
(nicht witterungsbereinigt) Werte entsprechen aus ablesungstechnischen Gründen 90 % des Gesamtverbrauchs



Auch beim **Fernwärmeverbrauch** waren deutliche Einsparungen zu erkennen. Sie fallen mit insgesamt ca. 11 % bezogen auf 2019 allerdings deutlich geringer aus als beim Gasverbrauch (9 % bei Schulen). Gegenüber 2021 konnte im Jahr 2022 etwa 22 % Fernwärme-Energie eingespart werden. Bei den im Jahr 2022 kurzfristig aufgelegten Einsparmaßnahmen ging es primär um eine Absenkung des Erdgasverbrauchs in Deutschland. Daher ist eine Verringerung des Fernwärmeverbrauchs in Nürnberg nahezu ebenso wichtig wie der direkte Gasverbrauch, weil etwa zwei Drittel der Nürnberger Fernwärme aus Erdgas erzeugt werden.

Entwicklung der Stromverbräuche

(nicht witterungsbereinigt) - ohne Prozesstechnik (ASN, SUN, Straßenbeleuchtung) Werte entsprechen aus ablesungstechnischen Gründen 80 % des Gesamtverbrauchs



Auch beim **Stromverbrauch** konnten deutliche Verbrauchssenkungen erzielt werden. Bei der Analyse der Verbräuche muss unterschieden werden zwischen dem Verbrauch der Gebäude und dem Prozessstromverbrauch, z.B. für die Straßenbeleuchtung, die Müllverbrennung und im Klärwerk. Inklusive des Prozessstromverbrauchs konnte 2022 eine Verringerung um lediglich 5 % gegenüber 2019 erzielt werden; wird nur der Stromverbrauch der Gebäude betrachtet, ist eine Einsparung von etwa 14 % zu erkennen (Kernverwaltung 15 %).

Projektbeispiel: Optimierung der Heizungs-Regelungstechnik im Museum Industriekultur

Raumlufthtemperaturmessungen in zurückliegenden Winterhalbjahren zeigten sowohl im Decken- als auch im Aufenthaltsbereich erhöhte Werte. Ursachen waren zu hoch eingestellte Regelungsparameter und keine Raumtemperaturrückkopplung zum eigentlichen Heizkreis.

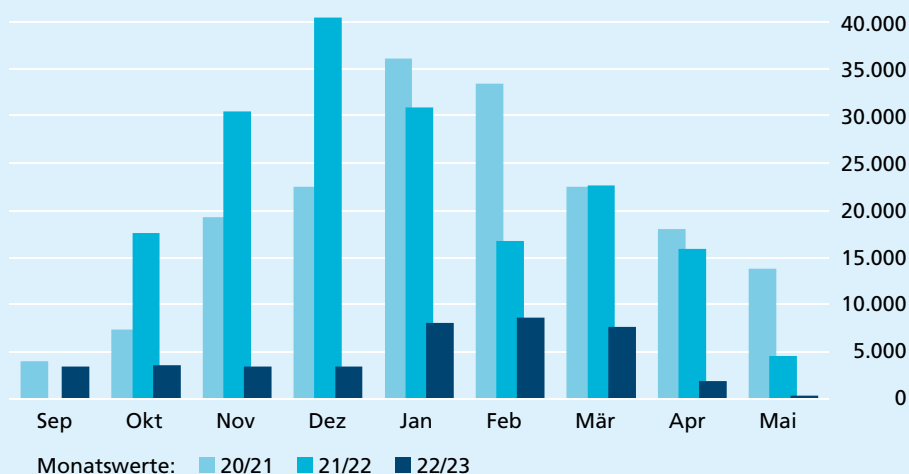
Die mit Deckenstrahlheizungen ausgestattete Museumsstraße und die weiteren großen Kreise des Museums (Südseite und Magazin) hatten keine Einzelraumregelung, sondern nur eine zentrale Vorregelung. Abhilfe sollte die Nachrüstung einer Heizregelkreisoptimierung bringen.

Zuerst wurden in jedem Heizkreis je ein Raumlufthtemperaturfühler nach vorheriger Standortauswahl in einem der beheizten Räume montiert. Dann wurden an den Rückläufen der Heizkreise noch Heizwassertemperatursensoren nachgerüstet. Ende 2021 erfolgte die Programmierung zur Optimierung der Raumlufthtemperaturen: einerseits wird die zentrale Vorlauftemperatur des Heizkreises an die Sollwert-Raumtemperatur angepasst.

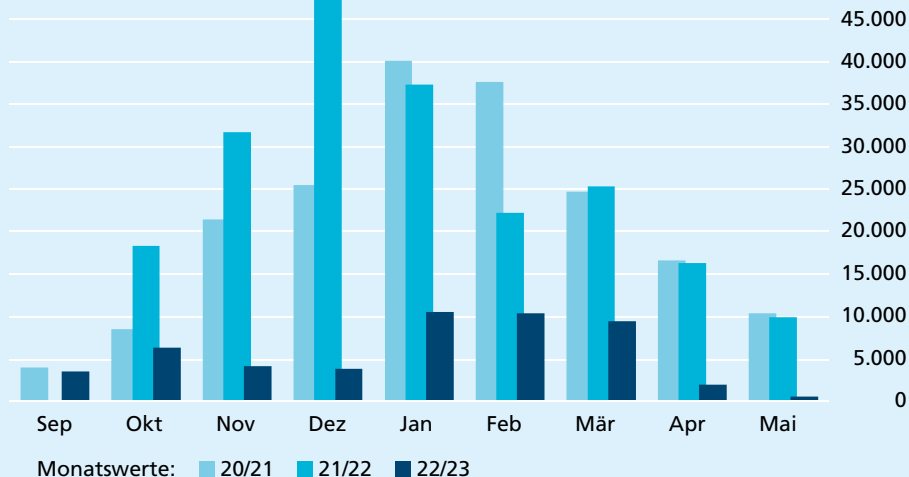
Zusätzlich wird zur Vermeidung von geringen Spreizungen die Rücklauftemperatur begrenzt. Nach den ersten Wochen und im Herbst 2022 wurden noch Anpassungen der Regelparameter zur weiteren Optimierung vorgenommen. Die Forderung nach reduzierten Raumtemperaturen im Rahmen der Energiemangelsituation konnten hier sehr einfach und effektiv umgesetzt werden.

Bei Betrachtung der letzten Heizperiode (Sept. 2022 – Mai 2023) zeigt sich nicht witterungsbereinigt für den Heizkreis „Deckenheizung Museum“ ein Minus von 77 %, und witterungsbereinigt ein Minus von 75 % zum Vorjahr!

Heizwerte unbereinigt



Heizwerte witterungsbereinigt



3.6 Optimierung Energielieferverträge

Bei der Stadt Nürnberg werden jährlich Einsparungen generiert, die sich wie folgt zusammensetzen:

■ **Rückerstattungen** - auf die eingesetzte Gasmenge von Blockheizkraftwerken (BHKWs) wird die Energiesteuer zurück-erstattet.

■ **Reduzierungen** - für die abzugsfähige Wassermenge (Verdunstung des Beckenwassers) bei den Abwassergebühren des Eigenbetriebs NürnbergBad und Reduzierungen des Leistungsanschlusswerts von fernwärmeversorgten Liegenschaften.

■ **Stromumlagen** - stark reduzierte Umlage (bestehend aus Strom-NEV-, Offshore- und KWKG-Umlage) für Stromgroßverbraucher (> 1 GWh)

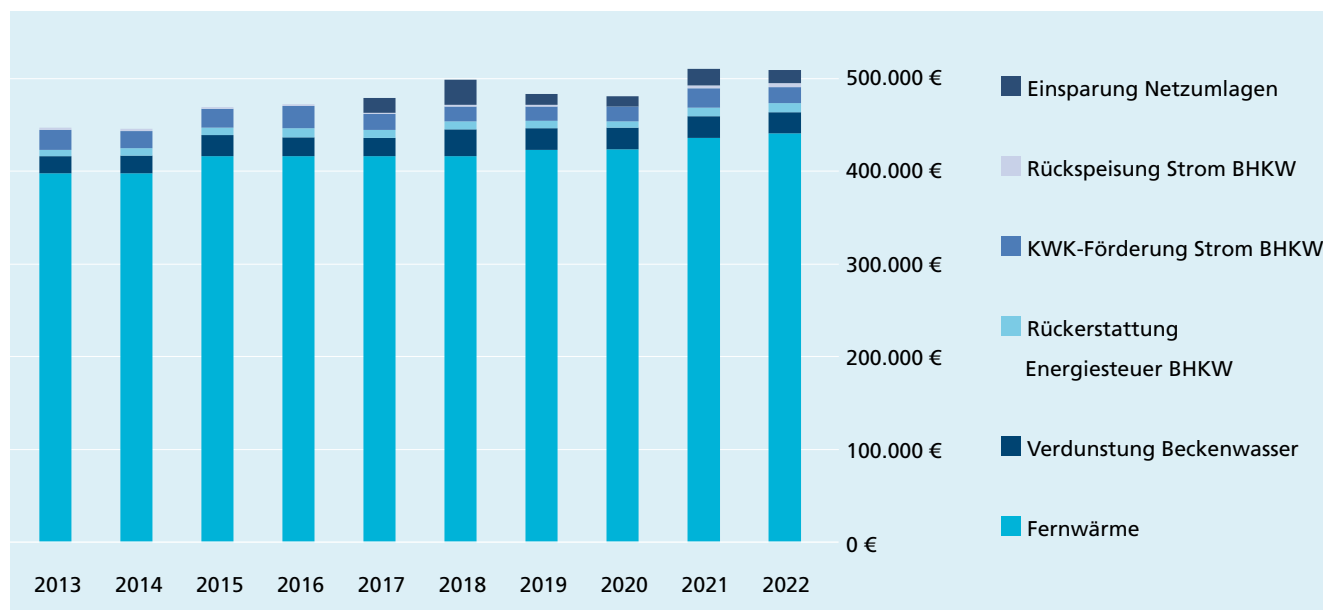
■ **Förderungen** - Kraft-Wärme-Koppelungs(KWK)-Förderung für den erzeugten Strom eines BHKWs; zusätzlich Einspeisevergütung auf den erzeugten und in das öffentliche Stromnetz der N-ERGIE eingespeisten Strom.

Seit dem Jahr 2000 wird diese Optimierung kontinuierlich fortgeführt. Weitere Einsparmöglichkeiten werden regelmäßig geprüft und umgesetzt.

Einsparungen durch Rückerstattungen, Reduzierungen und Förderungen

	2021/2022	seit 2000
Energiesteuererstattung, KWK-Förderung und Rückspeisung von BHKW-Strom	64.306 €	420.867 €
abzugsfähige Wassermengen bei NürnbergBad	46.204 €	394.211 €
Stromumlagen-Einsparung für Großverbraucher	32.400 €	97.684 €
Reduzierungen der Fernwärmeanschlussleistungen	878.164 €	7.088.699 €
Summe	1.021.074 €	8.001.461 €

Einsparungen durch Rückerstattungen, Reduzierungen und Förderungen im jeweiligen Jahr



Am 1. November 2020 trat das GEG (Gebäudeenergiegesetz) in Kraft. Es fasste die Anforderungen der EnEV (Energieeinsparverordnung), des EnEG (Energieeinspargesetz) und des EEWärmeG (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) zu einem Gesetz zusammen. Doch welche Auswirkungen hatte dies konkret auf die Praxis? Das Anforderungsniveau blieb bis zur GEG-Novellierung am 1. Januar 2023 unverändert. Auch fehlte die Ausformulierung konkreter Ziele bezüglich der Energiepolitik.

Für die Stadt Nürnberg blieben weiterhin die selbstgesteckten, weitaus ambitionierteren Ziele, welche mit den zum 1. Februar 2022 aktualisierten energetischen Standards den Schritt Richtung Plusenergiestandard und klimaneutraler Sanierung wagten, maßgebend. Selbst die verschärften Anforderungen der GEG-Novelle 2023 waren hier in jedem Fall eingehalten bzw. übererfüllt, wodurch die Stadt auch ihrer Vorbildfunktion gerecht wurde. Diese ist explizit im GEG gefordert.

Des Weiteren wurde die Verpflichtung, bei Neubauten und grundlegenden Sanierungen kommunaler Nichtwohngebäude den Einsatz von PV oder Solarthermie zu prüfen, im Rahmen der städtischen PV-Strategie erfüllt. Neue Dächer werden prinzipiell mit maximaler PV-Fläche belegt. Dies gilt auch für Dachsanierungen.

Die im GEG verankerte Nutzungspflicht, dass ein Teil der im Gebäude benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen stam-

men muss, erfolgt bei den städtischen Neubauten und grundlegenden Sanierungen zu einem großen Teil durch den Anschluss an das Fernwärmenetz. Ist kein Anschluss vorhanden, kommt i.d.R. Umweltwärme über Wärmepumpen in Kombination mit PV (s.o.) zum Einsatz.

Der im GEG aus der EnEV fortgeführten Verpflichtung, bisher ungedämmte oberste Geschossdecken zu unbeheizten Dachräumen nachzudämmen, wird im Zuge umfassenderer Sanierungen, aber auch als gesonderte Maßnahme nachgekommen. Aufgrund der Vielzahl städtischer Gebäude wird eine vollumfängliche Dämmung aller Geschossdecken sicherlich noch Jahre in Anspruch nehmen. Wobei sich die gesetzliche Verpflichtung lediglich auf Decken bezieht, welche den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 nicht einhalten. Dies trifft i.d.R. nur auf Massivdecken mit Errich-

tung vor 1977 zu. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der Wärmeschutz der übrigen Decken im Sinne der Energieeffizienz als ausreichend anzusehen wäre.

Bei den öffentlichen Gebäuden der Stadt Nürnberg mit Publikumsverkehr muss gemäß GEG im Eingangsbereich ein Energieausweis ausgehängt werden. Die Ausweise sind alle zehn Jahre zu erneuern. Insgesamt wurden bisher bereits 511 Energieverbrauchsausweise ausgestellt und in den Gebäuden angebracht.

Aktuell entfallen noch ca. 40 % des gesamten Energieverbrauchs der EU auf den Gebäudebetrieb. Klimaschutzgesetze des Bundes und der Länder fordern deshalb einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050. Die grundlegende Änderung des GEG zielt darauf, langfristig aus der Nutzung von fossilen Energieträgern in der Wärmeversorgung auszusteigen.

Die konkreten Neuerungen sind nach aktuellem Stand (Juni 2023) aufgrund der Diskussion in der Politik noch nicht abschließend beschlossen.

Es bleibt abzuwarten, ob auch die geplante Änderung ab 2025 weitreichender sein wird. So ist geplant, den Neubaustandard Effizienzhaus/Effizienzgebäude 40 (NH40) einzuführen sowie bei umfassender Dachsanierung von Nichtwohngebäuden mindestens 1/3 der Dachfläche als Solardach auszuführen. Momentan, und wohl auch zukünftig, bleibt das GEG jedoch mit seinen Anforderungen hinter den städtischen Standards zurück.



Aushangpflicht der Energieausweise in städtischen Gebäuden und Eigenbetrieben - Stand 2022

	Gebäude mit Aushangpflicht	Aushangpflicht erfüllt	zu erneuernde Ausweise	insgesamt ausgestellte Ausweise
Alle Ausweise	305	273	60	511
Verbrauchsausweise	219	197	50	391
Bedarfsausweise	86	76	10	120

Dämmung oberste Geschossdecken

	seit 2000
Anzahl Gebäude	114
Gedämmte Fläche oberste Geschossdecken	69.995 m²



Oberste Geschossdecke Herrenschießhaus, Untere Talgasse

In den zurückliegenden zwei Jahren waren die Förderbedingungen für Neubauten einschneidenden Veränderungen unterworfen. Konnten 2021 über das „Bundesprogramm für effiziente Gebäude“ (BEG) noch in größerem Umfang Fördermittel eingeworben werden, versiegte diese Quelle abrupt zum Jahresbeginn 2022. Neubauten waren nunmehr nur noch förderfähig, wenn sie Kriterien der Nachhaltigkeit erfüllten. Für die so genannte NH-Klasse waren die Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltiges Bauen (QNG) zu erfüllen, was auch zwingend eine Zertifizierung mittels eines akkreditierten Siegelsystems erforderte. Für Nichtwohngebäude standen hier die Siegel der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) und des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) zur Verfügung.

Zum 1. März 2023 wurde die gesamte Förderung für Neubauten dann in das neue Programm „Klimafreundlicher Neubau“ (KFN) überführt. Die Konditionen blieben zwar dieselben, wurden jedoch um eine kleinere Variante mit einer ausschließlichen Ökobilanz (LCA), welche lediglich einen Teil einer vollumfänglichen Zertifizierung darstellt, erweitert.

Fortgeführt, allerdings mit etwas schlechteren Konditionen, wurden jedoch die Programme für energieeffiziente Sanierungen. Diese blieben nach wie vor im BEG. Allerdings wurden die Zuständigkeiten neu aufgeteilt, so dass für Generalsanierungen (Effizienzgebäude, Effizienzhäuser) die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zuständig ist, während die Einzelmaßnahmen

komplett vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) betreut werden.

Das klimapolitische Ziel, der Sanierung vor dem Neubau Vorrang einzuräumen, zeichnet sich in den jüngsten Entwicklungen der Förderprogramme ab. Immerhin liegt die Sanierungsquote in Deutschland nach wie vor auf einem viel zu niedrigen Niveau (Nürnberg gegenwärtig bei 0,7 %), um die gesteckten Klimaziele einhalten zu können. Und wenn ein Neubau unumgänglich ist, so sollte dieser zumindest so nachhaltig wie möglich errichtet und betrieben werden.

Bewilligte Fördermittel – Stand 2022

	2021/2022	seit 2000
Zuschüsse	7.543.013 €	10.060.576 €
Zinsverbilligte Kredite	10.016.000 €	17.591.779 €
Tilgungszuschüsse + geschätzte Zinsvorteile	1.961.135 €-	3.096.813 €



Programm „KEiM - Keep Energy in Mind“

Seit über 23 Jahren findet an Nürnberger Schulen das Energiesparprogramm KEiM (Keep Energy in Mind) statt und hat sich zu einem festen Bestandteil der Klimaschutzaktivitäten der Stadt Nürnberg entwickelt. So können auch die Schulen direkt mithelfen, die CO₂-Emissionen zu senken.

Im Rahmen des KEiM-Programms arbeiten die Umweltstation Nürnberg, angegliedert am Institut für Pädagogik und Schulpsychologie, und das Kommunale Energiemanagement als Teil des Hochbauamts eng zusammen. Durch die Beteiligung von gleich zwei städtischen Einrichtungen verfügt das Programm über große Unterstützung in der Stadtverwaltung.

Ziel des 1999 initiierten Programms ist es, Schülerinnen und Schüler aller Altersstufen für das Strom-, Heizenergie- und Wassersparen zu sensibilisieren. Denn das übliche Einsparpotential bei Schulen durch Änderung des Nutzerverhaltens liegt bei bis zu 15 %. Durch die thematische Aufweitung des KEiM-Programms im Schuljahr 2018/2019 konnten spannende Projekte zu den Zusatzthemen „Nachhaltiger Konsum“, „Abfall(vermeidung)“, „umweltfreundliche Ernährung“ oder „umweltfreundliche Mobilität“ durchgeführt und eingereicht werden.

Wichtiges Instrument hierbei ist der KEiM-Arbeitskreis, bei dem sich die KEiM-Beauftragten der Schulen (Lehrkräfte) regelmäßig treffen. Im Rahmen des Arbeitskreises werden Themen und Methoden des Energiesparens diskutiert,

Durch diese Lehrkräfte wird das Thema Energiesparen in den Unterricht und ins Schulleben integriert; sie füllen mit ihren Schülerinnen und Schülern das Programm mit Leben und Power und tragen damit wesentlich zum KEiM-Energiesparerfolg bei!



Ein wichtiger Bestandteil des Programms ist der alljährlich stattfindende Energiesparwettbewerb. Hierzu können alle Nürnberger Schulen ein Projekt einreichen. Diese Projekte reichen von Kalendern mit Energiespartipps, über Theaterstücke oder Filmclips bis hin zu ganzen „stromfreien“ Projekt-Tagen. Auch die Einführung von Energiesheriffs oder Müllsortierung im Klassenzimmer kann besonders viel bei Kindern bewirken. Gegen Ende eines Schuljahrs bewertet eine Jury alle eingereichten Projekte. Bis zu 2.700 Euro winken als Preisgeld. Die Schulen, die an dem Wettbewerb teilnehmen, bekommen im Rahmen einer Preisverleihung eine Urkunde verliehen (2021 als Videokonferenz, 2022 im Neubau des Bertolt-Brecht-Schulzen-trums).

Die Siegerprojekte des KEiM-Wettbewerbs werden ins Internet eingestellt und können so von anderen Schulen nachgemacht werden. (www.keim.nuernberg.de)

er dient dem Erfahrungsaustausch zwischen den Lehrkräften der einzelnen Schulen (z.B. Markt der Möglichkeiten) und bietet Input zu jeweils aktuellen Themen. Hierbei wird immer wieder der Klimawandel in den Fokus gerückt. Die Energiesparprojekte werden dann an den Schulen von den KEiM-Beauftragten initiiert.



Urkunden der
Preisverleihung 2022

Energiesparpreis

Zum zehnten Mal wurde der Energiesparpreis für städtische Dienststellen und Eigenbetriebe verliehen.

Die Jubiläumsveranstaltung zum Energiesparpreis fand im Planetarium statt und stand unter dem Motto:

Nach den Sternen greifen – Leuchtprojekte der Stadt Nürnberg.

Ausgezeichnet wurden 2022 zwei Leuchtprojekte.

SUN mit rekoSUN

SUN plant und führt am Klärwerk 1 umfangreiche bauliche Maßnahmen durch, da die vorhandene Bausubstanz in ihrer gewachsenen Struktur den erweiterten Aufgabenbereichen nicht mehr gerecht wird und einen wirtschaftlichen Betrieb erschwert. Im Rahmen eines Gesamt-Systemplans werden bauliche Restrukturierungen nachhaltig und zukunftsfähig neu aufgestellt.

Tiergarten mit Klimaneutralität

Der Tiergarten setzt auf CO₂-Neutralität bis 2030. Mit einer Energiestudie und dem Tiergarten als Pilotprojekt wurde ein Szenario im Kleinen entwickelt, das diesen als Vorbild und Vorreiter zeigt - für den nächsten großen Schritt die Stadtverwaltung ganzheitlich bis 2035 klimaneutral zu gestalten.

Der Energiesparpreis wird aus den Einspeisevergütungen der stadteigenen Photovoltaikanlagen finanziert. Dafür standen diesmal rund 8.000 Euro zur Verfügung. Durch den Energiesparpreis

soll ein dauerhafter Anreiz geschaffen werden, Energiesparbemühungen innerhalb der Stadtverwaltung kontinuierlich auszubauen und zu intensivieren. Gerade in Krisenzeiten ist es

wichtiger denn je, die Sinne für das Energiesparen zu schärfen. Energiesparen ist und bleibt Daueraufgabe.





Lageplan Umstrukturierung rekoSUN



Einsparenerfolge in Eigenbetrieben

4

Auch durch die Eigenbetriebe der Stadt Nürnberg werden technische Anlagen betrieben, die teilweise einen großen Energiebedarf aufweisen und deshalb über hohe Einsparpotenziale verfügen.

Die Eigenbetriebe widmen sich dem Thema Energie- und Kosteneinsparung seit vielen Jahren und erzielen dabei beachtliche Erfolge.

Beispielhaft werden in diesem Bericht die Aktivitäten des Eigenbetriebs Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) für die Klärwerke im Rahmen des Projekts rekoSUN dargestellt.

Nachhaltigkeit im Projekt rekoSUN

Das Projekt rekoSUN (bauliche **Restrukturierung** und standörtliche **Konsolidierung**) hat die Erneuerung und den Umbau der Betriebs-, Labor- und Verwaltungsgebäude der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg zum Ziel.

Die über mehrere Jahrzehnte gewachsene Struktur am Standort Klärwerk 1 wird den gestiegenen Anforderungen nicht mehr gerecht und erschwert einen wirtschaftlichen Betrieb.

Einen 2020 ausgelobten interdisziplinären Planungswettbewerb konnten Code Unique Architekten GmbH aus Dresden für sich entscheiden.

Basierend auf den Wettbewerbsergebnissen werden aktuell die Planungen für eine sukzessive Umsetzung weiterverfolgt. Der Zeitraum bis zur Fertigstellung wird voraussichtlich rund zehn Jahre betragen. Eine besondere Herausforderung stellt, neben den überaus beengten Platzverhältnissen, die Umsetzung der Maßnahmen im laufenden Betrieb dar.

Auf Grundlage des Stadtratsbeschlusses von 2019 zur Klimaneutralität der Stadtverwaltung stellte das Thema Nachhaltigkeit bereits im Wettbewerbsverfahren ein wesentliches Bewertungskriterium dar. Im Vorfeld fand zu dieser Thematik eine Beratung durch die Beratungsstelle Energie und Nachhaltigkeit (BEN) der Bayerischen Architektenkammer (ByAK) statt.

Hieraus erfolgte der Beschluss seitens SUN und Planungs- und Baureferat, ein Gebäude auf dem Planungsgebiet gemäß den Anforderungen des Bundes Nachhaltiges Bauen (BNB) in der Kategorie „BNB-Silber“ zu errichten. Die Erfahrungen aus diesem Planungs- und Bauprozess sollen dann auf die restlichen Gebäude übertragen werden.

Somit wurde im Rahmen des Planungswettbewerbs eine BNB-Koordinatorin als Sachverständige hinzugezogen. Für ein neu zu errichtendes Verwaltungsgebäude auf dem Areal wurde ein BNB-Zielkatalog unter Zugrundelegung des „BNB-Silber“-Standards erarbeitet und mit den vorhandenen städtischen Standards abgeglichen.



Eine eigens hierfür eingerichtete Arbeitsgruppe prüfte die Wettbewerbsbeiträge nach im Vorfeld festgelegten Nachhaltigkeitskriterien wie beispielsweise Flächeneffizienz, Materialität, Ressourcenverbrauch und Umweltwirkung.

Die in einem Prüfbericht dargestellten Ergebnisse bildeten zusammen mit weiteren Kriterien eine Entscheidungsgrundlage für das Preisgericht. In den dem Wettbewerb folgenden Verhandlungsgesprächen wurden Erfahrungen mit Nachhaltigkeit und Zertifizierungssystemen thematisiert und entsprechend bewertet.

Das für den BNB-Prozess ausgewählte Gebäude soll im weiteren Planungsverlauf eine Art Leuchtturmfunktion für das Gesamtprojekt einnehmen. Die gewonnenen Erkenntnisse sind auf alle neu zu errichtenden sowie zu sanierenden Gebäude projizierbar.

Beispielsweise soll das entsprechend dem Zielkatalog entwickelte Fassadensystem des unter Nachhaltigkeitskriterien zu betrachtenden Bürogebäudes im Sinne einer einheitlichen Gestaltung über mehrere Gebäude gezogen werden. Dies gilt auch für Materialien, die im Inneren der Gebäude Verwendung finden, wie Boden- und Wandbeläge oder auch Einrichtungsgegenstände.

Aktuell läuft das Verfahren zur Beauftragung eines BNB-Koordinators bzw. einer BNB-Koordinatorin für den weiteren Planungsprozess. Der Weg zu einem Zertifikat wird, auch im Hinblick auf einzuwerbende Fördermittel, noch offengehalten. Das betreffende Bürogebäude wird also in jedem Fall im Sinne des „BNB-Silber“-Standards errichtet; ob jedoch ein abschließendes Zertifikat ausgestellt wird, ist nach Abschluss der Leistungsphase 3 noch zu entscheiden.



Abbildungsnachweis

Titelbild

Grafik Rosenaupark, Website Stadt Nürnberg mit Adobe Stock Fotos

Seite 5

Planungs- und Baureferat, Stadt Nürnberg

Seite 11

Grafik Klimaschutzfahrplan, Stadt Nürnberg

Seite 20

Grafik Fernwärmebestandteile, N-ERGIE Aktiengesellschaft

Seite 22

Grafik Strompreisbestandteile, N-ERGIE Aktiengesellschaft

Seite 26

Grafik pixabay

Seite 32

Grafik Außenansicht BBS, WBG-KOMMUNAL GmbH

Seite 33

Grafik Innenansicht BBS, WBG-KOMMUNAL GmbH

Seite 35

Wolfgang Keller, pool-x

Seite 39

Wikipedia, derbrauni, CC BY-SA 3.0 DEED

Seite 46 / 47

Grafik rekoSUN, [phase eins]. Hossbach Lehmhaus Architekten BDA VBI, Berlin

Seite 48 / 49

Grafik rekoSUN, Code Unique Architekten GmbH, Dresden

alle anderen

Hochbauamt, Stadt Nürnberg

