

Umsetzungsplan zur Zielerreichung "Klimaneutraler städtischer Gebäudebestand ab dem Jahr 2035"

1. Anlass

Der Stadtrat der Stadt Nürnberg hat in seiner Sitzungen am 26.01.2022 die Szenariobetrachtungen für einen klimaneutralen städtischen Gebäudebestand zur Kenntnis genommen und die Verwaltung beauftragt, die Voraussetzungen, notwendigen Schritte und Maßnahmen sowie die finanziellen, technischen und personellen Rahmenbedingungen zur Erreichung der Klimaneutralität für den städtischen Gebäudebestand bis zum Jahr 2035 zu prüfen, zu beschreiben und einen konkreten Umsetzungsfahrplan inklusive Monitoringkonzept dafür auszuarbeiten.

Der Umsetzungsplan soll Bestandteil des gesamtstädtischen Konzepts „klimaneutrale Stadtverwaltung ab 2035“ werden.

2. Umsetzungsplan

Alle beschriebenen Bestandteile des Umsetzungsplanes, d.h. die direkt durch die Stadtverwaltung umsetzbaren Maßnahmenpakete (Punkte 2.1, 2.2, 2.4) sowie die Maßnahmen des Energieversorgers zur Umstellung der Energieträger auf erneuerbare Energien (Punkt 2.5) sind zur Zielerreichung unabdingbar. Jede Einschränkung oder Verlangsamung der Maßnahmen hat unmittelbare Auswirkungen auf den Zeitpunkt der Zielerreichung.

2.1 Maßnahmen an stadteigenen Gebäuden

Die Maßnahmen, die die Stadtverwaltung selbst für ihre eigenen Liegenschaften zur Reduzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen umsetzen kann, betreffen die Bereiche:

- bauliche Maßnahmen des Wärmeschutzes zur Reduzierung des Energieverbrauchs
- Umstellung der Wärmeversorgung bisher gas- und ölversorgter Gebäude auf klimaneutrale Wärmeenergieträger
- Erhöhung der Produktion von regionalem Ökostrom

Rund 80 % der städtischen Liegenschaften sind keine Neubauten, un- oder teilsaniert (ca. 800.000 m² beheizte Nettoraumfläche NRF). Für diese Gebäude sind energetische Ertüchtigungsmaßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle und / oder die Umstellung auf klimaneutrale Energieträger erforderlich. Darunter werden ca. 190 unsanierte Liegenschaften mit Gas oder Öl beheizt. Diese müssen sowohl wärmeschutztechnisch verbessert werden, als auch die Energieversorgung auf klimaneutrale Energieträger umgestellt werden. Rund 185 Gebäude sind fernwärmeversorgt und müssen lediglich wärmeschutztechnisch ertüchtigt werden. Bei ca. 25 gasversorgten Liegenschaften ist keine Umstellung der Wärmeversorgung erforderlich, weil es sich entweder um Neubauten oder um bereits umfassend sanierte Liegenschaften handelt. Da bei einer angesetzten Steigerung der Sanierungsrate von ca. 0,7 % auf ca. 2 % pro Jahr nicht alle rund 380 unsanierten Liegenschaften bis 2035 umfassend energetisch saniert werden können sowie bisherige Nutzungs- und Funktionsbedarfe berücksichtigt werden sollen, erfolgt eine Kategorisierung der erforderlichen Maßnahmen und Ansätze wie folgt:

1. Kategorie: Umfassende energetische Sanierung, inkl. notwendiger ergänzender Maßnahmen, wie WC-Sanierungen, Brandschutz, funktionale Verbesserungen der Liegenschaften, die bereits im MIP- und BIC-Verfahren integriert sind (fernwärme- und gasversorgte Liegenschaften) – bis 2035 – im Durchschnitt ein bis zwei pro Jahr, wobei die Einzelprojekte i.d.R. zwei bis sieben Jahre zur vollständigen Abwicklung benötigen (Summe ca. 20 Liegenschaften bis 2035).

→ Maximale Energieeinsparung plus größtmögliche CO₂-Neutralität der Energieträger.

2. Kategorie: Umstellung der Gebäudeheizung (auf CO₂-sparende Lösungen, mittels Wärmepumpen in rund 130 Liegenschaften und mit hybriden Lösungen mittels Blockheizkraftwerken (BHKW) und Wärmepumpen bei rund 60 Liegenschaften bis 2035; ca. 16 bis 17 Liegenschaften pro Jahr). Letztere werden ab 2035 wärmeschutztechnisch saniert.
→ Größtmögliche CO₂-Neutralität der Energieträger bei gleichbleibendem Verbrauch.
3. Kategorie: Umfassende energetische Sanierung inkl. notwendiger ergänzender Maßnahmen, wie WC-Sanierungen, Brandschutz, funktionale Verbesserungen von ca. 80 gas- oder ölversorgten Liegenschaften bis 2035 (fünf bis sechs Liegenschaften pro Jahr).
→ Maximale Verbrauchssenkung bei gleichbleibendem Energieträger fossil.
4. Kategorie: Umfassende energetische Sanierung inkl. notwendiger ergänzender Maßnahmen, wie WC-Sanierungen, Brandschutz, funktionale Verbesserungen der fernwärmeversorgten Liegenschaften (Summe: rund 185; Klimaneutralität bis etwa 2035, tatsächliche bauliche Optimierung nachlaufend.).
→ Maximale Verbrauchssenkung bei gleichbleibendem Energieträger Fernwärme.

Bis 2035 können mit den Maßnahmen nach Kategorie 2 alle gasversorgten Liegenschaften entweder komplett auf Wärmepumpenbeheizung (bereits wärmeschutztechnisch ertüchtigt) oder mittels Hybridlösungen mit BHKWs teilweise auf Wärmepumpenbeheizung umgestellt werden. Für Liegenschaften, die bis 2035 noch nicht wärmeschutztechnisch saniert werden können (und folglich bis 2035 eine Hybridlösung umgesetzt werden muss), erfolgt dies nachlaufend nach 2035, und dann erfolgt die Beheizung ausschließlich über Wärmepumpen. Die Dimensionierung der Wärmepumpen erfolgt dabei auf die notwendige Leistung nach einer wärmeschutztechnischen Ertüchtigung. Die Restbedarfsdeckung mit Gas für den Betrieb der BHKWs erfolgt ab 2035 mit erneuerbarem Gas (siehe auch Pkt. 2.5, Bedarf ca. 17 GWh/a, dann jährlich sinkend).

Maßnahmen für die Gebäude der Eigenbetriebe und deren Heizungsanlagen sind prinzipiell Bestandteil des vorliegenden Umsetzungsfahrplanes. Nicht integriert sind Prozessstrom für ASN/Müllverbrennung, SÖR/Straßenbeleuchtung und SUN/Wasseraufbereitung sowie Prozessgas für ASN/Müllverbrennung.

2.2 Energiekonzept des Tiergartens

Für den Tiergarten wurde bereits ein sehr konkretes Energiekonzept zur klimaneutralen Energieversorgung erstellt. Dieses Konzept ist inhaltlich und finanziell in den vorliegenden Umsetzungsfahrplan integriert.

Das Pilotprojekt „CO₂-neutraler Tiergarten“ birgt das Potenzial, dass der Tiergarten sich bis 2030 beinahe komplett selbst und regional mit Energie versorgen kann. Es ist in zwei Phasen geplant: Schon in der ersten Phase sparen Stadt und Tiergarten bis zu 2,2 Millionen Kilowattstunden aus Gas pro Jahr ein. Mit der Errichtung eines Heizhauses inklusive Pelletkessel (Holzvergasertechnik) beim Giraffenhaus und einer Nahwärmeleitung zur Lagune werden knapp 70 Prozent der rund 1,9 Millionen Kilowattstunden Strom und Wärme pro Jahr, die der Betrieb der Lagune beansprucht, mit erneuerbaren Energien gedeckt. Zusätzlich ersetzt der Tiergarten seine bisherige Hackschnitzelheizung am Betriebshof durch eine leistungsfähigere – und spart damit bis zu 400.000 weitere Kilowattstunden aus Gas pro Jahr ein.

Zugleich wird bei diesen Bauarbeiten die Grundlage für das gesamte Nahwärmenetz des Tiergartens und die Bündelung der Stromeinspeisungspunkte gelegt. Geplant ist zudem, dass die energetische Sanierung des Giraffenhauses in diesem Zeitraum beginnt. Nach Abschluss der ersten Phase soll sich das Nahwärmenetz von der Verwaltung und dem Naturkundehaus über das Giraffenhaus und die Lagune bis hin zum Betriebshof und dem Wüstenhaus erstrecken.

Ein weiteres Element der ersten Phase ist die große PV-Anlage mit Speicher. Hierfür prüft die Stadt derzeit geeignete Standorte. In der engen Wahl stehen der Großparkplatz des Tiergartens und die Fläche auf einem stillgelegten Wasserspeicher der N-ERGIE nördlich des Tiergartens. Bei der Bewertung der Standorte ist die technische Machbarkeit entscheidend. Stellt sich in der weiteren Prüfung heraus, dass Bau und Betrieb der PV-Anlage am Großparkplatz – auch zur Absicherung von Stromausfällen und damit zum Schutz der Zootiere

– die technisch sinnvollste Lösung ist, wird der Tiergarten Bäume, die dafür gefällt werden müssten, nachhaltig verwerten und durch Neupflanzungen an anderer Stelle dafür Sorge tragen, dass durch die PV-Anlage kein Laubvolumen zur CO₂-Absorption verloren geht. Die projizierten Investitionen der ersten Projektphase liegen bei ca. 12,3 Millionen EUR. Damit können 60 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen des Tiergartens eingespart werden.

In der zweiten Phase sollen unter anderem ein weiteres BHKW errichtet und das Nahwärmenetz ausgebaut werden, um auch das Tropenhaus zu versorgen. Das Nahwärmenetz ist überdies so geplant, dass auch nachträglich Einrichtungen außerhalb des Tiergartens wie zum Beispiel die Akademie der Bildenden Künste oder ein öffentliches Wärmenetz angeschlossen werden können. Mit der Sanierung des Giraffenhauses und den Investitionen in erneuerbare Energien könnte der Tiergarten insgesamt 90 Prozent seiner Emissionen einsparen. Die geplanten Kosten für diese zweite Phase liegen bei ca. 6,5 Millionen EUR.

Die zehn Prozent, die noch zur Klimaneutralität fehlen, könnte der Tiergarten durch eine Pyrolyseanlage erreichen: Eine solche Anlage verarbeitet die Reststoffe aus der Holzpellet-Verbrennung zu Pflanzenkohle, die in den Boden eingebracht werden kann – und dort nicht nur Kohlenstoff dauerhaft bindet, sondern auch die Bodenqualität verbessert.

2.3 Möglichkeiten zur Integration von Fördermitteln zur Reduzierung des städtischen Investitionsbedarfes

Zum derzeitigen Zeitpunkt gibt es verschiedene Förderprogramme, die im Rahmen der Maßnahmen in Anspruch genommen werden können. Hierzu gehört beispielsweise das durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausführungskontrolle (BAfA) aufgelegte BEG-Förderprogramm (Bundesförderung energieeffiziente Gebäude). Dieses kann sowohl für die Sanierung der Gebäudehülle als auch den Austausch der Wärmeerzeuger genutzt werden. Aufgrund der aktuellen Situation, in der sich die Förderprogramme und Förderbedingungen häufig ändern, kann allerdings derzeit keine verlässliche Aussage bezüglich möglicher Förderquoten getätigt werden.

Wenn davon ausgegangen wird, dass sich die Förderbedingungen zukünftig nicht weiter verschlechtern, kann auf Basis von aktuellen Förderprogrammen von einer Förderquote von ca. 15 bis 20 % der energetisch relevanten Kosten ausgegangen werden, immer jedoch vorbehaltlich der konkreten Projektzusagen.

Im Sofortprogramm der Bundesregierung vom 13.07.2022 für den Gebäudesektor wird dringender und zusätzlicher Handlungsbedarf analysiert. Verschärfungen werden bei der gesetzlichen Anforderung, dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) ab dem 01.01.2023, dem 01.01.2024 sowie ab 2025 beschrieben. Die Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (BEG) soll die neuen GEG-Vorgaben flankieren und neu ausgerichtet werden. Angekündigt werden zudem Förderungen für serielle Sanierungen, effiziente Wärmenetze (erforderlich für den Energieversorger), kommunale Wärmeplanung (interessant für gesamtstädtische Betrachtungen), eine Qualifizierungsoffensive „Wärmepumpen“ und insbesondere eine „Initiative öffentliche Gebäude“. Mittels neuer Fördermaßnahmen zur Erhöhung der Sanierungsrate bei allen öffentlichen Gebäuden sollen die notwendigen Schritte hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand unterstützt werden. Der dafür erforderliche Dialog mit den Bundesländern und Kommunen soll noch im 2. Halbjahr 2022 starten.

2.4 Städtische Strategie zur möglichst umfassenden Nutzung von Dach- (ggf. Fassaden-) Flächen städtischer Gebäude zum Bau von Photovoltaikanlagen und damit Stromerzeugung durch erneuerbare Energien (städtische PV-Strategie)

Gemäß der aktuellen städtischen „Leitlinien zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei Hochbaumaßnahmen der Stadt Nürnberg“ (Stand Februar 2022) soll bei Neubau und grundlegenden Sanierungsmaßnahmen generell der Bau einer größtmöglichen Photovoltaikanlage eingeplant werden. Auf diese Vorgabe wird hier hingewiesen und die Wichtigkeit einer konsequenten Umsetzung betont.

Eine 2020 durchgeführte Potenzialanalyse hatte ergeben, dass auf den Dächern städtischer Gebäude ein gut zu erschließendes Erzeugungspotenzial von etwa 15 Mio. kWh Strom pro Jahr besteht (etwa 320 Gebäude mit ca. 17 Megawatt peak (MWp) Gesamtleistung).

Eine daraufhin erstellte Wirtschaftlichkeitsuntersuchung hatte jedoch zum Ergebnis, dass die Nutzung des Erzeugungspotentials im Betrieb durch die Stadt Nürnberg lediglich ein geringes Erlöspotential aufweist.

- Die aus ökologischen Gründen gewünschte größtmögliche Dachflächennutzung reduziert die Wirtschaftlichkeit, da das Erzeugungspotential lediglich zu ca. 45% als Eigenstromverwendung genutzt werden kann und der überwiegende Anteil von 55% des Erzeugungspotentials eingespeist werden müsste.
- Der aus dem Einsparpotential durch die Eigennutzung zu finanzierende Verwaltungsaufwand für die Verwaltung von 320 Gebäuden sowie der Aufwand für die steuerrechtliche Bewirtschaftung der PV-Anlagen reduzieren den Ertrag weiter.

Aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht sollen die Potentialflächen deshalb im Wege einer Einlage dem StWN-Konzern zur Verfügung gestellt werden.

Dadurch ist gewährleistet, dass auf den städtischen Bestandsdächern möglichst

- schnell
- viel und
- kosteneffizient

Stromerzeugungskapazität nachgerüstet werden kann und der dort erzeugte Solarstrom

- vollständig
- technisch und personell unkompliziert und
- wirtschaftlich effizient

genutzt werden kann.

Die Strategie sieht vor, dass die Stadt Nürnberg der StWN die Nutzung städtischer Dachflächen ermöglicht. Diese wird dort über die N-ERGIE AG PV-Anlagen installieren und betreiben und den dort erzeugten Strom vollständig als „regionalen Ökostrom“ vermarkten. Die Nachfrage nach diesem Produkt wird in Zukunft voraussichtlich stark ansteigen. 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 profitiert davon dergestalt, dass

- a) die von der Stadt beziehbare Menge an regionalem Ökostrom im Gleichschritt mit dem Ausbau der auf städtischen Dächern installierten PV-Leistung ansteigt und entsprechend bilanzierbar ist
- b) die Stadt Nürnberg keine Investitionen in die Nachrüstung von PV-Anlagen auf Bestandsgebäuden tätigen muss
- c) die PV-Anlagen privatwirtschaftlich erstellt und betrieben werden und somit wirtschaftliche Gesteuerungskosten zu erwarten sind
- d) der Energieversorger seine Produktionskapazitäten für regionalen erneuerbaren Strom ausbauen kann.
- e) Erlöse aus der Vermarktung des regionalen Grünstroms im StWN-Konzern verbleiben.

Zur Umsetzung der Strategie wird die Stadt Nürnberg der StWN GmbH ausgewählte Dachflächen für einen noch festzulegenden Zeitraum von jeweils etwa 20 Jahren zur Verfügung stellen. Jährlich werden zwischen der StWN GmbH und der Stadt Nürnberg „Jahrespakete“ mit Dachflächen vereinbart, die eine baupraktisch maximal umsetzbare Ausbaugeschwindigkeit sicherstellen. Diese Pakete werden voraussichtlich einem Leistungspotenzial von etwa 1,2-2 MWp entsprechen. Die in den Paketen enthaltenen Gebäude werden vom

Hochbauamt der Stadt Nürnberg zunächst auf das Vorliegen der baulichen und technischen Voraussetzungen zur Installation einer PV-Anlage geprüft. Sollten technische Vor- und / oder Nacharbeiten notwendig sein, wird dies durch die Stadt Nürnberg erfolgen, ebenso ggf. notwendige Prüfungen der Dachstatik (geschätzte Kosten ca. 5.000 EUR pro Objekt). Wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, baut der StWN-Konzern im Laufe des vereinbarten Kalenderjahres die Anlage und betreibt diese fortan.

Die Verwaltung wird entsprechende Verträge und Vereinbarungen zur Strategieumsetzung abschließen.

Für PV-Anlagen auf Neubauten und bei Sanierungen von Dächern soll dieses Verfahren ebenfalls Anwendung finden und dazu jeweils eine Einzelprüfung im Laufe des Planungsprozesses erfolgen, bei dem zwischen den Investitionen im Projekt und den möglichen Einsparungen bei einer Eigenstromversorgung des Gebäudes abgewogen wird.

2.5 Beschreibung von Möglichkeiten zur Reduzierung der CO₂-Emissionen und zur Umstellung der Wärme- und Strombedarfsdeckung auf klimaneutrale Energie durch den Energieversorger (erneuerbarer Strom, klimaneutrale Fernwärme, klimaneutrales Gas)

Die zukünftige Umstellung auf eine klimaneutrale Wärme- und Stromversorgung liegt in der Verantwortung der N-ERGIE. Folgende grundsätzliche Ausrichtung auf dem Weg der Dekarbonisierung ist hier absehbar:

- a) Die Stromerzeugung fokussiert sich zukünftig verstärkt auf die regionale Erzeugung von Ökostrom v.a. mittels Photovoltaikanlagen, dem ortsgleichen Verbrauch, sowie dem intensiven Ausbau des Verteilnetzes.
- b) In der Wärmeerzeugung soll die Fernwärme sukzessive auf klimaneutrale Energieträger (z. B. mit Integration von mehr Biomasse, Altholz und Groß-Wärmepumpen) umgestellt werden. Begleitend dazu soll der Ausbau des Fernwärmenetzes im Stadtgebiet vorangetrieben werden. Voraussichtlich ab 2030 ist der Beginn der Beschaffung von klimaneutralem Gas bzw. Wasserstoff unabdingbar. Ab 2035 muss der gesamte dann noch benötigte Bedarf an Gas und Fernwärme für die Stadtverwaltung klimaneutral gedeckt werden.

3. Zusammenfassung Finanz- und Personalbedarf

Aus den oben beschriebenen Teilkonzepten, Umsetzungskategorien und Annahmen ergeben sich Prognosen für den zusätzlich notwendigen Investitions- und Personalbedarf zur Umsetzung des Gesamtkonzepts klimaneutraler städtischer Gebäudebestand bis 2035. Die dafür erforderlichen Finanzierungsbedarfe sind eine Stufe detaillierter als im Szenario für die Stadtratssitzung am 26.01.2022 beschrieben, da sie auf konkreten Betrachtungen der zu sanierenden städtischen Gebäude und Anlagen beruhen und die beschriebenen Kategorisierungen berücksichtigen. Dennoch ergibt sich, auch aufgrund der aktuellen Energiekrise, Finanzsituation und auch Engpässen bei Baumaterialbeschaffung und Kapazitäten bei Baufirmen und Planern, eine nicht zu unterschätzende aber nicht seriös definierbare Unschärfe.

Bei der Prognose des zusätzlichen Personalbedarfs der verschiedenen Baudienststellen (Hochbauamt, Projektbaudienststelle bei Ref. VI, Eigenbetriebe, WBG K) wurde das bereits seit einigen Jahren verwendete hochbauamtsinterne „Kapazitäts-Tool“ zur Ermittlung des Personalbedarfs für Planung und Bau von Neubauten und Sanierungsmaßnahmen genutzt und an die notwendige Prognose bis 2035 / 2040 angepasst.

Auch wenn die Prognosen des zusätzlichen Personalbedarfs und insbesondere des Investitionsbedarfes derzeit sehr schwierig sind, wird dies ab 2023 bis 2040 nach Jahresscheiben angezeigt. Die Größenordnung und der scheinbar kaum zu bewältigende Umfang der Aufgaben lassen sich zumindest erkennen und weitere konkrete Maßnahmen daraus ableiten.

Jahr	Investitionen Sanierung Gebäudehülle, Heizung, Lüftung, Gebäudeautomation, notwendige ergänzende Maßnahmen, externe Planungskosten			Einbindung von Fördermitteln (reduziert die Ausgaben) (Ansatz mit Bezug zu Spalte 3)	Personalbedarf (Stellenbedarf)	Personalkosten	Gesamtkostenprognose
	Gesamtkosten (inkl. notwendiger ergänzender Maßnahmen, wie WC-Sanierungen, Brandschutz, funktionale Verbesserungen)	darunter energetische Gesamtanierung mit Gebäudehülle (Wärme-schutz) und Umstellung Gasbeheizung auf erneuerbare Energien (in Spalte 2 integriert)	darunter Übergangslösung mit Umstellung der Gebäudebeheizungen auf Hybridlösungen, inkl. Tiergartenkonzept (in Spalte 3 integriert)	20%	jeweils im Jahr erforderlich, nicht zu kumulieren	(errechnet aus Spalte 6)	(Spalten 2 und 7 abzgl. Spalte 5)
	EUR brutto	EUR brutto	EUR brutto	EUR brutto	Personalstellen	EUR brutto	EUR brutto
1	2	3	4	5	6	7	8
2023	4.900.000	3.100.000	2.200.000	620.000	40	3.400.000	7.680.000
2024	22.900.000	13.700.000	9.100.000	2.740.000	52	4.420.000	24.580.000
2025	53.400.000	32.000.000	21.300.000	6.400.000	56	4.760.000	51.760.000
2026	86.900.000	45.300.000	24.500.000	9.060.000	68	5.916.000	83.756.000
2027	125.900.000	53.500.000	17.300.000	10.700.000	64	5.568.000	120.768.000
2028	103.400.000	45.400.000	16.400.000	9.080.000	58	5.046.000	99.366.000
2029	76.600.000	39.000.000	20.200.000	7.800.000	58	5.220.000	74.020.000
2030	77.000.000	39.200.000	20.300.000	7.840.000	58	5.220.000	74.380.000
2031	75.900.000	36.500.000	16.800.000	7.300.000	59	5.310.000	73.910.000
2032	103.100.000	47.700.000	20.000.000	9.540.000	57	5.301.000	98.861.000
2033	101.100.000	44.900.000	16.800.000	9.980.000	54	5.022.000	97.142.000
2034	74.400.000	30.600.000	8.700.000	6.120.000	41	3.813.000	72.093.000
2035	108.600.000	36.200.000	0	7.240.000	33	3.168.000	104.528.000
2036	141.900.000	47.300.000	0	9.460.000	34	3.264.000	135.704.000
2037	161.700.000	53.900.000	0	10.780.000	30	2.880.000	153.800.000
2038	126.600.000	42.200.000	0	8.440.000	32	3.168.000	121.328.000
2039	74.700.000	24.900.000	0	4.980.000	29	2.871.000	72.591.000
2040	87.900.000	29.300.000		5.860.000	29	2.871.000	84.911.000
Summe	1.606.900.000	664.700.000	193.600.000	132.940.000		77.218.000	1.551.178.000

Tabelle 1: Übersicht Prognose des zusätzlichen Bedarfs für Investitionsmittel und zusätzliches Personal für Baudienststellen als Mittelabflussplanung nach Jahresscheiben von 2023 bis 2040 zur Zielerreichung klimaneutraler städtischer Gebäudebestand bis 2035 (inkl. Baupreissteigerung von 3,8 % pro Jahr; inkl. Personalkostensteigerung von 3 % alle drei Jahre)

Die Investitionen für die energetische Gesamtsanierung beziehen sich auf die wärmeschutztechnische Sanierung der Gebäudehülle, inkl. aller dafür erforderlichen Maßnahmen beim Einbau neuer Fenster sowie notwendiger Nebenarbeiten im Rahmen der Fassaden- und Dachsanierung und die Umstellung von gasbeheizten Gebäuden auf die Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien (alles Spalte 3) und Hybrid-Heizungen (Spalte 4, ist in Spalte 3 enthalten). In den dargestellten Gesamtkosten (Spalte 2) sind, in Abhängigkeit des konkreten Objekts, zusätzlich zu Spalte 3 dringend notwendige ergänzende Maßnahmen, wie WC-Sanierungen, Brandschutzertüchtigungen und funktionale Verbesserungen in einem gewissen Umfang enthalten. Das Konzept geht davon aus, dass die Investitionen in diese „notwendigen Nebenarbeiten“ in derselben Höhe anfallen, wie sie auch für die wärmeschutztechnische Sanierung notwendig sind. (Spalte 2 = (Spalte 3 – Spalte 4) x 2 + Spalte 3).

Die Investitionen in die Modernisierungen bzw. den Neubau von mechanischen Lüftungsanlagen sowie in die Gebäudeautomatisierung und die Planungskosten sind ebenfalls in den Spalten 3 und 4 enthalten.

Die Investitionen wurden jeweils für jedes Objekt der Stadt Mithilfe von objektspezifischen Kennwerten ermittelt. Die Summe der objektbezogenen Investitionen ergibt die Gesamtinvestitionen für einen klimaneutralen Gebäudebestand (Mittelabflussplanung). Ausgangsbasis sind die Daten von 2022.

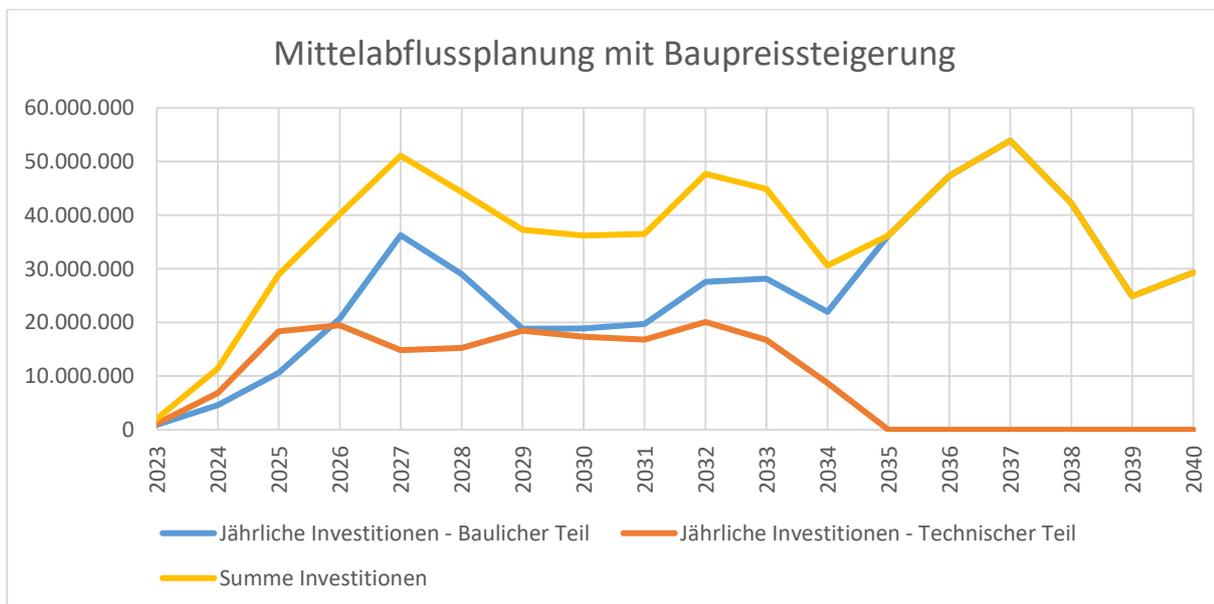


Diagramm 1: Mittelabflussplanung energetisch relevante Sanierungskosten für den Teil der wärmeschutztechnischen Sanierung sowie für den Teil der anlagentechnischen Sanierungen (mit Baupreissteigerungen)

Grundlegender Ansatz bei der energetischen Gesamtsanierung ist es, die formulierten städtischen Standards gemäß den beschlossenen Leitlinien zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei Hochbaumaßnahmen vom 26.01.2022 einzuhalten. Allerdings ist der Kostenverlauf für die Absenkung des Wärmebedarfs pro Quadratmeter Nutzraumfläche (NRF) nicht linear, da die spezifischen Kosten bei einer kleinen Absenkung höher sind als bei einer größeren Absenkung. Darum wurden exemplarisch einige bisherige Modernisierungen der Stadt Nürnberg ausgewertet, um anhand von Energieeinsparungen, spezifischen Projektkosten und der jeweiligen NRF einen Kostenverlauf aufstellen zu können.

Ähnlich dem Vorgehen bei der Gebäudehülle wurden auch für Heizungsanlagen einige Sanierungsprojekte ausgewertet sowie Herstellerangebote für Wärmepumpen und BHKWs einbezogen, um eine höhere Datenvalidität zu erreichen.

Für die Ermittlung der Neubau- und Sanierungskosten wird eine Mischung aus stadtinternen Kostenkennwerten und Kennwerten des BKIs (Baukostenindex) herangezogen. Diese Kennwerte sind auf m²/NRF bezogen und wurden für das jeweilige Objekt spezifisch berechnet.

Anhand der ermittelten Kosten aus Gebäudehülle, Anlagentechnik und Technische Gebäudeausstattung wurden die Planungskosten anhand der HOAI § 34, HOAI § 56 und AHO spezifisch berechnet.

In Summe ergeben die Kosten aus Gebäudehülle, Anlagentechnik und Technische Gebäudeausstattung und Planungskosten die Gesamtinvestitionen pro Objekt.

Der Mehraufwand für Personal der Baudienststellen wurde mit dem angepassten Kapazitäts-Tool des Hochbauamtes ermittelt, wobei die Investitionsschätzung auf Objektebene und die Projektdauer als Ausgangsgrößen dienen. Der gesamte zusätzliche Personalbedarf wird mit durchschnittlichen Personalkosten pro Stelle im Jahr 2023 von 85.000 EUR sowie einer Steigerung alle drei Jahre von 3 % angesetzt.

Bei externen Personalkosten werden die Kosten projektspezifisch ermittelt (HOAI § 34 und § 56, sowie AHO). Die Unterscheidung erfolgt nach Gebäudehülle, technischer Gebäudeausstattung und ob eine Projektsteuerung ab einer Projektgröße von 10 Mio. EUR eingeplant wird.

Potenzial zur Optimierung von internen und externen Planerkosten bieten Vergabeverfahren („Paketuschreibungen“) sowie „serielle Sanierungslösungen“.

Das folgende Diagramm zeigt die Aufschlüsselung der energetisch relevanten Investitionen und Kosten, inkl. externer und interner Planungskosten. In dieser Kostendarstellung sind keine Preissteigerungen für Baukosten, Energiekosten, Löhne oder sonstiges enthalten. Die Kosten spiegeln den Stand 2022 wieder und sind Basis für die Mittelabflussplanung des Kapazitäts-Tools des Hochbauamtes. Hinweis: Die Zahlen in Tabelle 2 und Diagramm 2 sowie im Diagramm 3 enthalten keine Steigerungsraten für Investitionen und Personal, sind insofern nicht direkt mit den Zahlen in Tabelle 1 vergleichbar. In Tabelle 1 sind die angesetzten Steigerungsraten enthalten.

Investitionen und Personalkosten (ohne Kostensteigerungen)	
Modernisierung Gebäudehülle	257.600.000 €
Erneuerung Heizungsanlage	38.600.000 €
Lüftung Modernisierung	5.200.000 €
Lüftung Neubau	25.500.000 €
Gebäudeautomatisierung	84.700.000 €
Planungs- und Personalkosten	42.900.000 €
Summe	454.500.000 €

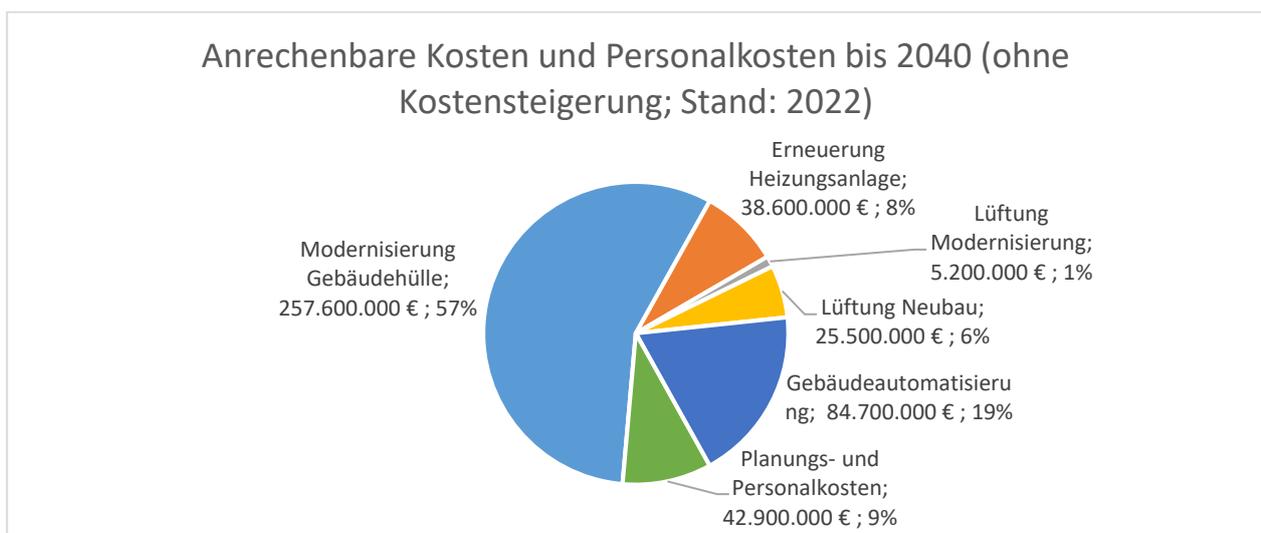


Diagramm 2 und Tabelle 2: Prognose der Investitionen und Personalkosten 2023 bis 2040

Diagramm 3 zeigt den zusätzlichen Aufwand für die internen und externen Personalkosten zur Zielerreichung des klimaneutralen Gebäudebestandes bis 2035 auf Basis des Jahres 2022. In diesen Kosten sind keine Preissteigerungen für externe Planerleistungen oder interne Personalkosten für die Baudienststellen enthalten.

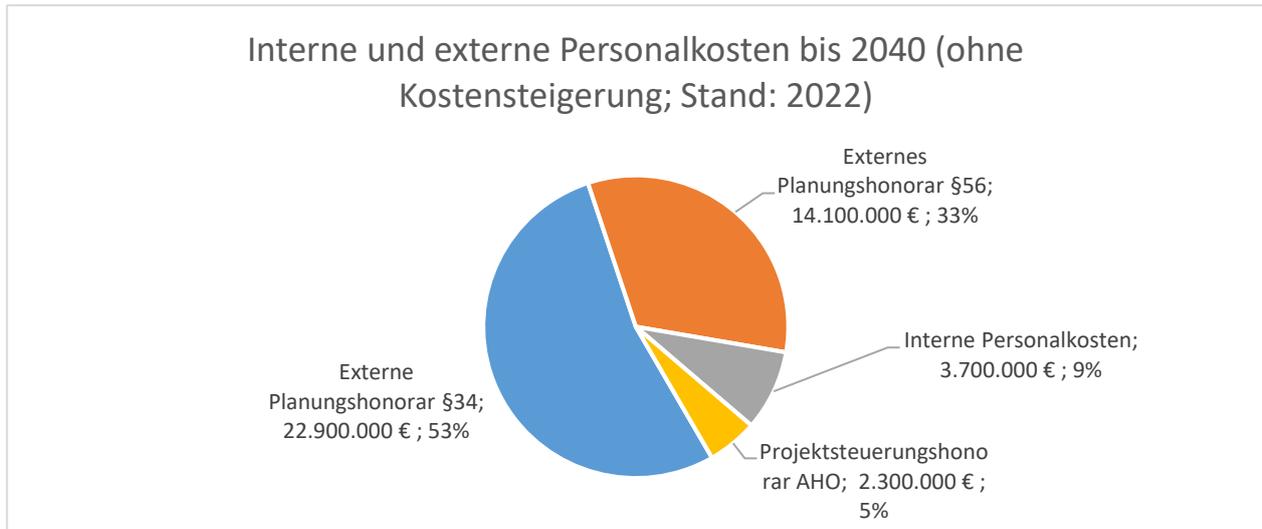


Diagramm 3: zusätzlicher Personalaufwand der Baudienststellen und der externen Planerkosten

Diagramm 4 zeigt den internen Personalaufwand der Baudienststellen der Stadt Nürnberg in den jeweiligen Jahren, der durch die Umrüstung des Gebäudebestandes zu einem klimaneutralen Betrieb entsteht. Bis zum Jahr 2035 muss eine vollständige Umrüstung der Heizungsanlagen stattfinden, um überhaupt eine klimaneutrale Betriebsweise zu realisieren. Dies ist im Diagramm am erhöhten Personalaufwand bis zu diesem Jahr zu erkennen. Das Fundament von ca. 30 Mitarbeitenden resultiert aus den angestrebten 2 % baulichen Sanierungsquote des Gebäudebestandes. Damit werden bis zum Jahr 2040 rund 34 % des Gebäudebestandes energetisch modernisiert sein können. Durch die Anpassung der Beheizung wird dann Klimaneutralität erreicht. Die Maßnahmen um den gesamten Gebäudebestand zu modernisieren, werden erst deutlich nach 2040 abgeschlossen werden können. Der Personalaufwand ab 2035 bleibt folglich bestehen.

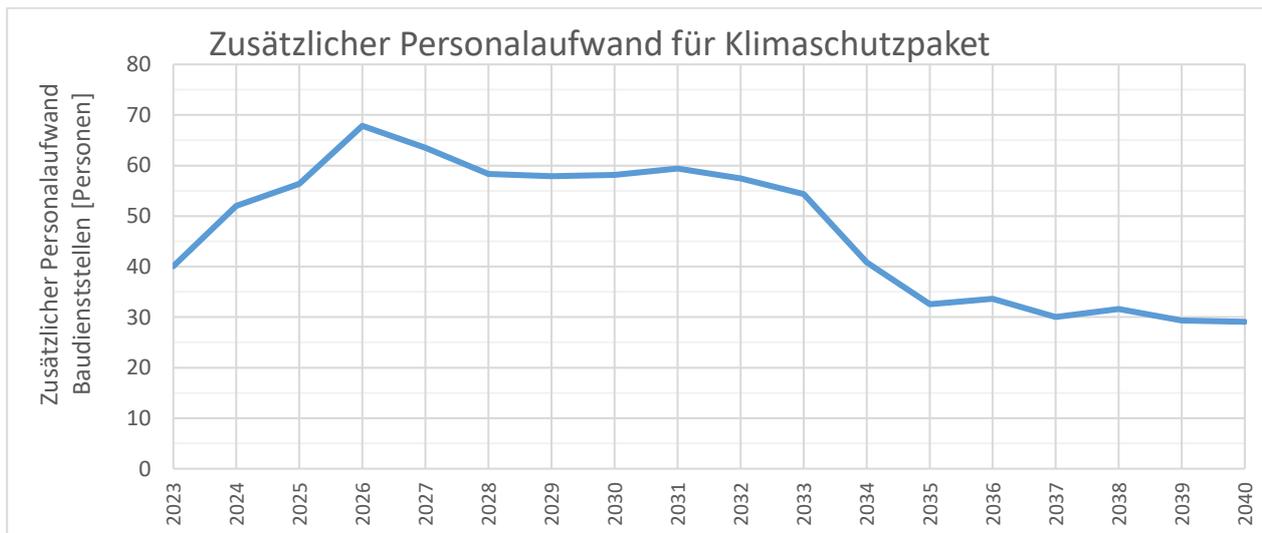


Diagramm 4: zusätzliche Personalstellen der Baudienststellen in den jeweiligen Jahren

4. Prognose der Energieverbräuche, der Energiekosten und der energiebedingten CO₂-Emissionen auf Grundlage des Szenarios vom Januar 2022

4.1 Prognose der Energieverbräuche

Bis 2035 sollen knapp 200 Liegenschaften von reiner Gasheizung auf elektrische Wärmepumpen bzw. Wärmepumpen mit Gas-BHKW-Unterstützung (für die winterliche Stromerzeugung zum Betrieb der Wärmepumpen) umgestellt werden. Daher fällt der Gasverbrauch bis 2035 stark. Ab 2035 soll der verbleibende notwendige Gasverbrauch durch klimaneutrales Gas gedeckt werden. Im Umkehrschluss steigt der Stromverbrauch durch die Installation zahlreicher Wärmepumpen bis 2035 stark an. In den Jahren ab 2035 fällt der Gasverbrauch nur noch langsam durch den Effekt der kontinuierlichen energetischen Sanierungen. Ebenso fällt der Fernwärmeverbrauch von Beginn der Strategieumsetzung kontinuierlich, weil die energetischen Sanierungsmaßnahmen Wirkung entfalten.

Diagramm 5 zeigt die Prognose der gesamten Energieverbräuche für Gas, Fernwärme und Strom von 2023 bis 2040.

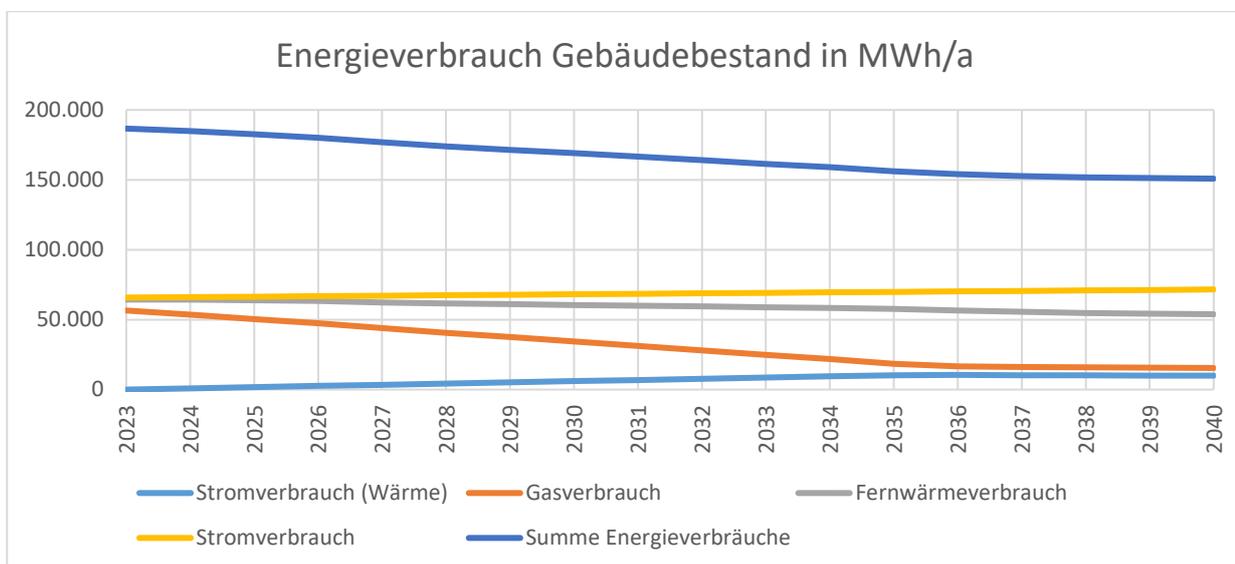


Diagramm 5: Prognose der Energieverbräuche 2023 bis 2040

Diagramm 6 zeigt die Prognose der energiebedingten CO₂-Emissionen von 2023 bis 2040. Die Reduzierung ergibt sich einerseits durch die umfassenden energetischen Sanierungen mit Verbesserung des Wärmeschutzes und Umstellung des Energieträgers Gas auf erneuerbare Energien, als auch die sukzessive Umstellung der Energieträger Fernwärme und des gesamten Strombedarfs auf komplett klimaneutrale Erzeugung bis zum Jahr 2035.

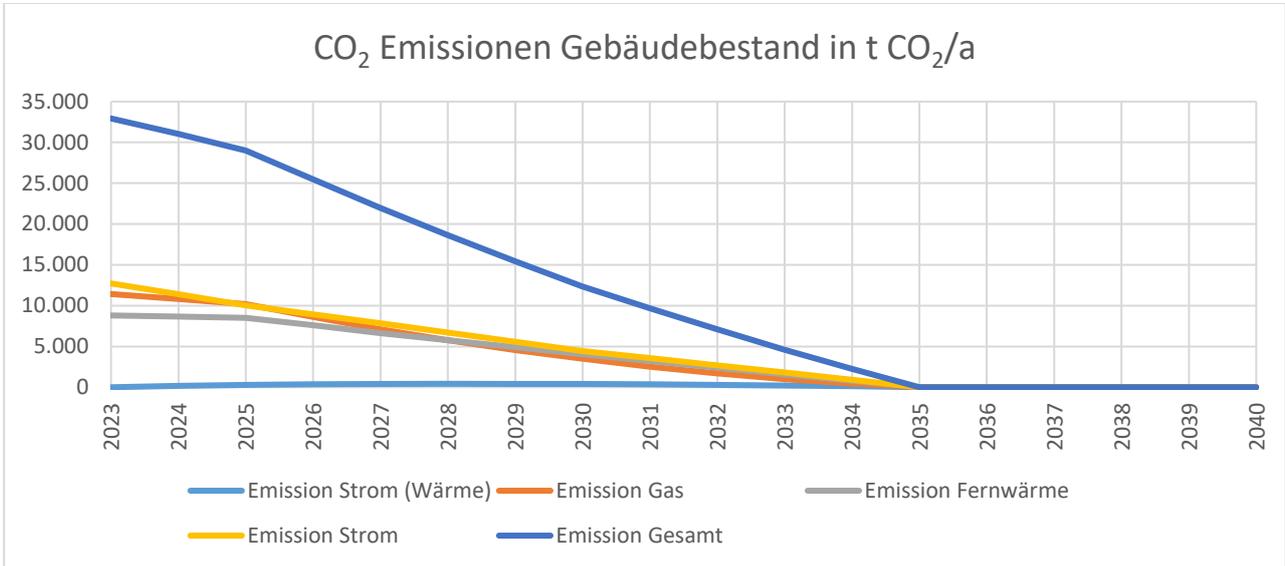


Diagramm 6: Prognose der energiebedingten CO₂-Emissionen 2023 bis 2040

4.2 Prognose der Energiekosten

Bis 2035 werden Gasheizungen durch strombetriebene Wärmepumpen ersetzt, daher fallen die Gaskosten, während die Stromkosten ansteigen. Da alle Energieträger ab 2035 klimaneutral beschafft werden müssen, ergeben sich die Kostensprünge bei den Beschaffungskosten für klimaneutrales Gas und klimaneutrale Fernwärme, welche bisher zum Großteil durch fossiles Gas erzeugt wird.

Diagramm 7 stellt die Prognose der Energiekosten für Strom, Gas und Fernwärme von 2023 bis zum Jahr 2040 dar.

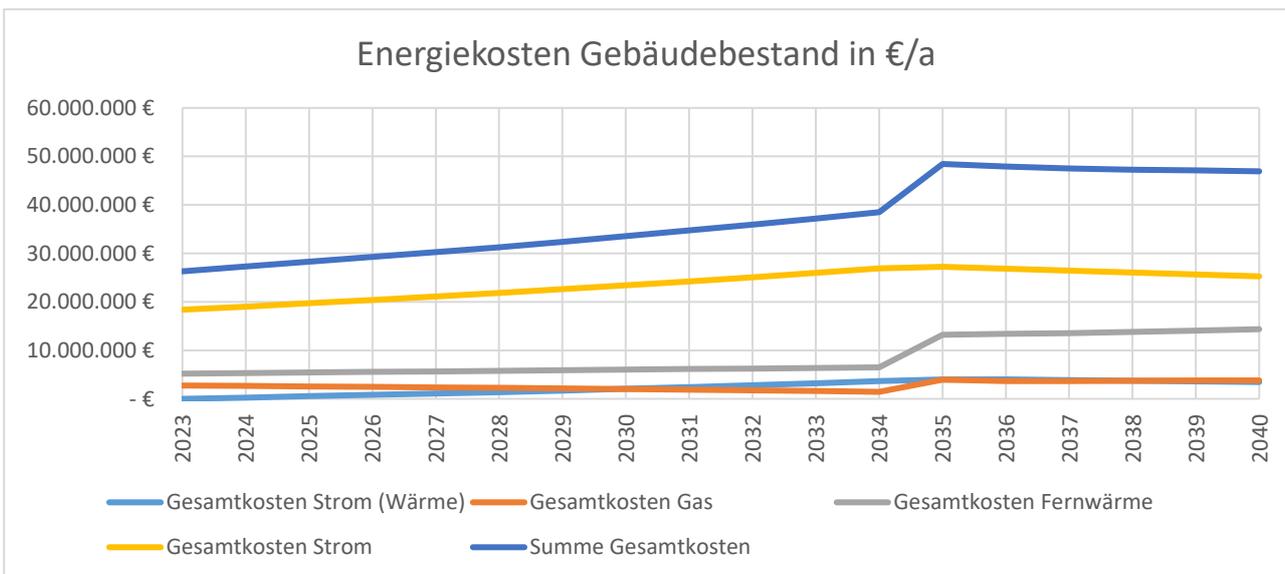


Diagramm 7: Prognose der Energiekosten 2023 bis 2040 (inkl. Preissteigerungsannahmen)

5. Randbedingungen / Ansätze

5.1 Energiekosten

Für die Kalkulation der Energiekostenentwicklung wurden als Fixpunkte die Jahre 2022 und 2035 gewählt. 2035 müssen nach dem „Konzept für einen klimaneutralen Gebäudebestand ab 2035“, auf dessen Grundlage der Stadtrat im Januar 2022 die Erstellung des vorliegenden Umsetzungsplans in Auftrag gegeben hat, alle Energieträger klimaneutral sein, so dass für dieses Jahr die dort für Gas und Fernwärme genannten Energieträgerkosten übernommen wurden. Die Strompreisannahme für 2035 basiert auf dem Preisverlauf seit 2022. Nach den Fixpunkten 2022 und 2035 wurde jeweils eine jährliche Kostensteigerung gemäß untenstehender Tabelle angenommen. Die Kostensteigerungen wurden aus Erfahrungswerten der vergangenen Jahre sowie qualifizierten Schätzungen der städtischen Fachbereiche ermittelt. Die künftigen Entwicklungen sind aufgrund der aktuellen geo- und energiepolitischen Entwicklungen derzeit nur sehr schwer einzuschätzen. Es wird aber mit einer mittelfristigen Marktberuhigung gerechnet, daher wurden die drastischen Kostensprünge der vergangenen Monate für dieses Konzept nicht integriert.

Die Kostensteigerungsrate wird ab 2036 für Strom negativ angenommen, da damit zu rechnen ist, dass klimaneutraler Strom zukünftig kostengünstiger produziert werden kann.

	Energieträgerkosten (EUR / kWh) und Steigerung pro Jahr			
	2022	2023-2034	2035	2036-
Strom	0,28 €	+ 3,0 % / Jahr	0,39€	- 2,0 % / Jahr
Gas	0,05 €	+ 3,0 % / Jahr	0,214 €	+ 3,0 % / Jahr
Fernwärme	0,08 €	+ 3,0 % / Jahr	0,23 €	+ 3,0 % / Jahr

Tabelle 4: Ansätze Energieträgerkosten und Preissteigerungsraten

5.2 CO₂-Emissionen

Der Kohlendioxidausstoß der jeweiligen Energieträger wurde dem bereits in 5.1 erwähnten „Konzept für einen klimaneutralen Gebäudebestand ab 2035“ entnommen, auf dessen Grundlage der Stadtrat im Januar 2022 die Erstellung des vorliegenden Umsetzungsplans in Auftrag gegeben hat.

Die Emissionen fallen pro Kilowattstunde genutzter Energie an und sinken bis 2035 gemäß Konzept linear auf null. Der Verlauf spiegelt vereinfacht die angenommene schrittweise Umstellung der Energieträger auf klimaneutrale Quellen wider, die beim Strom zum Teil durch den Ausbau der stadteigenen Photovoltaik ermöglicht wird (siehe Punkt 2.4) und größtenteils – bei Gas und Fernwärme vollständig – in der Verantwortung des Energieversorgers liegt. Für Diagramm 6 wurden die Emissionswerte zwischen den festgelegten Jahren der untenstehenden Tabelle linear interpoliert.

	Kohlendioxidemissionen der Energieträger (kg CO ₂ /kWh)				
	2019	2025	2030	2035	2040
Strom	0,278	0,151	0,065	0,0	0,0
Gas	0,202	0,202	0,101	0,0	0,0
Fernwärme	0,144	0,133	0,067	0,0	0,0

Tabelle 5: Ansätze CO₂-Faktoren je Energieträger und sukzessive Reduzierung

5.3 Sanierungsquoten

Die Sanierungsquote gibt jeweils an, welcher Anteil vom Gebäudebestand pro Jahr saniert wird. Derzeit liegt die Sanierungsquote für Gebäude bei der Stadt Nürnberg bei etwa 0,7 %. Für Sanierungen im Bereich (Heizungs-)Technik liegt kein Ausgangswert vor. Für den vorliegenden Umsetzungsplan sind folgende Quoten erforderlich, mit denen ab 2023 gerechnet wird:

Sanierungsquote Gebäude	2,0 %
Sanierungsquote Technik	8,0 %

Tabelle 6: Ansätze jährliche Sanierungsquote für Gebäude und Gebäudetechnik

6. Modelle zur Finanzierung und Mittelbereitstellung

Für die gemäß Stadtratsbeschluss bis 2035 herzustellende Klimaneutralität der Stadtverwaltung erscheinen die bisherigen Werkzeuge zur Finanzplanung (MIP, BIC, HBP) als nicht zielführend, da im Hinblick auf lange Planungsvorläufe ggf. als zu schwerfällig. Es sollten Abläufe entwickelt werden, welche eine zügigere Bereitstellung der Haushaltsmittel ermöglichen und daher die Umsetzungsfrequenz erhöhen können. Sinnvoll wäre die Etablierung eines eigenen Verfahrens zur Klimaneutralität („Klimaschutzbaupauschale“). Dies sollte von der Stadtverwaltung geprüft werden.

Um die erforderlichen Finanzmittel auf mehrere Schultern zu verteilen, könnten z.B. BHKW-Lösungen als Contracting-Modelle umgesetzt werden. Dies wurde bei städtischen Liegenschaften schon vereinzelt mit dem Energieversorger praktiziert. Auch eine Vergabe von Maßnahmenpaketen an einen externen Dienstleister, ähnlich wie bei ÖPP, wäre denkbar.

Bei Quartierslösungen sollten von Anfang an vernetzte Wärme- und Stromversorgungen mit betrachtet und geplant werden („Energy Communities“, ggf. EU-Fördermittel möglich).

7. Monitoring

Der Fortschritt der Umsetzung soll jährlich überprüft werden. Dazu wird das Hochbaumt die Energieverbräuche und die CO₂-Emissionen der Stadtverwaltung (Strom, Gas, Fernwärme) sowie den jeweiligen Anteil erneuerbarer Quellen an den Energieträgern für das jeweils abgelaufene Jahr auswerten und grafisch darstellen. Zusätzlich erfolgt ein Soll-Ist-Vergleich mit den auf Basis des beschlossenen Umsetzungspfads zu erwartenden Werten.

Der Ansatz der jeweiligen CO₂-Emissionsfaktoren erfolgt in Abstimmung mit dem Energieversorger und Ref. III.

Die Information des Stadtrates erfolgt zweijährlich im Rahmen des regelmäßigen Energieberichts für die Stadt Nürnberg, zwischen den Berichtsjahren erfolgt eine Kurzpräsentation der Auswertungen.