

Bericht
Klimaneutralität der Stadtverwaltung
Schwabach
Treibhausgasbilanz für das Jahr 2022 und
Handlungsempfehlungen für eine klima-
neutrale Stadtverwaltung bis zum Jahr
2030



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Gefördert durch den Freistaat Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) im Rahmen des Umwelt-Förderschwerpunkts „Klimaschutz in Kommunen“ im Klimaschutzprogramm Bayern 2050

Impressum

Auftraggeber:

Stadt Schwabach
Königsplatz 1
91126 Schwabach

Autorenschaft:

Arqum GmbH
Leonrodstr. 54
80636 München
Julia Hauk, Sarah Rittinger, Victoria Brañas Friedmann

Stand: April 2025

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Hintergrund und Zielsetzung.....	9
2 Zukunftsweisende Stadtentwicklung	11
3 Angewandte Bilanzierungsstandards und -methodik	13
4 Organisations- und Systemgrenzen	16
4.1 Organisatorische Systemgrenze	16
4.2 Operative Systemgrenze.....	16
5 Ergebnisse der Treibhausgasbilanz	19
5.1 Emissionen in Scope 1 und 2	21
5.1.1 Wärmeverbrauch der Liegenschaften und Prozesse.....	22
5.1.2 Stromverbrauch der Liegenschaften und Prozesse	25
5.1.3 Fuhrpark	26
5.1.4 Kältemittel.....	27
5.2 Emissionen in Scope 3.....	27
5.2.1 Vermietete Gebäude	29
5.2.2 Brennstoff- und energiebezogene Emissionen.....	30
5.2.3 Pendelverkehr	33
5.2.4 Kapitalgüter: IT-Geräte	36
5.2.5 Abfall.....	40
5.2.6 Beschaffung.....	43
5.2.7 Dienstreisen	45
5.3 Biogene CO ₂ -Emissionen	46
5.4 Bewertung der Genauigkeit	48
6 Maßnahmen zur Emissionsreduktion	54
6.1 Energieeffizientes Gebäude- und Infrastrukturmanagement.....	54
6.1.1 Maßnahmensteckbrief klimaneutraler Gebäudebestand	55
6.1.2 Geprüfte nicht umsetzbare Maßnahmen.....	58
6.2 Kultur, Bildung und Veranstaltungen.....	58
6.2.1 Maßnahmensteckbrief Klimaschutz im Kulturbereich	60
6.3 Energieeffiziente IT	62

6.3.1	Maßnahmensteckbrief energieeffiziente IT	63
6.3.2	Geprüfte nicht umsetzbare Maßnahmen.....	66
6.4	Klimafreundliche Mobilität	66
6.4.1	Maßnahmensteckbrief Klimafreundliche Mobilität.....	67
6.4.2	Geprüfte nicht umsetzbare Maßnahmen.....	74
7	Szenarien-Betrachtung zur Erreichung der Klimaneutralität 2030.....	75
8	Kompensation nicht vermeidbarer Emissionen	91
9	Fazit und Ausblick.....	93
	Abbildungsverzeichnis	95
	Tabellenverzeichnis.....	96
	Glossar	98
	Abkürzungsverzeichnis	100

Zusammenfassung

Die Stadtverwaltung Schwabach setzt sich seit langem für den Klimaschutz ein. So wurde 2008 eine erste Energiebilanz, 2013 ein integriertes Klimaschutzkonzept und im Herbst 2022 ein digitaler Energienutzungsplan inkl. Solar- und Gründachpotentialkataster erstellt. Der Stadtrat erkennt die Vorbildfunktion der öffentlichen Verwaltung beim Thema „Klimaneutralität“ an und beschließt auf der Grundlage der Ziele des Bundes und des Freistaates Bayern, die Klimaneutralität (bzw. THG-Neutralität) der Stadtverwaltung bis zum Jahr 2030 anzustreben. Diese Zielsetzung ist jedoch auch von rechtlichen Rahmenbedingungen von Bund und Land abhängig.

Das Konzept zur Klimaneutralität umfasst die Erstellung einer Klimabilanz für das Jahr 2022 (Kapitel 5), eine Treibhausgasminierungsstrategie (Kapitel 6) und Szenarien verschiedener Klimazielpfade, die auf diversen Maßnahmen und deutschlandweiten Prognosen basieren (Kapitel 7). Das Projekt startete im Juli 2023 und endete im Frühjahr 2025.

Treibhausgasbilanz 2022

Die Treibhausgasbilanz wurde unter Berücksichtigung der Anforderungen des *Greenhouse Gas Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*¹ erstellt, dem international führenden Standard zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen für Unternehmen und Organisationen wie z.B. Verwaltungen. Der Bilanz der Stadtverwaltung werden die Emissionen zugerechnet, die durch sie als Organisation entstehen und sich somit unter ihrer operativen Kontrolle befinden. Die im Prozess festgelegte organisatorische Systemgrenze der Treibhausgasbilanz umfasst die von der Stadtverwaltung genutzten und vermieteten Gebäude, die Straßenbeleuchtung, den Fuhrpark (inkl. Feuerwehr), die städtischen Schulen und städtische Kindergärten, die Stadtentwässerung und das Hallenbad.

¹World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, 2004, <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Folgende Emissionsquellen der Stadtverwaltung wurden berücksichtigt:

Scope 1	Scope 2	Scope 3
Erdgas	Strombezug	Eingekaufte Güter (Wasser und Papier)
Heizöl	Fernwärmebezug	Kapitalgüter: IT-Geräte
Kraftstoffe für Fuhrpark	Nahwärmebezug	Brennstoff- und energiebezogene Emissionen (nicht in Scope 1 und 2 enthalten)
Klärgas		Abfall
Hackschnitzel/Holzpellets		Dienstreisen
Biogene CO₂ Emissionen		Arbeitswege & Homeoffice
		Vermietete Gebäude

Abbildung 1: Operative Systemgrenze der Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung Schwabach

Im Jahr 2022 wurden durch die berücksichtigten Emissionsquellen insgesamt **4.516 t CO₂e (CO₂-Äquivalente)** verursacht. Der städtische Wärmeverbrauch war dabei für 65% der Gesamttreibhausgasemissionen verantwortlich, der Fuhrpark für 13% und der Strombezug für nur 1%, da die Stadt Schwabach im Jahr 2022 Ökostrom bezog (Abbildung 2). Zusätzlich wurden durch die vermieteten Gebäude 564 t CO₂e und den Pendelverkehr 229 t CO₂e verursacht, was jeweils einem Anteil von 12,5% und 5% an der Gesamtbilanz entspricht. Die Anteile der Weiteren bilanzierten Kategorien (Kapitalgüter 2%, Abfall 1%, Beschaffung 0,3% und Dienstreisen 0,2%) tragen mit insgesamt 3% zu den Gesamttreibhausgasemissionen bei. Darüber hinaus werden 988 t CO₂ durch biogene Energieträger (Klärgas, Verbrennung von Holzpellets und Hackschnitzel) verursacht. Biogene CO₂-Emissionen werden nach den Vorgaben des Greenhouse Gas Protocols jedoch nicht in die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen eingerechnet.

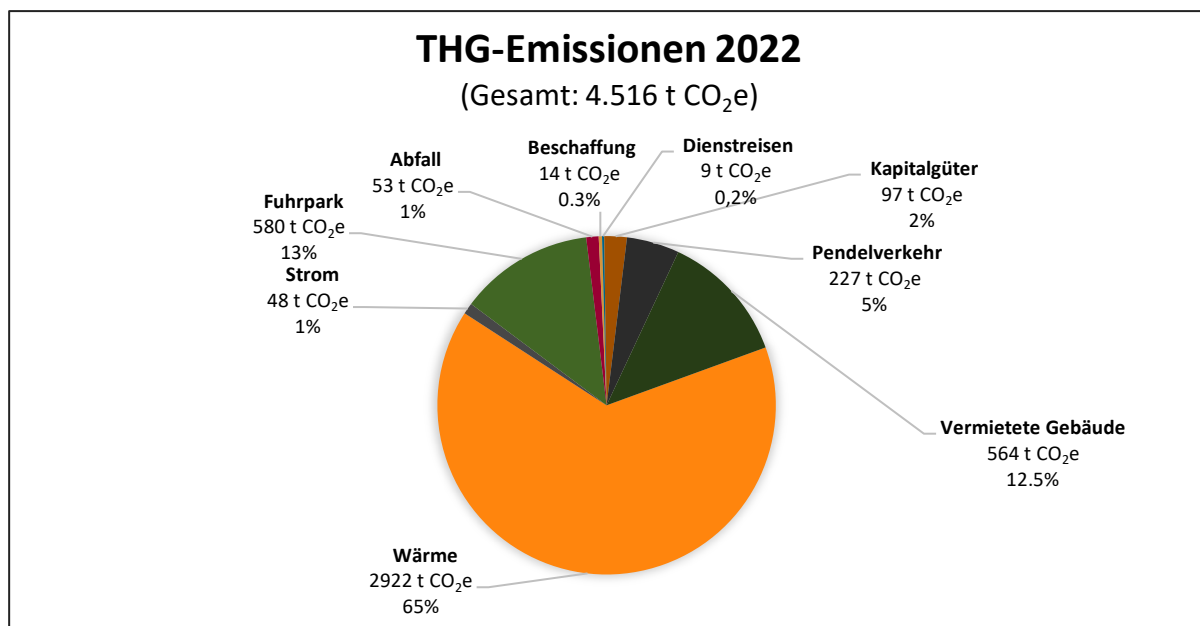


Abbildung 2: Aufteilung der THG-Emissionen 2022 – Detailergebnis

Maßnahmen zur Emissionsreduktion

Im Rahmen des Projekts wurden Maßnahmen zur Emissionsminderung identifiziert. Hierzu wurden Maßnahmengespräche mit relevanten Fachbereichen geführt, wodurch insgesamt ca. 100 Maßnahmen erfasst wurden. Diese wurden in einem ausführlichen Maßnahmenkatalog gesammelt und auf Umsetzbarkeit geprüft. Aufgrund der Vielzahl der Maßnahmen wurde sich zunächst auf die wesentlichsten Maßnahmen fokussiert, die in Maßnahmensteckbriefe überführt wurden. Die Steckbriefe beschreiben u.a. die Schritte zur Umsetzung der Maßnahmen, Verantwortlichkeiten und Empfehlungen für das Monitoring und teilen sich thematisch wie folgt auf:

- Klimaneutraler Gebäudebestand
- Städtischer Fuhrpark
- Förderung emissionsarmer Arbeitswege
- Energieeffiziente IT
- Dienstreisemanagement
- Klimaschutz im Kulturbereich.

Szenarien-Betrachtung zur Erreichung der Treibhausgasneutralität 2030

Die von der Stadtverwaltung Schwabach entwickelten Klimaschutzmaßnahmen und literaturbasierte Prognosen im Bereich der Dekarbonisierung wurden in drei Szenarien (Worst Case, Mid Case, Best Case) eingearbeitet, um die voraussichtliche Entwicklung der Emissionen zu modellieren. So erfolgte eine Abschätzung, ob das Neutralitätsziel mit den erarbeiteten Maßnahmen eingehalten werden kann.

1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Stadtverwaltung Schwabach ist Teil der Metropolregion Nürnberg, die sich im Rahmen des Klimapakts 2024 das Ziel gesetzt hat, bis 2040 Klimaneutralität zu erreichen. Die Stadtverwaltung Schwabach ist Unterzeichnerin des Klimapakts 2024.

Auf übergeordneter Ebene ist das Klimaschutzziel der Stadtverwaltung Schwabach eingebettet in die Ziele des Landes, denn die bayerische Staatsverwaltung soll bis 2028 klimaneutral werden und Bayern laut Bayerischem Klimaschutzgesetz bis 2040. Hierüber steht das Klimaschutzgesetz des Bundes, wonach Deutschland bis 2045 Klimaneutralität erreicht haben muss.

Die Stadt Schwabach hat auf Basis dieser gesetzlichen Anforderungen den Beschluss zur Klimaneutralität 2030 gefasst. Aufbauend auf den vorherigen Projekten der Energiebilanzierung (2008), des Klimaschutzkonzepts (2013) und dem digitalen Energienutzungsplan (2022) wurde die Erstellung eines Klimaschutzfahrplans bis 2030 als eine Fortsetzung beauftragt und von der Beratung Arqum GmbH im Rahmen von Klimabilanz, Maßnahmen- und Szenarienentwicklung umgesetzt.

Dieser Bericht gibt einen Überblick über das Projekt *Erstellung eines Fahrplans zur klimaneutralen Stadtverwaltung bis 2030*.

Um die Begriffe Treibhausgasneutralität und Klimaneutralität generell besser einordnen zu können, wird darauf aufmerksam gemacht, dass Beides in der Praxis meist synonym verwendet wird. Aus wissenschaftlicher Sicht wird jedoch ein Unterschied gemacht. Auch im vorliegenden Bericht wird teilweise der Begriff „klimaneutral“ verwendet, gemeint ist jedoch Treibhausgasneutralität.

Treibhausgasneutralität (Netto-Null) bedeutet, dass nur so viele menschlich verursachte Treibhausgase emittiert werden, wie sie der Atmosphäre durch natürliche Senken wie Meere, Moore oder Wälder oder technische Lösungen auch entzogen werden können.

Klimaneutralität wird dem gegenüber nur erreicht, wenn zusätzlich regionale oder biophysikalische Effekte berücksichtigt werden. Beispielsweise wirken sich versiegelte Flächen oder schmelzende Gletscher negativ auf die Erderwärmung aus: Der sogenannte Albedoeffekt sinkt, weil helle, natürliche Flächen fehlen, die die Sonnenstrahlen reflektieren. Abbildung 3 zeigt die Gewichtung verschiedener Neutralitätsstufen im wissenschaftlichen Kontext.²

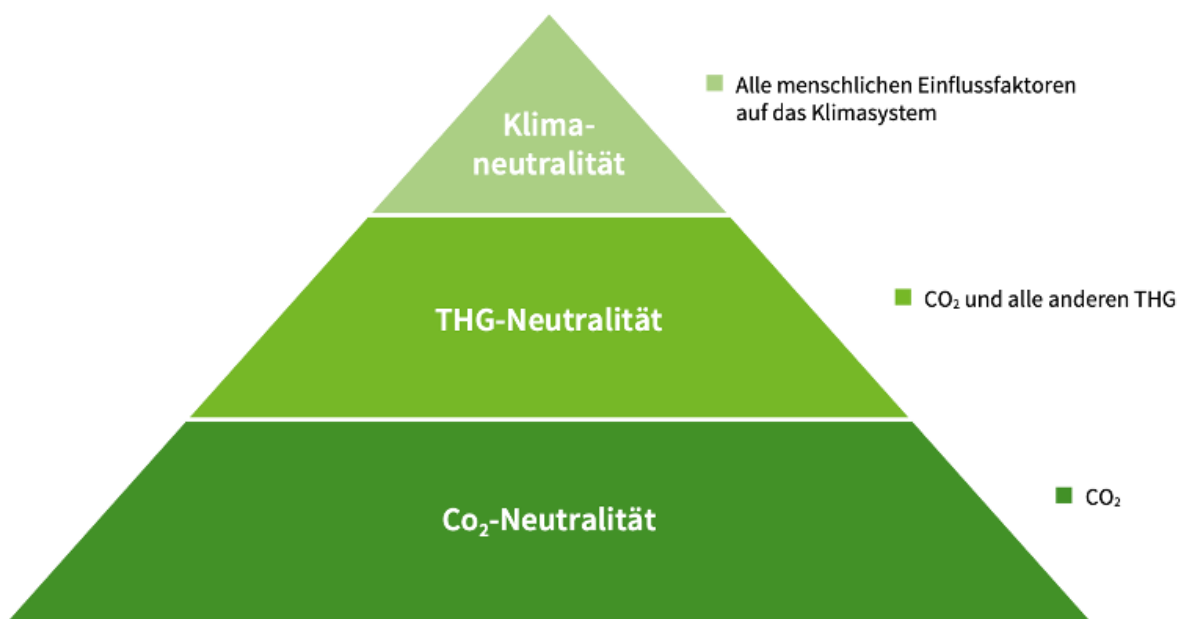


Abbildung 3: Ebenen der Neutralitätsbezeichnungen³

²Quellen: <https://leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/rahmenbedingungen/treibhausgasneutralitaet-vs-klimaneutralitaet-und-das-zusammenspiel-von-klima-schutz-und-klimaanpassung/>;
<https://plant-values.de/was-ist-eigentlich-co2-neutral-treibhausgas-oder-klimaneutral/9906/>

³Quelle: <https://plant-values.de/was-ist-eigentlich-co2-neutral-treibhausgas-oder-klimaneutral/9906/>

2 Zukunftsweisende Stadtentwicklung

Neben dem Ziel der Klimaneutralität bis 2030 und den genannten Energieeffizienz-Konzepten verfolgt die Stadtverwaltung auch verschiedene Strategien mit dem Ziel einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung. Das Klimaneutralitäts-Ziel bettet sich demnach in eine gesamtstädtische Nachhaltigkeitsstrategie ein. Einige der Strategien werden aufgrund ihrer Bedeutsamkeit im Folgenden hervorgehoben:

- **Fairtrade-Stadt:** Seit September 2015 ist die Stadt Schwabach Fairtrade-Stadt. In diesem Rahmen beteiligen sich Geschäfte, Schulen und Kirchengemeinden u.a. am Vertrieb von fair gehandelten Produkten wie Kakao oder Schokolade.
- **Nachhaltigkeitsstrategie 2030+:** Schwabach hat von Mai 2022 bis Oktober 2023 im Rahmen des staatlich geförderten Projekts „Koordination kommunaler Entwicklung“ die Bedeutung der Sustainable Development Goals auf kommunaler Ebene untersucht. Hierbei wurden vier zentrale Handlungsfelder ausgewählt: (1) Bildung, (2) Nachhaltige Städte/Gemeinden, (3) Nachhaltiger Konsum/Produktion sowie (4) Klimaschutz. Die darauf basierend erarbeitete städtische Nachhaltigkeitsstrategie wurde im November 2023 mit 40 Stimmen einstimmig vom Stadtrat beschlossen. (Beschluss GB.OB/014/2023)
- **Dienstanweisung und Handlungsleitfaden zur Nachhaltigen Beschaffung:** Seit 01.07.2022 gilt die abschließend durch den Oberbürgermeister Peter Reiß anerkannte Dienstanweisung zur Nachhaltigen Beschaffung für die Produktgruppen Büromaterial, Sportbälle, Textilien und Lebensmittel. Mehrkosten von bis zu 10% im Vergleich zu herkömmlichen Produkten mit gleicher Leistung werden dabei gestattet. Zur Hilfestellung im Beschaffungswesen gibt es zusätzlich einen Handlungsleitfaden.
- **Radkonzept Stadt Schwabach:** Zur Attraktivierung des Radverkehrs und zur Förderung des Umwelt- und Klimaschutzes hat der Stadtrat im Oktober 2017 das Radkonzept für Schwabach beschlossen und daraufhin entwickelt. Teile des Konzepts sind u.a. die Entwicklung des Radwegenetzes, der Bau von Fahrradabstellanlagen und Begleitkampagnen. (Beschluss A.41/207/2017)

- **Mitglied im Fonds für Klimaschutz und Nachhaltigkeit (unser klimafonds)**: Schwabach ist Mitglied im Klimafonds der Metropolregion Nürnberg. Der Fonds hat das Ziel, freiwillige bzw. ehrenamtlich organisierte Klimaschutzprojekte in der Metropolregion finanziell zu unterstützen. Durch den Mitgliedsbeitrag fördert Schwabach derartige Projekte.
- **Stadtklimakonzept**: Der Schwabacher Stadtrat hat Ende 2022 die Ergebnisse der Studie zum klimagerechten Städtebau als Planungsgrundlage beschlossen und verabschiedet. Die Studie befasst sich u.a. mit den lokalen Klimaveränderungen, Detailanalysen von Starkregen und klimarelevanten Hinweisen für die städtische Stadtplanung. (Beschluss A.41/169/2022)
- **Baumschutzverordnung**: Die Stadtverwaltung Schwabach stärkt seit 1987 durch die Baumschutzverordnung den Schutz der Lebensgrundlage von Menschen, Tieren und Pflanzen und trägt positiv zum Klima bei. So gibt es einen geschützten Bereich und geschützte Bäume, die i.d.R. nicht ohne Genehmigung entfernt oder verändert werden dürfen.
- **Mobilitätsplan**: Mit dem im Dezember 2024 beschlossenen Mobilitätsplan liegt eine Strategie für Schwabach vor, eine nachhaltige Mobilität zu stärken. Mit fünf Leuchtturmprojekten werden die ersten Schritte eingeleitet.

3 Angewandte Bilanzierungsstandards und -methodik

Die Bilanzierung der Treibhausgas(THG)-Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach erfolgt in Anlehnung an die Methodik und Prinzipien des *Greenhouse Gas (GHG) Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*⁴, dem international führenden Standard zur Bilanzierung von THG-Emissionen für Unternehmen und Organisationen. Die ermittelten THG-Emissionen werden in CO₂-Äquivalenten (CO₂e) bilanziert, welche neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) sechs weitere Treibhausgase des Kyoto-Protokolls⁵ – Methan (CH₄), Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFCs), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFCs/FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃) – berücksichtigen.

Gemäß dem GHG Protocol werden die Treibhausgase von Organisationen und Unternehmen in folgende drei Scopes unterteilt (siehe Abbildung 4):

Scope 1: Direkte THG-Emissionen aus eigenen Verbrennungsprozessen in stationären Anlagen (beispielsweise aus eigener Strom- oder Wärmeproduktion) oder eigenen Fahrzeugen sowie aus direkten Emissionen, z.B. Prozessemissionen, Kältemittelleckagen.

Scope 2: Indirekte THG-Emissionen aus dem Verbrauch von leitungsgebundenen Sekundärenergieträgern (Strom, Fernwärme, Fernkälte, Dampf etc.), die von der bilanzierenden Organisation eingekauft und innerhalb der organisatorischen Systemgrenze verbraucht werden.

Scope 3: Sonstige indirekte THG-Emissionen in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette, die nicht an eigenen oder direkt kontrollierbaren Quellen anfallen. Das GHG Protocol unterscheidet acht Kategorien vorgelagerter und sieben Kategorien nachgelagerter Scope-3-Emissionen.

Darüber hinaus werden, gemäß den Anforderungen des GHG Protocol, CO₂-Emissionen aus der Verbrennung oder dem Abbau biogener Quellen (z.B. Verbrennung von Biogas, Holzpellets, Hackschnitzeln oder aus der biologischen Abfallbehandlung) separat von den Emissionen in Scope 1, 2 und 3 erfasst.

⁴World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, 2004, <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

⁵Das Kyoto-Protokoll wurde 1997 von der dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen angenommen. Es ist 2005 in Kraft getreten und stellt weltweit den ersten völkerrechtlich verbindlichen Vertrag zur Eindämmung des Klimawandels dar. Dieser verpflichtet die beteiligten Staaten, den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu senken. (Quelle: [Kyoto-Protokoll | Umweltbundesamt](#))

Die Erhebung von THG-Emissionen in den Scopes 1 und 2 ist gemäß GHG Protocol verpflichtend. Um eine möglichst vollständige und repräsentative THG-Bilanz einer Organisation zu erstellen, sollten zudem die wesentlichen THG-Emissionen aus vor- und nachgelagerten Aktivitäten betrachtet werden. Aus diesem Grund ist es anzustreben, relevante und abgrenzbare THG-Emissionen in Scope 3 ebenfalls zu berücksichtigen.

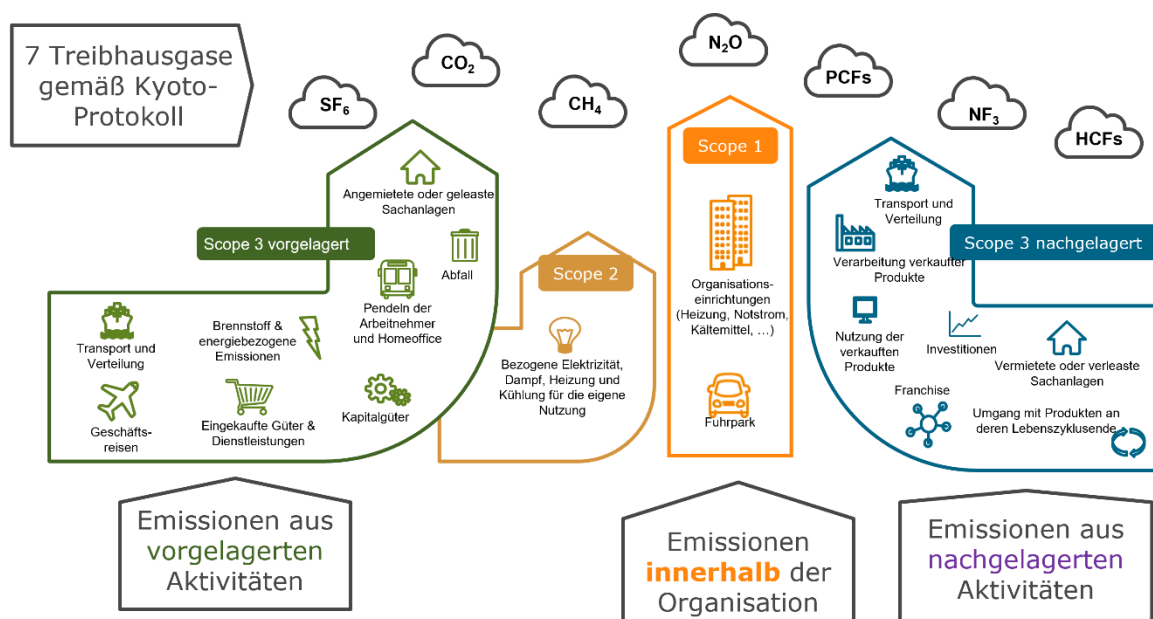


Abbildung 4: Emissionsquellen nach Scopes, eigene Darstellung nach <http://www.klimareporting.de/GHG Protocol>

Für die Berechnung der THG-Emissionen müssen zunächst die Aktivitätsdaten (wie bspw. der Energieverbrauch oder die Menge an Papier) erhoben werden. Die Aktivitätsdaten für die Startbilanz wurden in Zusammenarbeit mit den einzelnen Fachämtern der Stadtverwaltung Schwabach erhoben. Somit beruhen die Ergebnisse der Bilanz auf den zur Verfügung gestellten Daten. Sofern für die Aktivitätsdaten keine Primärdaten (z.B. Abrechnungen, Zählerstände) verfügbar waren, wurden Sekundärdaten (z.B. Hochrechnungen und Schätzungen) herangezogen bzw. von Arqum durch Hinzuziehen von passenden wissenschaftlichen Werten berechnet. Eventuelle Ungenauigkeiten aufgrund von sekundären Aktivitätsdaten spiegeln sich daher auch in den Ergebnissen der Bilanz wider. Die erhobenen Aktivitätsdaten werden mit einem passenden Emissionsfaktor multipliziert, um die THG-Emissionen zu berechnen:

$$\text{Aktivitätsdaten} \times \text{Emissionsfaktor} = \text{THG-Emissionen}$$

Als Emissionsfaktoren werden, wo möglich, anbieterspezifische Faktoren für Wärme und Strom verwendet, sowie Emissionsfaktoren aus öffentlich zugänglichen Datenbanken (wie bspw. GEMIS) oder wissenschaftlichen Studien. In Tabelle 3 (S. 24) sind beispielsweise die für die Klimabilanz genutzten Emissionsfaktoren der Energieträger aus Scope 1 und 2 aufgelistet.

4 Organisations- und Systemgrenzen

4.1 Organisatorische Systemgrenze

Die organisatorische Systemgrenze legt fest, welche Organisationseinheiten bzw. Standorte für die Bilanz berücksichtigt werden. Die organisatorische Systemgrenze der Stadtverwaltung Schwabach betrachtet die Gebäudeverwaltung, welche zentral organisiert ist, die städtischen Schulen, Kindergärten und das Hallenbad sowie den Fuhrpark, die Feuerwehr und das Baubetriebsamt. Zusätzlich sind die Straßenbeleuchtung und die Stadtentwässerung in der Bilanz mitaufgenommen.

Städtische Beteiligungen der Stadtverwaltung wurden explizit nicht in der Bilanzierung betrachtet, da diese in der Beschlussvorlage ausgeschlossen waren. Eine genaue Übersicht der bilanzierten Geschäftsbereiche kann Abbildung 5 entnommen werden.

Name des Unternehmens:	Stadtverwaltung Schwabach
Bilanzjahr:	2022
Gewählter Konsolidierungsansatz:	Operative Kontrolle
Kategorisierung der Verbräuche:	Gebäudeverwaltung (zentral organisiert) Straßenbeleuchtung Fuhrpark, Feuerwehren Schulen Kindergärten Stadtentwässerung Hallenbad übergreifend

Abbildung 5: Übersicht der organisatorischen Systemgrenze

4.2 Operative Systemgrenze

Die operative Systemgrenze gibt an, welche Emissionsquellen in der THG-Bilanz berücksichtigt werden. Sämtliche Emissionsquellen in Scope 1 und 2 sind gemäß des GHG Protocols verpflichtend zu bilanzieren. Um die operative Systemgrenze in Scope 3 zu bestimmen, wurde stadintern eine **Wesentlichkeitsanalyse** mit Unterstützung durch Arqum durchgeführt und in einem ämterübergreifenden Gremium abgestimmt. Im Rahmen dieser Wesentlichkeitsanalyse werden die relevanten Emissionsquellen der bilanzierenden Organisation, hier der Stadtverwaltung Schwabach, identifiziert und ihre Wesentlichkeit anhand ausgewählter Kriterien bewertet. Ziel ist es, die Emissionsquellen in Scope 3 zu bestimmen, die zur Erstellung einer belastbaren und repräsentativen THG-Bilanz berücksichtigt werden sollen.

Grundlage der Wesentlichkeitsanalyse waren folgende Kriterien:

- Quantität der THG-Emissionen
- Beeinflussbarkeit der THG-Emissionen durch die Stadtverwaltung
- Datenverfügbarkeit für die jeweilige Emissionsquelle

Die Bewertung der **Quantität** der Emissionen gibt an, inwiefern gemessene oder geschätzte Emissionsquellen von wesentlicher Größenordnung in Bezug auf die Gesamtemissionen einer Organisation sind. Das Bewertungskriterium der **Beeinflussbarkeit** gibt an, inwiefern eine Emissionsquelle durch Maßnahmen zur Emissionseinsparung durch die Stadtverwaltung beeinflusst werden kann. Die **Datenverfügbarkeit** gibt an, inwiefern Daten für die Bilanzierung der THG-Emissionen einer Emissionsquelle vorhanden sind oder mit vertretbarem Aufwand erhoben werden können. Im Rahmen der Erstellung von Folgebilanzen sollte die Wesentlichkeitsanalyse regelmäßig aktualisiert werden. Das heißt, falls weitere Scope 3 Emissionen an Bedeutung gewinnen, sollten diese in die Datenerhebung aufgenommen werden, um Veränderungen in der Quantität der Emissionen, der Beeinflussbarkeit und/oder der Datenverfügbarkeit Rechnung zu tragen.

Abbildung 6 gibt einen Überblick u.a. über die in der Wesentlichkeitsanalyse festgelegten zu bilanzierenden Emissionsquellen und fasst die operative Systemgrenze der Stadtverwaltung Schwabach für die erste THG-Bilanz zusammen. Da die Bilanzierung der Emissionsquellen in Scope 1 und 2 verpflichtend ist, um den Anforderungen des GHG Protocols zu entsprechen, wurden hier sämtliche Emissionsquellen identifiziert und so weit wie möglich bilanziert. Für 2022 wurden keine Kältemittelverluste verzeichnet, weshalb dieser Posten nicht in der Bilanz auftaucht. Die Energieverbräuche der angemieteten Gebäude wurden behandelt wie Energieverbräuche in den eigenen Liegenschaften und somit in Scope 1 oder 2 bilanziert (Vorkette in Scope 3).

Im Bereich Scope 3 wurden die Emissionsquellen bilanziert, die im Rahmen der Wesentlichkeitsanalyse als relevant eingestuft und mit vertretbarem Aufwand und hinreichender Genauigkeit bilanziert werden konnten. Konkret handelt es sich dabei um Emissionen durch Dienstreisen der Beschäftigten der Stadtverwaltung, die nicht mit dem städtischen Fuhrpark durchgeführt werden, sowie Emissionen durch Arbeitswege und Homeoffice. Weitere bilanzierte Emissionsquellen in Scope 3 sind die in 2022 genutzten IT-Geräte der Stadtverwaltung als Kapitalgüter, das Abfallaufkommen innerhalb der betrachteten organisatorischen Systemgrenze, Emissionen aus der Herstellung von eingekauftem Papier und dem Frischwasserbezug, Emissionsquellen der vermieteten Gebäude sowie allgemein die Brennstoff- und energiebezogenen Emissionen, welche nicht in Scope 1 und 2 enthalten sind.

Die in Schwabach festgelegte Systemgrenze entspricht somit den Mindestanforderungen, die der Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg⁶ an die Systemgrenzen von Treibhausgasbilanzen kommunaler Verwaltungen in Baden-Württemberg stellt bzw. übersteigt diese sogar durch den Bereich der eingekauften Güter, in welchem die Stadt Schwabach Frischwasserbezug und die Beschaffung von Papier bilanziert. Der Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung ist das erste Dokument, das die Anforderungen des GHG Protocols für Kommunalverwaltungen in Deutschland konkretisiert und wird daher auch außerhalb Baden-Württembergs als Orientierung genutzt. Der Leitfaden wurde durch das ifeu Institut in Zusammenarbeit mit der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW), dem Verband der regionalen Energie- und Klimaschutzagenturen Baden-Württemberg e.V. und KlimAktiv gGmbH (gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung des Klimaschutzes mbH) entwickelt.

Scope 1	Scope 2	Scope 3
Erdgas	Strombezug	Eingekaufte Güter (Wasser und Papier)
Heizöl	Fernwärmebezug	Kapitalgüter: IT-Geräte
Kraftstoffe für Fuhrpark	Nahwärmebezug	Brennstoff- und energiebezogene Emissionen (nicht in Scope 1 und 2 enthalten)
Klärgas		Abfall
Hackschnitzel/Holzpellets		Dienstreisen
Biogene CO₂ Emissionen		Arbeitswege & Homeoffice
		Vermietete Gebäude

Abbildung 6: Operative Systemgrenze der Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung

Bei künftigen THG-Bilanzen wird angestrebt im Rahmen der Aktualisierung der Wesentlichkeitsanalyse zu prüfen, ob weitere Emissionsquellen aus Scope 3 aufgenommen werden können, z.B. die IT-Geräte der städtischen Schulen oder Veranstaltungen der Stadt Schwabach.

⁶E. Rechensteiner & H. Hertle, 2022, Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg, ifeu-Institut, <https://www.ifeu.de/publikation/leitfaden-klimaneutrale-kommunalverwaltung-baden-wuerttemberg/>

5 Ergebnisse der Treibhausgasbilanz

Die bilanzierten Gesamtemissionen der Stadtverwaltung Schwabach beliefen sich in Scope 1, 2, und 3 im Jahr 2022 auf insgesamt **4.516 t CO₂e** in den berücksichtigten Emissionsquellen. Die direkten THG-Emissionen durch den Verbrauch von Strom, Wärme und Kraftstoff (Scope 1) nahmen dabei mit **58%** den größten Anteil ein, gefolgt von den vor- und nachgelagerten THG-Emissionen (Scope 3) mit **32%** und den indirekten THG-Emissionen (Scope 2) mit **10%**. Zusätzlich wurden **988 t CO₂** durch biogene Energieträger verursacht, die gemäß den Vorgaben des GHG Protocol separat von den Scopes berichtet und nicht in die Gesamtsumme eingerechnet werden.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der THG-Bilanz aggregiert nach Emissionsquellen dargestellt, in Abbildung 7 ist die Aufteilung nach Kategorien grafisch dargestellt. Neben den absoluten Werten der THG-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten im Jahr 2022 sind die prozentualen Anteile an der Gesamtsumme angegeben. Detailliertere Auswertungen, beispielsweise nach Energieträger, sind in den nachfolgenden Unterkapiteln enthalten.

Emissionsquelle	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
Wärme	2.922	64,7%
Fuhrpark	580	12,8%
Vermietete Gebäude	564	12,5%
Pendelverkehr	227	5,0%
Kapitalgüter: IT-Geräte	97	2,2%
Abfall	53	1,2%
Strom	48	1,1%
Beschaffung (Papier und Wasser)	14	0,3%
Dienstreisen	9	0,2%
Flüchtige Gase aus Kältemitteln	0.0	0,0%
Gesamt	4.516	100%
CO ₂ -Emissionen biogener Ener- gieträger	988	

Tabelle 1: Ergebnisse der THG-Bilanz der Stadtverwaltung Schwabach 2022

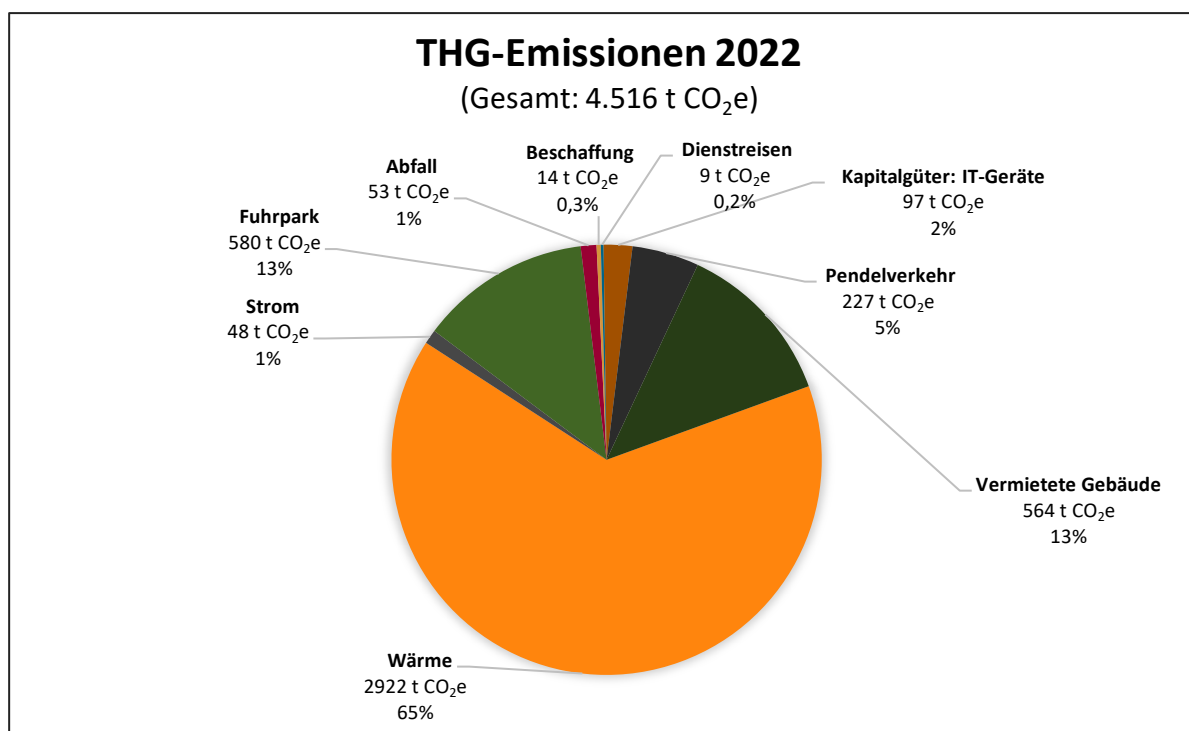


Abbildung 7: Aufteilung der THG-Emissionen 2022

5.1 Emissionen in Scope 1 und 2

Die direkten THG-Emissionen (Scope 1) und die indirekten THG-Emissionen durch den Bezug von Strom und Wärme (Scope 2) machen mit **3.063 t CO₂e** rund **66%** der Gesamtemissionen der Stadtverwaltung Schwabach aus. Diese Zahl berücksichtigt nicht die brennstoff- und energiebezogenen Emissionen, die durch die Produktion der Energieträger, den Ausbau der Netze sowie Netzverluste entstehen (Scope 3-Emissionen). Abbildung 8 zeigt die prozentualen Anteile der Emissionsquellen an der Summe der Scope 1 und 2 Emissionen. Im Jahr 2022 verursachte Wärme rund **85%** der THG-Emissionen in Scope 1 und 2, gefolgt von den Kraftstoffverbräuchen des Fuhrparks mit **15%**. Der von der Stadtverwaltung bezogene Strom war für **0,4%** der Scope 1 und 2 Emissionen im Jahr 2022 verantwortlich. Auf die Nutzung von flüchtigen Gasen aus Kältemittel entfallen im Jahr 2022 keine Verbräuche.

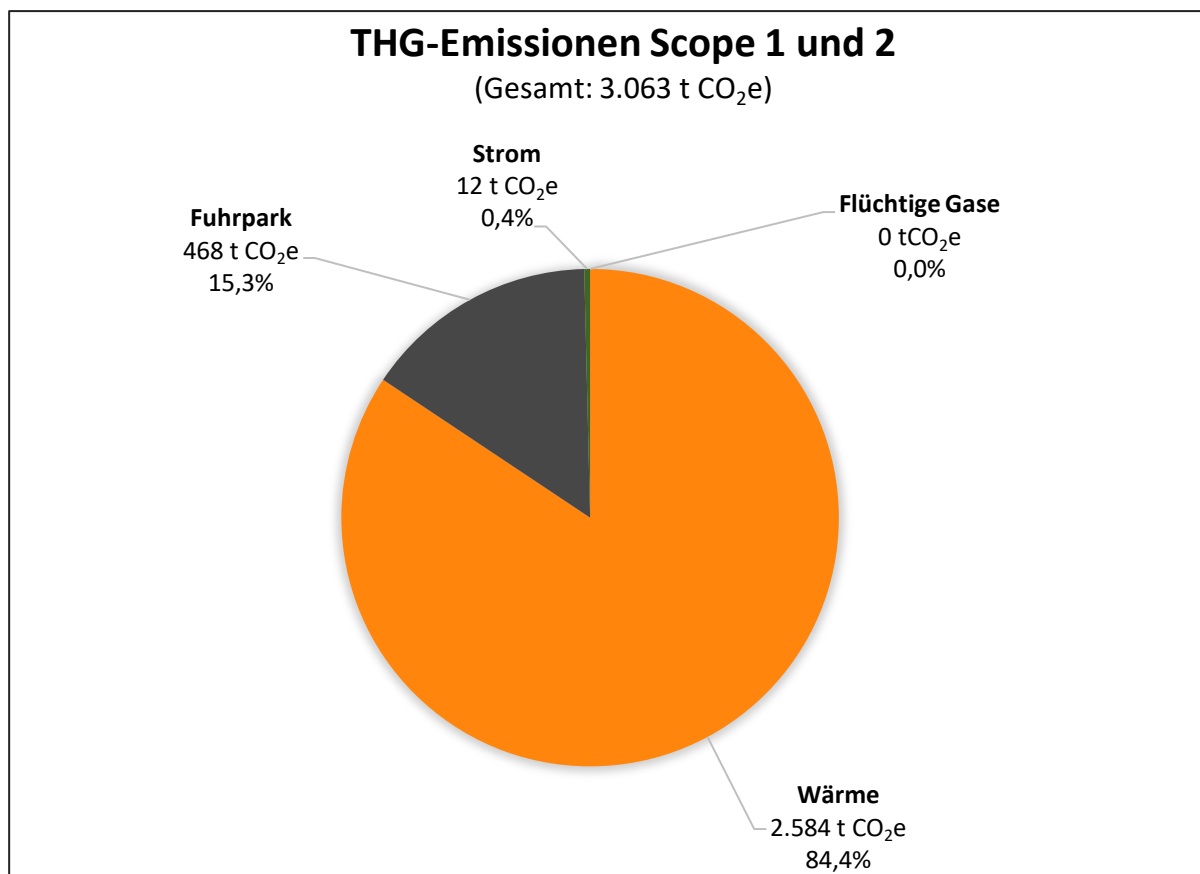


Abbildung 8: Aufteilung der THG-Emissionen 2022 in Scope 1 und 2 (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 überwiegend nicht enthalten)

In den folgenden Unterkapiteln wird detailliert auf die einzelnen Emissionsquellen in Scope 1 und 2 eingegangen.

5.1.1 Wärmeverbrauch der Liegenschaften und Prozesse

Ein Anteil von **57% (2.584 t CO₂e Scope 1 und 2)** an den gesamten THG-Emissionen 2022 der Stadtverwaltung Schwabach ist auf den Wärmebezug der städtischen Liegenschaften und Prozesse, wie zum Beispiel Erzeugung von Gas aus Klärgas, zurückzuführen. Der Bezug von Erdgas verursachte dabei den Großteil der Emissionen (**1.912 t CO₂e**). Tabelle 2 zeigt die Verteilung der THG-Emissionen nach Scopes und Emissionsquellen.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
Scope 1			
Erdgas	9.482.562 kWh	1.912	42,3%
Heizöl	399.300 kWh	125	2,8%
Klärgas	3.553.386 kWh	117	2,6%
Holzpellets	334.000 kWh	0,11	0,002%
Hackschnitzel	458.300 kWh	0,19	0,004%
Scope 2			
Fernwärme	1.435.000 kWh	272	6,0%
Nahwärme (aus Erd- gas)	794.143 kWh	158	3,5%
Gesamt Wärme	16.456.691 kWh	2.584	57,3%

Tabelle 2: Wärmebezogene THG-Emissionen 2022 (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 nicht enthalten)

Die zugrundeliegenden Verbrauchsdaten wurden von den Verantwortlichen der entsprechenden Ämter zur Verfügung gestellt. Für die Emissionen aus Fernwärme konnte teilweise ein anbieterspezifischer Emissionsfaktor genutzt werden. Für alle anderen Emissionen aus Wärme wurde ein gängiger Datenbankfaktor genutzt.

Die verwendeten Emissionsfaktoren zur Berechnung der entstandenen THG-Emissionen der einzelnen Emissionsquellen können Tabelle 3 entnommen werden.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Erdgas	0,202kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Gas-Heizung-DE-2020 (Endenergie)
Heizöl	0,312 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Öl-Heizung-DE-2020
Hackschnitzel	0,00041 kg CO ₂ e/kWh	UBA 2023: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022, S. 99
Holzpellets	0,00033 kg CO ₂ e/kWh	UBA 2023: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022, S. 97
Klärgas	0,033 kg CO ₂ e/kWh	UBA 2023: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2022, Klärgas - Verbrennungsmotor BHKW - TA-Luft, S. 123
Nahwärme (aus Erdgas) inkl. Vorkette	0,199 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Netz\Nahwärme-Gas-BHKW-DE-2015/en
Fernwärme O'Brien Park	0,148 kg CO ₂ e/kWh	Bescheinigung über die energetische Bewertung nach FW 309 Teile 1 und 7
Fernwärme inkl. Vorkette	0,204 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Fernwärme-Heizung-DE-2020/en

Tabelle 3: Wärme - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.1.2 Stromverbrauch der Liegenschaften und Prozesse

Wie in Tabelle 4 dargestellt, ist der Stromverbrauch der Stadtverwaltung Schwabach mit **11,5 t CO₂e** für nur **0,25%** der gesamten THG-Emissionen 2022 verantwortlich.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamtemissionen
Scope 2			
Strom	4.557.390 kWh	11,5	0,25%

Tabelle 4: THG-Emissionen 2022 des Stromverbrauchs (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 nicht enthalten)

Die zugrundeliegenden Verbrauchsdaten setzen sich aus Eigenstromerzeugung, dem Bezug von Ökostrom sowie konventionellem Strom zusammen. Letzterer verursacht die in Tabelle 4 dargestellten **11,5 t CO₂e**. Der Eigenstrom der Stadtverwaltung Schwabach ergibt sich aus der Stromerzeugung durch Klärgas im Klärwerk und Photovoltaik. Für die Berechnung der THG-Emissionen aus Klärgas wurde eine inputbasierte Bilanzierung über Wärme gewählt, weshalb der Stromverbrauch durch Klärgas als emissionsfreies Nebenprodukt aufgenommen ist. Für den konventionellen Strombezug, beispielsweise in Kindergärten, wurde der deutsche Strommix angesetzt. Ökostrom wurde in Scope 2 mit null bilanziert. Aufgrund der Information der Stadtwerke, dass dieser aus Wasserkraft gewonnen wird, wurde in der Vorkette ein Mischfaktor aus anteiliger Stromgewinnung durch Wasserkraft mit Laufwasser (67%) und Pump-& Speicherwasser (33%) berechnet. Da Ökostrom in Scope 2 emissionsfrei ist, ist dieser Faktor in der Berechnung der Vorkettenemissionen (Scope 3) relevant, welche im weiteren Kapitel 5.2.2 genauer betrachtet werden.

Durch den hohen Anteil an Ökostrom und der Eigenstromerzeugung entfallen für 2022 auf die Kategorie Strom (Scope 2) nur wenige THG-Emissionen, da für Ökostrom in Scope 2 keine Emissionen bilanziert werden. Würde anstelle von Ökostrom, konventioneller Strom bezogen werden, würden die THG-Emissionen der Kategorie Strom in Scope 2 einen signifikant höheren Anteil an den Gesamtemissionen einnehmen. Mit den Aktivitätsdaten für Ökostrom im Jahr 2022 (**2.966.055 kWh**) würden bei Bezug von konventionellem Strom zusätzlich **1.759 t CO₂e⁷** anfallen.

⁷Die Höhe der Emissionen wurde berechnet mit einem Wert von 0,593 kg CO₂e pro kWh, was dem Wert des von den Stadtwerken Schwabach angegebenen Energiemix von April 2024 entspricht.

Die genutzten Emissionsfaktoren zur Berechnung der entstandenen THG-Emissionen können der nachfolgenden Tabelle 5 entnommen werden.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Strommix Deutschland	0,442 kg CO ₂ e/kWh	Umweltbundesamt Climate Change 20/2023 Entwicklung der spezifischen THG-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022, S.12
Ökostrom	0,000 kg CO ₂ e/kWh	Nur Bilanzierung der Vorkette (Scope 3)
Photovoltaik	0,000 kg CO ₂ e/kWh	Nur Bilanzierung der Vorkette (Scope 3)
Klärgas Strom	0,000 kg CO ₂ e/kWh	Durch inputbasierte Bilanzierung über Wärme ist Stromverbrauch durch Klärgas emissionsfrei

Tabelle 5: Strom - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.1.3 Fuhrpark

Die Treibstoffverbräuche der Fahrzeuge der Stadtverwaltung sind mit **468 t CO₂e** für rund **10,4%** der gesamten THG-Emissionen im Jahr 2022 verantwortlich. Tabelle 6 zeigt die Verteilung der THG-Emissionen nach Kraftstoffart.

Die Verbräuche beziehen sich auf den Fuhrpark der Feuerwehren und des Baubetriebsamts. Beim Baubetriebsamt waren in 2022 insgesamt 65 Sonderfahrzeuge und 28 PKWs in Betrieb. Im Fuhrpark sind auch Elektrofahrzeuge enthalten. Der geladene Strom ist über den Gesamtstromverbrauch erfasst. Die entsprechenden Aktivitätsdaten werden über stadtverwaltungseigene Tankstellen sowie Tankkarten von externen Tankstellen erfasst. Die in der Bilanz aufgenommenen Verbräuche des Baubetriebsamts berücksichtigen nicht dessen Kleinverbraucher wie Rasenmäher o.ä.. Für die Berechnung der THG-Emissionen wurden die Literverbräuche von Diesel und Benzin erfasst und anhand der Emissionsfaktoren in Tabelle 7 berechnet.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
Scope 1			
Diesel	174.941 Liter	447	9,9%
Benzin	9.398 Liter	20	0,4%
Gesamt Fuhrpark	184.339 Liter	468	10,4%

Tabelle 6: THG-Emissionen 2022 des Fuhrparks (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 nicht enthalten)

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Diesel pro Liter	2,558 kg CO ₂ e/Liter	DEFRA 2022: Fuels -> Liquid fuels -> Diesel (average biofuel blend) -> litres
Benzin	2,162 kg CO ₂ e/Liter	DEFRA 2022: Fuels -> Liquid fuels -> Petrol (average biofuel blend) -> litres

Tabelle 7: Fuhrpark - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.1.4 Kältemittel

Kältemittel werden vor allem in Kühl- und Klimaanlage verwendet. Emissionstreibend sind die Chemikalien HFC, bzw. PFC, also wasserstoffhaltige und perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe. Entweichen diese ungeplant aus den Anlagen, führen bereits geringe Mengen zur Entstehung großer Mengen von THG-Emissionen. Daher sind Kältemittelverluste sehr klimarelevant. Die Kälteanlagen der Stadtverwaltung Schwabach werden regelmäßig gewartet und geprüft, um Kältemittelverluste so weit wie möglich zu vermeiden. Im Jahr 2022 gab es keine Kältemittelverluste, weshalb nachfolgend keine tabellarische Auflistung der Kälteanlagen der Stadtverwaltung und entsprechende Emissionsfaktoren erfolgt.

5.2 Emissionen in Scope 3

In Scope 3 werden indirekte Emissionen, die in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette anfallen, bilanziert. Für die THG-Bilanz 2022 wurden, basierend auf den Ergebnissen der Wesentlichkeitsanalyse, in Scope 3 die Kategorien Dienstreisen (ohne Fahrten der Dienst-PKWs), eingekaufte Güter, Abfall (Restmüll, Pa-

pier, Kunststoff, Biomüll), IT-Geräte der Stadtverwaltung als Kapitalgüter, Pendelverkehr, vermietete Gebäude und brennstoff- und energiebezogene Emissionen aus Strom, Wärme und Fuhrpark, bilanziert. Bei brennstoff- und energiebezogenen Emissionen handelt es sich beispielsweise um Emissionen, welche bei der Herstellung von Diesel und Gas entstehen und daher nicht dem Scope 1 oder Scope 2 angerechnet werden können.

Abbildung 9 gibt einen vollständigen Überblick über die Verteilung der THG-Emissionen in Scope 3.

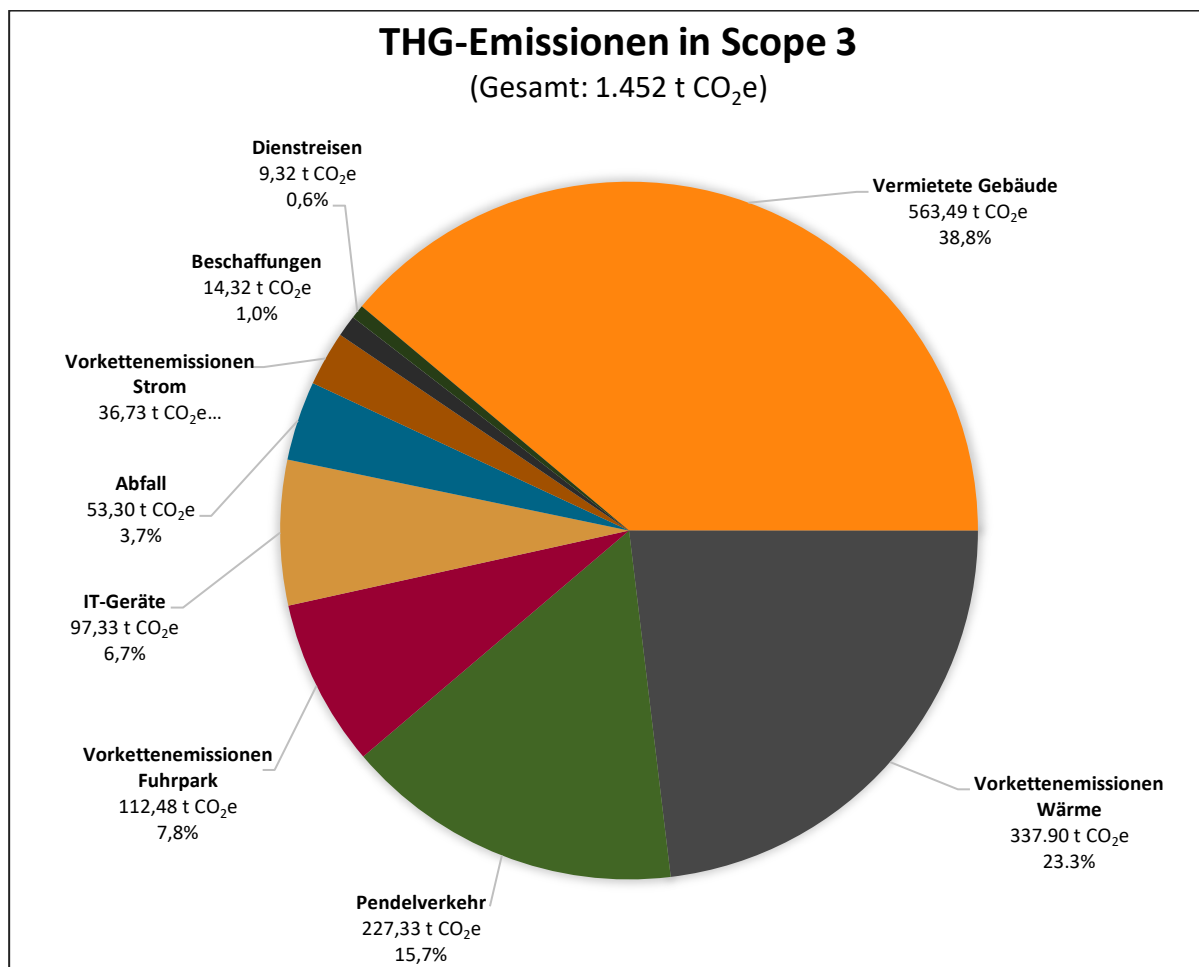


Abbildung 9: Aufteilung der THG-Emissionen 2022 in Scope 3

Insgesamt wurden im Jahr 2022 in Scope 3 **1.452 t CO₂e** vor- und nachgelagerte THG-Emissionen verursacht. Auf die Kategorien vermietete Gebäude (**564 t CO₂e**) und Wärme aus den Vorketten (**338 t CO₂e**) entfällt im Vergleich zu den anderen Kategorien aus Scope 3 mit insgesamt **902 t CO₂e** der Großteil der Emissionen. Dies ist vor allem auf den Erdgasverbrauch bei den vermieteten Gebäuden (**397 t**

CO₂e) und die vorgelagerten Emissionen bei der Wärmeerzeugung durch Erdgas der Liegenschaften (273 t CO₂e) zurückzuführen. Eine weitere bedeutende Kategorie stellt der Pendelverkehr mit 227 t CO₂e inkl. Homeoffice Emissionen dar, auf welchen damit 15,7% der Scope 3 THG-Emissionen entfallen.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der einzelnen Kategorien separat und detailliert betrachtet. Die Kapitel sind absteigend nach der Menge der entstandenen Emissionen angeordnet.

5.2.1 Vermietete Gebäude

Die THG-Emissionen, welche durch die vermieteten Gebäude anfallen, sind in der Kategorie nach GHG Protocol Punkt 3.13 „vermietete/ verleaste Sachanlagen“ erfasst. Hierunter fallen diejenigen Emissionen, die bei Mietern in vermieteten Gebäuden durch den Energieverbrauch entstehen.

Im Jahr 2022 verursachten vermietete Gebäude 564 t CO₂e, was 12,5% der gesamten THG-Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach entspricht.

In Tabelle 8 sind die Emissionsquellen erfasst, welche durch die vermieteten Gebäude entstehen. Der Großteil der THG-Emissionen wird durch den Bezug von Erdgas mit 397 t CO₂e verursacht.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt emissionen
Erdgas (Verbrennung)	1.719.238 kWh	397	8,8%
Strommix Deutschland	172.875 kWh	86	1,9%
Heizöl	189.533 kWh	69	1,5%
Fernwärme	55.227 kWh	11	0,2%
Gesamt Vermietete Gebäude	2.136.873 kWh	564	12,5%

Tabelle 8: THG-Emissionen 2022 durch Vermietete Gebäude

Da für einige vermietete Gebäude keine Verbrauchsdaten zur Verfügung standen, wurden die Gebäude nach Nutzungsart und bezogenen Energieträger kategorisiert. Zusätzlich wurde zur einheitlichen Berechnung die Nettogeschossfläche aller Gebäude ermittelt, welche als zu beheizende Fläche angenommen wird. Auf Grund-

lage dieser Ergebnisse konnten Verbräuche pro Quadratmeter nach Gebäudekategorie ermittelt werden. In Tabelle 9 sind die verwendeten Emissionsfaktoren aufgelistet.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Erdgas (Verbrennung) Vorkette	0,029 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Gas-Heizung-DE-2020 (Endenergie)
Strommix Deutschland Vorkette	0,056 kg CO ₂ e/kWh	Umweltbundesamt Climate Change 20/2023 Entwicklung der spezifischen THG-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2022, S.12
Heizöl Vorkette	0,052 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Öl-Heizung-DE-2020
Fernwärme inkl. Scope 2	0,204 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Fernwärme-Heizung-DE-2020/en

Tabelle 9: Vermietete Gebäude - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.2.2 Brennstoff- und energiebezogene Emissionen

Die ausgewiesenen brennstoff- und energiebezogenen Emissionen sind größtenteils nicht in Scope 1 und 2 erfasst, da es sich um die Vorkettenemissionen der Energieträger handelt. Konkret handelt es sich hierbei um die Vorkettenemissionen des Strom- und Wärmeverbrauchs sowie der Vorkettenemissionen der Kraftstoffe des Fuhrparks. Diese entstehen durch Abbau, Produktion, Transport und Übertragungsverluste und fallen somit nicht direkt bei dem Verbraucher an. Bei der Fernwärme konnten diese aufgrund des Emissionsfaktors nicht getrennt ausgewiesen werden.

Im Jahr 2022 verursachten Brennstoff- und energiebezogene Emissionen **487 t CO₂e**, was **10,8%** der Gesamtsumme der THG-Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach entspricht. Da die Aktivitätsdaten in verschiedenen Einheiten erfasst wurden, ist in der nachfolgenden Tabelle 10 kein Gesamtverbrauch der Aktivitätsdaten angegeben.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
Erdgas (eigene Liegen- schaften und angemie- tete Gebäude)	16.456.691 kWh	273	6,1%
Diesel	184.339 Liter	107	2,4%
Heizöl (eigene Liegen- schaften)	399.300 kWh	21	0,5%
Strommix Deutschland (angemietete Gebäude)	26.093 kWh	1	0,02%
Fernwärme (eigene Lie- genschaften)	1.435.000 kWh	34	0,75%
Ökostrom (eigene Lie- genschaften)	3.019.781 kWh	32	0,71%
Hackschnitzel (eigene Liegenschaften)	458.300 kWh	7	0,16%
Benzin	9.398 Liter	6	0,13%
Photovoltaik (eigene Liegenschaften)	210.618 kWh	3	0,07%
Holzpellets (eigene Lie- genschaften)	334.00 kWh	3	0,07%
Gesamt Brennstoff- und energiebezo- gene Emissionen	-	487	10,8%

Tabelle 10: THG-Emissionen 2022 durch Brennstoff- und energiebezogene Emissionen

In Tabelle 11 sind die eingesetzten Emissionsfaktoren aufgelistet.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Erdgas (Verbrennung) Vorkette	0,029 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Gas-Heizung-DE-2020 (Endenergie)
Diesel Vorkette	0,610 kg CO ₂ e/Liter	DEFRA 2022: WTT - fuels -> Liquid fuels -> Diesel (average biofuel blend) -> litres
Heizöl Vorkette	0,052 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Öl-Heizung-DE-2020
Strommix Deutschland Vorkette	0,056 kg CO ₂ e/kWh	Umweltbundesamt Climate Change 20/2023 Entwicklung der spezifischen THG-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022, S.12
Fernwärme inkl. Scope 2	0,204 kg CO ₂ e/kWh	GEMIS 5.1: Fernwärme-Heizung-DE-2020/en
Fernwärme O'Brien Park Vorkette	0,090 kg CO ₂ e/kWh	Bescheinigung über die energetische Bewertung nach FW 309 Teile 1 und 7
Ökostrom Vorkette	0,011 kg CO ₂ e/kWh	Mischfaktor aus anteiliger Stromgewinnung aus Wasserkraft: Laufwasser (67%) Pump- & Speicherwasser (33%): https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Erzeugung/Tabelle/engpasseleistung-art-anlage.html
Hackschnitzel Vorkette	0,016 kg CO ₂ e/kWh	UBA 2023: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022, S. 99
Benzin Vorkette	0,613 kg CO ₂ e/Liter	DEFRA 2022: WTT-> fuels -> Liquid fuels -> Petrol (average biofuel blend) -> litres
Photovoltaik Vorkette	0,056 kg CO ₂ e/kWh	UBA 2023: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022, S.55

Tabelle 11: Brennstoff- und energiebezogene Emissionen - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.2.3 Pendelverkehr

Im Jahr 2022 entfallen 227 t CO_{2e} auf den Pendelverkehr, welcher damit 5% der gesamten THG-Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach einnimmt.

Für die Erfassung der Pendleremissionen wurde eine Onlineumfrage unter den Mitarbeitenden durchgeführt, aus welcher insgesamt 318 auswertbare Rückmeldungen hervorgingen. Da nicht alle Mitarbeitenden Zugang zu einem digitalen Endgerät haben, wurde die Umfrage ebenfalls in Papierform angeboten. Um möglichst repräsentative Ergebnisse zu erzielen, wurden folgende Fragen formuliert:

- Wie oft fahren Sie pro Woche zu Ihrem Arbeitsplatz?
- Wie viele Stunden pro Woche arbeiten Sie im Homeoffice?
- Wie weit ist Ihr Wohnort von Ihrer Arbeitsstätte entfernt?
- Welches Verkehrsmittel verwenden Sie auf Ihrem Arbeitsweg überwiegend?
- Benutzen Sie für Ihren Arbeitsweg bei gutem Wetter (Sommer) und bei schlechtem Wetter (Winter) das gleiche Transportmittel?
- Falls nein, auf welches Verkehrsmittel steigen Sie bei schlechtem Wetter (Winter) um?

Die Ergebnisse wurden ausgewertet und auf die gesamte Mitarbeiteranzahl von 733 Beschäftigten hochgerechnet. Da die Rücklaufquote bei rund 43% lag, konnte ein aussagekräftiges Gesamtergebnis erzielt werden. In Tabelle 12 sind die Emissionen nach Verkehrsmittel für das Jahr 2022 dargestellt. Da die Aktivitätsdaten in verschiedenen Einheiten erfasst wurden, ist in der nachfolgenden Tabelle kein Gesamtverbrauch der Aktivitätsdaten angegeben.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
PKW-Mix	3.871 km	1	0,02%
PKW-Benzin	645.461 km	142	3,1%
PKW-Diesel	191.373 km	41	0,9%
PKW-Hybrid	16.644 km	3	0,06%
PKW-Elektro	83.799 km	5	0,12%
E-Bike/ Pedelec	28.183 Pkm ⁸	0,1	0,002%
Motorrad	10.402 km	1	0,03%
Linienbus	15.144 Pkm	1	0,03%
Nahverkehr (Tram, S-/U-Bahn, RB, RE)	434.652 Pkm	26	0,6%
Teleworking	4.412 Tage	7	0,16%
Fahrrad	89.324 Pkm	0	0%
Zu Fuß	14.012 Pkm	0	0%
Mitfahrer	2.032 Pkm	0*	0%
Gesamt Pendel- verkehr		227	5%

Tabelle 12: THG-Emissionen 2022 durch Pendelverkehr

* Die Emissionen durch Mitfahrende werden mit null Emissionen bilanziert unter der Annahme, dass die Fahrt unabhängig von der mitfahrenden Person stattfindet. Auch der erhöhte Kraftstoffverbrauch durch das Mehrge-
wicht durch Mitfahrende wird nicht berücksichtigt.

In Tabelle 13 sind die angesetzten Emissionsfaktoren aufgelistet.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
PKW-Mix pro km	0,208 kg CO ₂ e/km	Berechnung anhand PKW-Bestandsfahrzeugen für Diesel, Benzin und Hybrid im Jahr 2022. EF aus DEFRA für 2022 wurden jeweils mit Anteil (%) an Bestandsfahrzeugen multipliziert und die Ergebnisse aufsummiert. 3,44% Hybride + 63,87% Benziner + 30,54% Diesel + 1,27% E-PKW = 99,13 als Grundwert
PKW-Benzin	0,220 kg CO ₂ e/km	DEFRA 2022: business travel - land -> activity: cars (by size) -> type: average car -> unit: km -> Petrol + DEFRA 2022: WTT-pass vehs & travel - land -> cars (by size) -> average car -> km -> Petrol
PKW-Diesel	0,212kg CO ₂ e/km	DEFRA 2022: business travel - land -> activity: cars (by size) -> type: average car -> unit: km -> Diesel + DEFRA 2022: WTT-pass vehs & travel - land -> cars (by size) -> average car -> km -> Diesel
PKW-Hybrid	0,151 kg CO ₂ e/km	DEFRA 2022: business travel - land -> activity: cars (by size) -> type: average car -> unit: km -> Hybrid+ DEFRA 2022: WTT-pass vehs & travel - land -> cars (by size) -> average car -> km -> Hybrid
PKW-Elektro	0,065 kg CO ₂ e/km	DEFRA 2022: business travel - land -> activity: cars (by size) -> type: average car -> unit: km -> Battery Electric Vehicle + DEFRA 2022: WTT- pass vehs & travel - land -> cars (by size) -> average car -> km -> Battery Electric Vehicle
E-Bike/ Pedelec	0,003 kg CO ₂ e/Pkm	TREMODO 6.51; E-Bike
Motorrad	0,111 kg CO ₂ e/km	DEFRA 2022: Passenger vehicles -> motorbike average
Linienbus	0,093 kg CO ₂ e/Pkm	TREMODO 6.51; Linienbus Nahverkehr
Nahverkehr (Tram, S-/U-Bahn, RB, RE)	0,061 kg CO ₂ e/Pkm	TREMODO 6.51; Mischfaktor aus Eisenbahn Nahverkehr und Straßen-, Stadt- und U-Bahn

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Teleworking Stromverbrauch Datenübertragung	2,5 g CO ₂ e/kWh	Umweltbundesamt (2020). Energie- und Ressourceneffizienz digitaler Infrastrukturen - Ergebnisse des Forschungsprojektes „Green Cloud-Computing“
Teleworking Stromverbrauch Workstation	0,498 kg CO ₂ e/kWh	Umweltbundesamt Climate Change 20/2023 Entwicklung der spezifischen THG-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022, S.17
Fahrrad	0,000 kg CO ₂ e/Pkm	
Zu Fuß	0,000 kg CO ₂ e/Pkm	
Mitfahrer	0,000 kg CO ₂ e/Pkm*	

Tabelle 13: Pendelverkehr - Übersicht der Emissionsfaktoren

* Die Emissionen durch Mitfahrende werden mit null Emissionen bilanziert unter der Annahme, dass die Fahrt unabhängig von der mitfahrenden Person stattfindet. Auch der erhöhte Kraftstoffverbrauch durch das Mehrge-
wicht durch Mitfahrende wird nicht berücksichtigt.

5.2.4 Kapitalgüter: IT-Geräte

Die IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach nahmen im Jahr 2022 mit **97 t CO₂e** einen Anteil von **2,15%** der gesamten THG-Emissionen ein. Zur Berechnung der Emissionen wurde die Nutzungsdauer der Geräte berücksichtigt. Die Stadt Schwabach least ihre IT-Geräte über möglichst lange Zeiträume, sodass die Annahme getroffen wurde, dass der Stadt die gesamten Herstellungsemissionen zugerechnet werden können. Die Herstellungsemissionen werden jährlich abgeschrieben und beziehen sich immer auf die im Bilanzjahr genutzten IT-Geräte. In Tabelle 14 sind die Aktivitätsdaten der verschiedenen Emissionsquellen (Geräte) aufgelistet.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
Monitor	807 Stück	51	1,1%
Desktop PC	426 Stück	16	0,4%
Laptop	216 Stück	13	0,3%
LTE-Router	93 Stück	3	0,07%
Handy	204 Stück	3	0,07%
Tablet-PC	28 Stück	2	0,04%
Server	12 Stück	2	0,03%
Webcam	194 Stück	1	0,03%
Tablet	59 Stück	1	0,03%
Router	70 Stück	1	0,03%
Drucker (Multifunktion)	46 Stück	1	0,02%
Scanner	64 Stück	1	0,02%
Headset	197 Stück	1	0,02%
Switch	48 Stück	1	0,01%
Beamer	11 Stück	0,3	0,01%
Festnetztelefon	208 Stück	0,08	0,002%
Gesamt IT-Geräte	2.683 Stück	97	2,15%

Tabelle 14: THG-Emissionen 2022 durch IT-Geräte

In Tabelle 15 ist eine Übersicht der genutzten Emissionsfaktoren gegeben.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Monitor	62,953 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Desktop PC	38,109 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Laptop	62,371 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
LTE-Router	32,607 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Handy	14,448 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Tablet-PC	59,786 kg CO ₂ e/Stück	Ökoinstitut e.V., Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Server	130,120 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Webcam	7,206 kg CO ₂ e/Stück	Malmodin, J. & Lunden, D. (2018): "The Energy and carbon Footpring of the Global ICT and E&M Sectors 2010-2015" in Sustainability 2018, 10(9) 3027, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Tablet	22,667 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Router	17,284 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Drucker (Multifunktion)	23,039 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Scanner	14,746 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Headset	3,713 kg CO ₂ e/Stück	GN Store Nord A/S – 2021: Jabra Evolve2 85 Headset total footprint: Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Switch	12,516 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Beamer	22,544 kg CO ₂ e/Stück	ADEME 2.9.3, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach
Festnetztelefon	0,374 kg CO ₂ e/Stück	Malmodin, J. & Lunden, D. (2018): "The Energy and carbon Footpring of the Global ICT and E&M Sectors 2010-2015" in Sustainability 2018, 10(9) 3027, Berechnung des EF mit Nutzungsdauer der IT-Geräte der Stadtverwaltung Schwabach

Tabelle 15: IT-Geräte - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.2.5 Abfall

Im Jahr 2022 fielen in den Schulen, Kindergärten und der Gebäudeverwaltung insgesamt 362 Tonnen Abfall an, durch welchen in den verschiedenen Verwertungsmethoden, z.B. Restmüllverbrennung, 53 t CO₂e verursacht wurden. Dies entspricht einem Anteil von 1,2% der gesamten THG-Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach. Die angefallenen Abfälle untergliedern sich in die Fraktionen Restmüll, Papier, Kunststoff und Biomüll. Die Emissionsquellen und dazu erfassten Aktivitätsdaten sind in Tabelle 16 dargestellt. Eine Aufteilung der Abfallmengen und Fraktionen in den Schulen, Kindergärten und der Verwaltungsgebäude findet sich in Tabelle 17.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamtemissionen
Restmüll	133 t	49	1,1%
Papier	160 t	3	0,08%
Kunststoff	36 t	1	0,02%
Biomüll	33 t	0,3	0,01%
Gesamt Abfall	362 t	53	1,2%

Tabelle 16: THG-Emissionen 2022 durch Abfall

Gebäude	Restmüll	Biomüll	Papier	Kunststoff
Adam Kraft-Gymnasium	15,84 t	-	12,40 t	-
Wolfram von Eschenbach Gymnasium	15,84 t	1,73 t	12,57 t	3,89 t
Realschule	15,84 t	-	8,98 t	2,53 t
Johannes Kern Mittelschule	10,56 t	3,46 t	8,98 t	2,14 t
Wirtschaftsschule	10,56 t	-	7,63 t	-
Luitpoldschule	10,56 t	-	17,95 t	0,39 t
Schule am Museum	9,50 t	2,42 t	10,20 t	2,72 t
Christian Maar Schule	5,86 t	-	6,73 t	0,39 t
Karl Dehm Mittelschule	5,28 t	-	4,49 t	0,97 t
Johannes Helm Schule	5,28 t	1,08 t	6,66 t	2,14 t
Markgrafensaal	5,28 t	-	3,43 t	-
ADG (Berufsschule / Musikschule)	5,18 t	-	5,88 t	-
Altstadt Kindergarten	2,88 t	4,32 t	3,92 t	1,17 t
Hans-Hocheder-Sport-halle	2,64 t	-	-	-
Ludwigstr. 16	2,24 t	0,81 t	8,98 t	4,28 t
Waldemar Bergner Kindergarten	1,73 t	5,18 t	4,41 t	2,72 t
Forsthof Kindergarten	1,44 t	6,19 t	2,94 t	2,14 t

Gebäude	Restmüll	Biomüll	Papier	Kunststoff
Zwieseltalschule	1,15 t	-	6,73 t	1,75 t
Luitpoldschule Unterreichenbach	1,15 t	-	1,47 t	0,19 t
Albrecht-Achilles-Str. 6/8	1,15 t	1,15 t	8,98 t	3,5 t
Kulturhaus / Bürgerhaus	1,04 t	1,27 t	6,65 t	2,14 t
Johannes Helm Schule Penzendorf	0,86 t	-	2,24 t	-
Rathaus	0,71 t	1,30 t	5,39 t	2,33 t
Anne Frank Kindergarten	0,58 t	3,46 t	2,45 t	0,97 t
Gesamt Abfall	133 t	33 t	160 t	36 t

Tabelle 17: Abfallmengen und Fraktionen nach Gebäuden in Tonnen

Bei der Auswahl der Emissionsfaktoren der Abfallfraktionen wurde die jeweilige Verwertungsmethode berücksichtigt, da diese ausschlaggebend für Höhe der entstehenden Emissionen ist. Beim Recycling müssen gemäß dem Greenhouse Gas Protocol keine Emissionen angesetzt werden, da die Stoffe, hier Papier und Kunststoff, wieder als Rohstoff im Folgeprodukt eingesetzt werden. Daher wurde bei der Verwertungsart Recycling nur der Transport des Abfalls bilanziert. Tabelle 18 bildet eine Übersicht der gewählten Emissionsfaktoren ab.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Haushalts(-ähnlicher) Restmüll, Verbrennung	366,666 kg CO ₂ e/t	GEMIS 5.1: MVA-Hausmüll
Papier, Recycling	21,280 kg CO ₂ e/t	DEFRA 2022: Waste disposal -> Activity: Paper -> Waste type: Paper and board: mixed -> Unit: tonnes -> Closed-loop
Kunststoff, Recycling	21,280 kg CO ₂ e/t	DEFRA 2022: Waste disposal -> Activity: Electrical items -> Waste type: Plastics: average plastics -> Unit: tonnes, Open-loop and Combustion
Biomüll, Kompostierung	8,911 kg CO ₂ e/t	DEFRA 2022: Waste disposal -> Activity: Refuse -> Waste type: Organic: mixed food and garden waste -> Unit: tonnes -> Anaerobic digestion

Tabelle 18: Abfall - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.2.6 Beschaffung

Emissionen durch eingekaufte Güter entstehen vorgelagert in der Herstellungsphase der jeweiligen Produkte. Für die THG-Bilanz 2022 wurden folgende Beschaffungskategorien berücksichtigt: Frischwasser, Frischfaser- und Recyclingpapier der Kindergärten, der städtischen Wirtschaftsschule und der Verwaltung. Im Jahr 2022 entfallen **14 t CO₂e** auf diese Beschaffungsprodukte. Der Anteil an den gesamten THG-Emissionen beträgt **0,3%**. In der folgenden Tabelle sind die Emissionsquellen und die dazu erfassten Aktivitätsdaten dargestellt. Da die Aktivitätsdaten in verschiedenen Einheiten erfasst wurden, ist kein Gesamtverbrauch der Aktivitätsdaten angegeben.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamt- emissionen
Wasser	34.785.000 kg	6,9	0,15%
Recyclingpapier	2.214.550 Blatt A4	6,8	0,15%
Frischfaserpapier	446.050 Blatt A4	0,5	0,01%
Gesamt Beschaffung	-	14	0,3%

Tabelle 19: THG-Emissionen 2022 durch Beschaffung

In Tabelle 20 sind die genutzten Emissionsfaktoren dargestellt.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Wasser	0,0002 kg CO ₂ e/kg	GEMIS 5.1: Xtra-Trinkwasser/DE-2020
Recyclingpapier	0,003 kg CO ₂ e/Blatt A4	Umweltbundesamt 2022; „Aktualisierte Ökobilanz von Grafik- und Hygienepapier“, S. 45: Umrechnung der Einheit von Tonne auf A4, mit der Annahme von 4 Gramm pro 1 Blatt
Frischfaserpapier	0,004 kg CO ₂ e/Blatt A4	Umweltbundesamt 2022; „Aktualisierte Ökobilanz von Grafik- und Hygienepapier“, S. 45: Umrechnung der Einheit von Tonne auf A4, mit der Annahme von 4 Gramm pro 1 Blatt

Tabelle 20: Beschaffung - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.2.7 Dienstreisen

Für Scope 3 werden nur Dienstreisen erfasst, die nicht mit den Fahrzeugen des Fuhrparks der Stadtverwaltung durchgeführt wurden. Darunter fallen Reisen mit dem Flugzeug, Zug, Reisebus, ÖPNV, Privat-PKW, Mietwagen, Taxi und Motorroller. Da die Aktivitätsdaten in verschiedenen Einheiten erfasst wurden, ist in der nachfolgenden Tabelle 21 kein Gesamtverbrauch der Aktivitätsdaten angegeben.

Im Jahr 2022 verursachten Dienstreisen **9 t CO₂e**, was **0,2%** der THG-Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach entspricht.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	THG-Emissionen [t CO ₂ e]	Anteil an Gesamtemissionen
PKW / andere Fahrzeuge	39.891 km	8	0,18%
Bahn Fernverkehr	22.104 Pkm	0,7	0,02%
Bahn Nahverkehr	5.716 Pkm	0,3	0,01%
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	246 Pkm	0,02	0,0004%
Gesamt Dienstreisen	-	9	0,2%

Tabelle 21: THG-Emissionen 2022 durch Dienstreisen

Die verwendeten Emissionsfaktoren zur Berechnung der entstandenen THG-Emissionen können der nachfolgenden Tabelle 22 entnommen werden. Auch wenn für das Jahr 2022 keine Flugreisen bilanziert wurden, wurde der Emissionsfaktor für Flugreisen mit angeführt. Aufgrund der Städtepartnerschaften fallen in seltenen Fällen Interkontinentalflüge an.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
PKW-Mix pro km	0,208 kg CO ₂ e/km	Berechnung anhand PKW-Bestandsfahrzeugen für Diesel, Benzin und Hybrid im Jahr 2022. EF aus DEFRA für 2022 wurden jeweils mit Anteil (%) an Bestandsfahrzeugen multipliziert und die Ergebnisse aufsummiert. 3,44% Hybride + 63,87% Benzin + 30,54% Diesel + 1,27% E-PKW = 99,13 als Grundwert
Bahn - Nahverkehr	0,058 kg CO ₂ e/Pkm	TREMOD 6.51; Eisenbahn Nahverkehr
Bahn - Fernverkehr	0,031 kg CO ₂ e/Pkm	TREMOD 6.51; Eisenbahn Fernverkehr
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	0,063 kg CO ₂ e/Pkm	TREMOD 6.51; Straßen-, Stadt- und U-Bahn
Flüge Interkontinental Durchschnitt über Flugklassen [Pkm]	0,328kg CO ₂ e/Pkm	DEFRA 2022: Business Travel air -> Flights -> Long-haul, to/from UK -> average passenger -> CO ₂ e without RF) *3 RFI-Faktor + DEFRA 2022: WTT - Business Travel air -> Flights -> Long-haul, to/from UK -> average passenger -> CO ₂ e without RF)

Tabelle 22: Dienstreisen - Übersicht der Emissionsfaktoren

5.3 Biogene CO₂-Emissionen

Direkte CO₂-Emissionen aus der Verbrennung biogener Energieträger werden gemäß den Vorgaben des GHG Protocol separat von den Scopes bilanziert und nicht in die Gesamtsumme der Emissionen eingerechnet. Emissionen anderer Treibhausgase, z. B. Methan oder Lachgas, die durch biogene Quellen entstehen, werden dem gegenüber weiterhin bilanziert. Bei der Stadtverwaltung Schwabach entstehen biogene CO₂-Emissionen bei der Verbrennung von Hackschnitzeln, Holzpellets und Klärgas. Die gesamten biogenen CO₂-Emissionen betragen **988 t CO₂**.

Emissionsquelle	Aktivitätsdaten	CO ₂ -Emissionen [t CO ₂]
Klärgas (biogen)	5.064.902 kWh	707
Hackschnitzel (biogen)	458.300 kWh	162
Holzpellets (biogen)	334.000 kWh	118
Gesamt Biogene CO₂-Emissionen	5.857.202 kWh	988

Tabelle 23: Biogene CO₂-Emissionen 2022

Die verwendeten Emissionsfaktoren zur Berechnung der entstandenen THG-Emissionen können Tabelle 24 entnommen werden.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Quelle der Emissionsfaktoren
Klärgas (biogen)	0,199 kg CO ₂ e/kWh	DEFRA 2022: Outside of scopes -> Biogas -> Biogas
Hackschnitzel (biogen)	0,354 kg CO ₂ e/kWh	DEFRA 2022: Outside of scopes -> Biomass -> Wood chips
Holzpellets (biogen)	0,354 kg CO ₂ e/kWh	DEFRA 2022: Outside of scopes -> Biomass -> Wood pellets

Tabelle 24: Biogene CO₂-Emissionen - Übersicht der Emissionsfaktoren

Abbildung 10 stellt die Aufteilung der CO₂-Emissionen zwischen den unterschiedlichen Energieträgern dar.

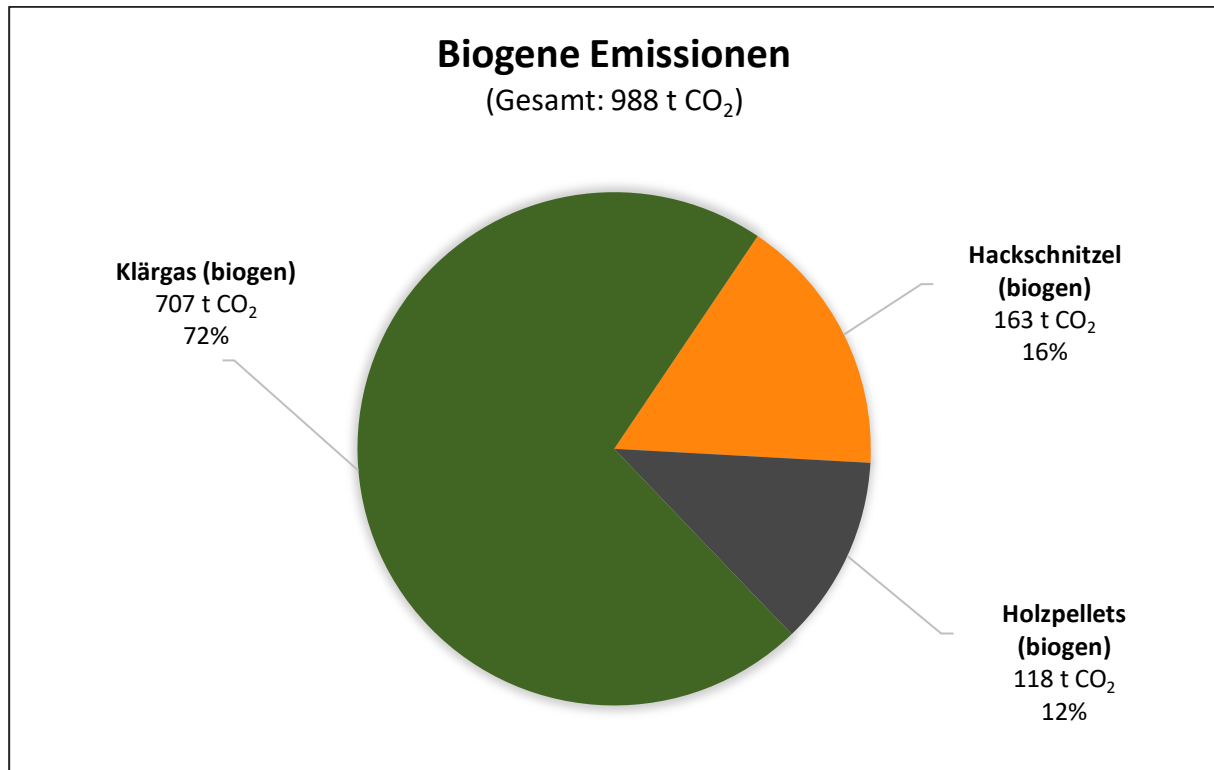


Abbildung 10: Aufteilung der CO₂-Emissionen durch die Verbrennung biogener Energieträger

5.4 Bewertung der Genauigkeit

Die THG-Bilanz der Stadtverwaltung Schwabach wurde auf Basis der durch die einzelnen Fachämter der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellten Aktivitätsdaten und der Emissionsfaktoren aus genutzten gängigen Datenbanken und entsprechend ausgewählten Studien erstellt. Das Vorgehen zur Berechnung von THG-Emissionen auf Grundlage von Emissionsfaktoren aus Datenbanken stellt grundsätzlich nur eine Näherungsberechnung dar. Es werden Durchschnittswerte für Prozesse und Materialien abgebildet, die die tatsächlich emittierten Treibhausgase nur näherungsweise abbilden können. Unsicherheiten und Ungenauigkeiten bei den erfassten Daten oder den Emissionsfaktoren spiegeln sich somit auch in den Ergebnissen der THG-Bilanz wider.

Die Stadtverwaltung Schwabach hat den Anspruch eine möglichst genaue Bilanz für 2022 zu erstellen. Daher lagen für die Mehrheit der bilanzierten Emissionsquellen die Verbrauchsdaten (Aktivitätsdaten) und die verwendeten Emissionsfaktoren in einer hohen Qualität und Genauigkeit vor (siehe Tabelle 26). Somit stellt die

THG-Bilanz der Stadtverwaltung Schwabach ein solides und belastbares Ergebnis dar.

Emissionsquellen mit unzureichender Datenlage wurden bereits während der Wesentlichkeitsanalyse, so weit einschätzbar, ausgeschlossen. Trotz des Ausschlussverfahrens konnten im Bereich der Scope 3 Emissionen (indirekte vor- und nachgelagerte Emissionen) sieben Kategorien bilanziert werden. Geplant ist, in Zukunft die Datenlagen kontinuierlich zu verbessern, sodass die aufgenommenen Daten zukünftig leichter erfasst werden können und die THG-Bilanz um neue Emissionsquellen erweitert werden kann.

Um die Belastbarkeit der Datengrundlage zu beurteilen, werden sowohl die Aktivitätsdaten als auch die Emissionsfaktoren bewertet. Je nachdem wie belastbar die Aktivitätsdaten als auch die Emissionsfaktoren und die Kombination beider ist, werden Ergebnisse der Bilanz in die Kategorien hoch – mittel – gering eingestuft. Die Verzahnung und Zuordnung der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren kann somit Ungenauigkeiten und Unsicherheiten aufweisen, die für jede Emissionsquelle nach der Systematik in Tabelle 25 bewertet wurden.

Genauigkeit	Aktivitätsdaten	Emissionsfaktoren
Hoch	Die Aktivitätsdaten liegen vollständig vor.	Die verwendeten Emissionsfaktoren passen sehr gut auf die Emissionsquelle und stammen aus validen Datenquellen (bspw. von einem Versorger, einer Behörde oder aus einer Datenbank).
Mittel	Es sind kleinere Datenlücken vorhanden, aber die Aktivitätsdaten stellen valide Schätzungen dar.	Die Emissionsfaktoren sind vorhanden und bilden die Emissionsquelle weitestgehend ab. Die Datenquelle ist unsicher.
Gering	Die Daten liegen sehr lückenhaft vor, daher stellen die Aktivitätsdaten grobe Schätzung dar.	Die Emissionsfaktoren sind nicht vorhanden oder lediglich als grober Richtwert vorhanden.

Tabelle 25: Systematik der Unsicherheitsbewertung

Hinweis: Bei unterschiedlicher Genauigkeit der Aktivitätsdaten und der Emissionsfaktoren wird die jeweils niedrigere Einstufung als Gesamtbewertung angesetzt.

In Tabelle 26 sind die Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren der bilanzierten Kategorien aus Scope 1, 2 und 3 nach Belastbarkeit bewertet.

Kategorie	Genauigkeit Aktivitätsdaten	Genauigkeit Emissionsfaktoren	Gesamtbewertung
Wärme eigene Liegenschaften	Hoch	Hoch	Hoch
Wärme angemietete Liegenschaften	Niedrig	Hoch	Mittel
Strom eigene Liegenschaften	Hoch	Hoch	Hoch
Strom angemietete Liegenschaften	Niedrig	Hoch	Mittel
Fuhrpark	Hoch	Hoch	Hoch
Kältemittelverluste*	-	-	-
Dienstreisen	Hoch	Hoch	Hoch
Pendelverkehr	Mittel	Hoch	Mittel
Beschaffung	Hoch	Hoch	Hoch
Abfall	Niedrig	Hoch	Mittel
Kapitalgüter: IT-Geräte	Hoch	Mittel	Mittel
Vermietete Gebäude	Niedrig	Hoch	Mittel

Tabelle 26: Ergebnis der Unsicherheitsbewertung

*Es wurden keine Kältemittelverluste erfasst, daher ist keine Einstufung möglich.

Die Genauigkeit der genutzten **Emissionsfaktoren** kann insgesamt als hoch eingestuft werden, da hauptsächlich Faktoren aus wissenschaftsbasierten Datenbanken genutzt wurden oder Informationen des Energielieferanten zur Verfügung stehen. Für die **IT-Geräte** werden die Emissionsfaktoren als mittel bewertet, da die Emissionsfaktoren anhand der Nutzungsdauer auf einen jährlichen Wert heruntergerechnet wurden.

Die **Aktivitätsdaten** lagen in unterschiedlicher Datenqualität vor. Während einige mit hoch bewertet werden konnten, gab es auch Aktivitätsdaten, die als niedrig eingestuft wurden. Während die Genauigkeit von **Wärme** und **Strom** bei den eigenen Liegenschaften als hoch bewertet werden kann, ist sie bei den **angemieteten und vermieteten Gebäuden** als niedrig einzustufen, da hier nur teilweise Daten aus Rechnungen bzw. von Zählern vorlagen und größtenteils mit Schätzungen für Hochrechnungen gearbeitet wurde. Auch die Aktivitätsdaten für das **Abfallaufkommen** wurden als niedrig eingestuft, da die Verbräuche nur über die Leerungszyklen der Abfalltonnen hochgerechnet werden konnten und es keine Informationen darüber gab, wie voll die Tonnen tatsächlich zum Zeitpunkt der Leerung waren. Beim **Fuhrpark** konnte auf genaue Tankdaten zurückgegriffen werden, sodass hier eine hohe Genauigkeit vorliegt. In Scope 3 konnten für die **Dienstreisen** als auch für die **Beschaffungen** (Frischwasser, Papier) sehr aussagekräftige Daten bereitgestellt werden, weshalb hier die Bewertung der Genauigkeit für beide Kategorien als hoch eingestuft wird. Bezüglich der Dienstreisen ist dies darauf zurückzuführen, dass Dienstreiseanträge ausgewertet werden konnten. Im Falle der Beschaffungen konnte bei den Wasserverbräuchen wie bei den Energiewerten der eigenen Liegenschaften auf Daten des Gebäudemanagements zurückgegriffen werden, beim Papier konnten die Menge anhand von Rechnungen nachverfolgt werden. Auch für die Aktivitätsdaten der **IT-Geräte** wird die Genauigkeit als hoch bewertet. Die Geräte, welche 2022 im Umlauf waren, wurden tabellarisch erfasst und jeweils um die Angabe der bisherigen Nutzungsdauer ergänzt. Anhand dieser Informationen konnten die IT-Geräte mit den Emissionsfaktoren auf ein Jahr als Kapitalgut abgeschrieben werden. Die Aktivitätsdaten des **Pendelverkehrs** basieren auf der durchgeführten Mitarbeiterumfrage. Daten, die auf dieser Basis beschafft werden, sind in der Regel mit einer geringen Genauigkeit bewertet. Da die Stadt Schwabach für ihre Mitarbeiterumfrage jedoch eine sehr hohe Rücklaufquote hatte und die Daten damit belastbarer sind, wird die Genauigkeit als „mittel“ bewertet. Zusätzlich handelte es sich um eine detaillierte Abfrage, wie beispielsweise die Unterscheidung des Verkehrsmittels nach Winter und Sommer.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Ergebnis der aktuellen Bilanz eine gute Aussagekraft liefert. Da es sich um die erste Bilanz der Stadt Schwabach handelt, besteht Potenzial zur Erweiterung bzw. Optimierung der Kategorien und Aktivitätsdaten. Die Erfassung der Aktivitätsdaten von Emissionsquellen, welche im Zuge der Genauigkeitsbewertung als niedrig bzw. mittel eingestuft wurden, können für Folgebilanzen verbessert werden. Folgende Ansätze werden zur Optimierung der nächsten Bilanz empfohlen:

Die Datenerhebung im **IT-Bereich** könnte in Zukunft dahingehend verbessert werden, indem weitere Aspekte der IT aufgenommen werden. Dadurch ließe sich nach und nach die Gesamtheit der IT-Bilanz abbilden. In den ersten Schritten könnten IKT-Services, wie zum Beispiel Online-Meetings, und die genutzten Cloud Services in der Bilanz ergänzt werden. Für die Bilanzierung von Cloud-Services gibt es Emissionsfaktoren beispielsweise vom Umweltbundesamt, die die Emissionen pro Terabyte Speicherkapazität angeben⁹. Auch für die Emissionsberechnung von Online-Meetings gibt es beispielsweise eine Studie vom Umweltbundesamt, wie viele Emissionen bei einem Online-Meeting entstehen – je nachdem, welche Endgeräte genutzt werden, wie viele Stunden das Meeting dauert und wie viele Personen daran teilnehmen¹⁰. Darüber hinaus könnten neben den bilanzierten städtischen IT-Geräten ausgewählte Geräte der Schulen aufgenommen und bilanziert werden. Hierzu kann die digitale Inventarisierungsliste der Schul-IT herangezogen werden, welche aktuell erarbeitet wird.

Für die Datenerhebung der **Dienstreisen** könnte das derzeit manuell geführte zentrale Erfassungssystem digitalisiert werden. Durch eine digitale, systematische Erfassung ist anzunehmen, dass eine optimierte Vollständigkeit der Daten gewährleistet wird. Zusätzlich könnten den verschiedenen Verkehrsmitteln die entsprechenden Emissionswerte im System zugewiesen werden, sodass durch die Wahl der Verkehrsmittel eine THG-Bilanz für die Dienstreise automatisch generiert werden kann.

Um die Erfassung des **Abfallaufkommens** für die THG-Bilanz zu verbessern, könnten Abrechnungen und Berichte der Entsorgungsunternehmen angefragt werden. Falls diese nicht geliefert werden können, wäre eine weitere Möglichkeit, die Daten direkt bei den einzelnen Abfallstationen der städtischen Gebäude zu sammeln. Dafür könnten standardisierte Erfassungsbögen oder digitale Tabellen eingeführt werden, in denen die verantwortlichen Personen regelmäßig die Abfallmengen nach entsprechenden Kategorien dokumentieren.

Für die **angemieteten und vermieteten Gebäude** der Stadtverwaltung könnte die Datenerfassung durch die regelmäßige Einholung von Zähler- oder Rechnungswerten verbessert werden. Für die vermieteten Gebäude könnte ein Leitfaden erstellt

⁹Energie und Ressourceneffizienz digitaler Infrastrukturen. Ergebnisse des Forschungsprojektes „Green Cloud-Computing“, Hrsg. Umweltbundesamt, 2020, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/politische-handlungsempfehlungen-green-cloud-computing_2020_09_07.pdf

¹⁰Abschlussbericht Green Cloud Computing. Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud Computing, Hrsg. Umweltbundesamt, 2021, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17_texte_94-2021_green-cloud-computing.pdf

werden, der beschreibt, welche Verbrauchsdaten freiwillig zu melden sind. Für die angemieteten Gebäude müssten die Energieausweise und Verbrauchsdaten bei den Vermietern angefragt werden.

Zur Verbesserung der Datenerhebung des **Pendelverkehrs** könnten Mitarbeiterbefragungen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden, um genutzte Verkehrsmittel, Fahrstrecken und Pendelhäufigkeit in den jeweiligen Jahreszeiten zu ermitteln. Ergänzend können GPS-basierte Apps eingesetzt werden, die anonymisiert Mobilitätsmuster erfassen. Zusätzlich könnten durch eine Zusammenarbeit mit Verkehrsunternehmen Mobilitätsdaten über das betriebliche Jobticket erhoben werden.

Für 2022 wurden keine Kältemittelverluste verzeichnet. Für das Monitoring, das die Datenerhebung der **Kältemittelverluste** erleichtert, wird geraten ein zentrales Kälteanlagenkataster anzulegen, um aus den Wartungsprotokollen durch Nachfüllmengen mögliche Verluste aus Anlagen zu ermitteln.

6 Maßnahmen zur Emissionsreduktion

Wie bereits in Kapitel 1 und 2, Hintergrund und Zielsetzung/ zukunftsweisende Stadtentwicklung, beschrieben, wurden von der Stadtverwaltung Schwabach bereits einige Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen und zur Gestaltung einer nachhaltigen Stadtentwicklung umgesetzt.

In diesem Kapitel wird pro ausgewählten Handlungsbereich der Stadtverwaltung eine Übersicht der bereits umgesetzten Maßnahmen gegeben. Erstellte Maßnahmensteckbriefe geben darüber hinaus einen Überblick über laufende Maßnahmen, geplante Maßnahmen und Vorschläge für zukünftige Maßnahmen.

6.1 Energieeffizientes Gebäude- und Infrastrukturmanagement

Im Gebäudemanagement wird besonderer Wert auf die Optimierung der Heizsysteme gelegt. Eine bedarfsorientierte Entlüftung der Heizkörper sorgt dafür, dass die Heizungen effizient arbeiten und keine Energie durch eingeschlossene Luft verschwendet wird. Zudem werden im Rahmen von Sanierungen die alten Heizkörper ausgetauscht und durch moderne, energieeffiziente Lösungen ersetzt. Zusätzlich ist seit der Corona-Pandemie der Einsatz elektrischer Zusatz-Heizgeräte in städtischen Gebäuden verboten. Durch das Verbot der Geräte werden nicht nur die Energiekosten deutlich gesenkt, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen geleistet.

Als weitere Maßnahmen werden vorhandene Beleuchtungssysteme in den Gebäuden sukzessiv auf LED-Technik umgerüstet. Die Straßenbeleuchtung der Stadt Schwabach wurde bereits vollständig auf LED umgerüstet. Da sich die moderne LED-Beleuchtung in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert hat, können die Energieeinsparungen durch LEDs im Vergleich zu herkömmlichen Leuchtmitteln mittlerweile zwischen 50% und 70% liegen.

Zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Überwachung der Klimabilanz könnten, wie in Kapitel 5.4 bereits erwähnt, die Wartungsprotokolle der Kälteanlagen zukünftig zentral gesammelt werden. Diese Maßnahme kann eine genaue Überwachung und Bilanzierung der Kältemittelverluste ermöglichen.

Detaillierte Maßnahmenbeschreibungen, Einsparpotenziale, Zielsetzungen, wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse können dem nachfolgenden Maßnahmensteckbrief entnommen werden.

6.1.1 Maßnahmensteckbrief klimaneutraler Gebäudebestand

Klimaneutraler Gebäudebestand			
--------------------------------------	--	--	--

Handlungsfeld	Gebäude	Maßnahmenbereich - Konkretisierung	Wärme/ Strom
Bereichsverantwortung	Betroffenheit	Gesamtstädtisch	
	Verantwortlichkeit	Amt für Gebäudemanagement	
	Weitere Akteure zur Umsetzung	Amt für Mobilität und Klimaschutz, Stadtwerke	
Einsparpotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen	Hoch		
Kosten zur Umsetzung	Hoch		

1. Maßnahmenbeschreibung

Kurzbeschreibung	Die Strom- und Wärmeversorgung der städtischen Gebäude macht ca. 75% der Treibhausgasbilanz von 2022 aus, daher ist die Umsetzung von Klimamaßnahmen im Gebäudebereich entscheidend für die Klimaneutralität der Stadtverwaltung Schwabach. Bei Neubauprojekten werden bereits Energieeffizienz- und Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und auch die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden spielt eine wichtige Rolle. Zudem übernimmt die Stadt bei auslaufenden Verträgen von PV-Anlagen auf städtischen Gebäuden den Weiterbetrieb und prüft zusammen mit den Stadtwerken Schwabach die Eignung von weiteren Dachflächen für die Errichtung von PV-Anlagen.
Schritte zur Umsetzung (Einzelmaßnahmen)	In Umsetzung und Planung: • Senkung des Energieverbrauchs durch energetische Sanierungen. Im Zuge von geplanten Generalsanierungen bis 2030 können pro Projekt ca. 30% des aktuellen Energieverbrauchs durchschnittlich eingespart werden (Johannes Helm GS; Zwieseltalschule Sporthalle; Wirtschaftsschule; Realschule; Wolfgang-Eschenbach-Gymnasium; Hallenbad; Adam-Kraft-Gymnasium; Hans-Hocheder-Sporthalle; Karl-Dehm-Schule) • Es werden laufend Neubauprojekte geplant, bei denen Energieeffizienz- und Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt werden (Dämmung¹¹, Fenster, Heizsysteme, ...)

	→ zum Beispiel das neue Altstadtthaus wird fast Passivhaus-Voraussetzungen erfüllen • Übernahme von auslaufenden Verträgen von PV-Anlagen auf städtischen Gebäuden für den Weiterbetrieb der Anlagen und die Eigenstromnutzung durch die Stadtverwaltung • Finanzierung von PV-Anlagen und eventuell weiterer Sanierungsprojekte durch einen Fonds, der durch die eingesparten Kosten von der Umstellung von Ökostrom auf konventionellen Strom gespeist wird • Prüfung der öffentlichen Gebäude auf ihre Eignung für die Errichtung von PV-Anlagen gemeinsam mit den Stadtwerken • Regelmäßige Prüfung der Thermostatventile auf einwandfreie Funktion • Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Regulier- und Absperreinrichtungen vor Beginn der Heizperiode Vorschläge: • Einsatz von außenanliegendem, beweglichen Sonnenschutz zum sommerlichen Wärmeschutz, um Energie für Kälte und Lüftung zu sparen (Je nach Beschattungsart zwischen 5 - 15% Energieeinsparung möglich¹²) • Hitzeschutz durch Fassadenbegrünung bei Neubau mitdenken und bei Bestandsbau situationsbedingt prüfen (Reduktion der Primärenergie von bis zu 50% im Sommer, Reduzierung des Energieverlusts im Winter um bis zu 50% möglich¹³) • Verringerung der Raumluft- und Kühltemperatur in verschiedenen Einrichtungen prüfen (bei Absenkung der Raumtemperatur um 1°C können 6% Wärmeenergie eingespart werden¹⁴) • Abschaltung von Gebäudebestrahlungen in festgelegten Zeitfenstern
--	--

¹¹Es ist keine allgemeine Aussage dazu möglich, wie viel sich durch Dämmsysteme eingespart werden kann. Die in der Nutzungsphase anfallenden Emissionen sind nicht nur von der Quadratmeterzahl des Dämmstoffs abhängig, sondern von dem gesamten Gebäudesystem sowie Energiestandards. Nachzulesen auch in der Veröffentlichung des Umweltbundesamts „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050, Energieeffizienzpotentiale und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebestand, S. 71, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-06_climate-change_26-2017_klimaneutraler-gebaeudebestand-ii.pdf

¹²Mohammed A, Tariq MAUR, Ng AWM, Zaheer Z, Sadeq S, Mohammed M, Mehdizadeh-Rad H. Reducing the Cooling Loads of Buildings Using Shading Devices: A Case Study in Darwin. *Sustainability*. 2022; 14(7):3775. <https://doi.org/10.3390/su14073775>

¹³Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit: <https://baubiologie.de/wissen/baubiologie-magazin/baubiologie-nachhaltigkeit/klimaschutz-durch-fassadenbegruenung/#kommentarbereich>; Bauphysik urbaner Oberflächen – P. Leistner, A. Kaufmann, M. Koehler, M. Würth, W. K. Hofbauer, S. Dittrich, S. Maier, A. Gordt, M. Jäger | Fraunhofer Bauphysik 40, 2018, Heft 5 (Sonderdruck)

¹⁴Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/energiewende/energiesparen_tipps_heizen.pdf

	• Vermeidung von Standby Modus durch Sensibilisierungsmaßnahmen wie Infoblatt; Einführungsveranstaltung • Ausbau des Energiemanagements/-controllings in kommunalen Liegenschaften • Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften aus erneuerbaren Energien: die Stadt Schwabach arbeitet zum Zeitpunkt der Berichtsveröffentlichung an der kommunalen Wärmeplanung
Verzahnung mit anderen Maßnahmen	n.v.

2. Einsparpotenzial und Zielsetzung

☒ **Quantifizierbar**

☐ **Messung** ☒ **Schätzung**

☐ **Nicht quantifizierbar**

Einsparung in Verbrauchsgröße	Senkung des Energieverbrauchs durch energetische Sanierungen: 385 t CO_{2e} jährlich ab 2030 Einsparung durch Übernahme und Ausbau PV-Anlagen: 13,6 t CO_{2e} bis 2030 Senkung der Heiztemperatur um einen Grad in allen Gebäuden: 175 t CO_{2e} jährlich (6% der Wärmeemissionen von 2022)
Zieldefinition	Senkung des Gebäude-Energieverbrauchs durch energetische Sanierungen und Maßnahmen

3. Wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

Wesentliche Erfolgsfaktoren, die die Umsetzung der Maßnahme unterstützen	Hemmnisse in Hinblick auf die Maßnahmenumsetzung, deren Akzeptanz und Wirksamkeit
• Nutzung von Förderprogrammen zur Finanzierung der Maßnahmen (Erwartung, dass mit gesetzlichen Verschärfungen im Gebäudesektor voraussichtlich auch die Förderprogramme weiter ausgebaut werden) • Regelmäßiger Austausch mit den Stadtwerken Schwabach zum Ausbau der erneuerbaren Energieversorgung • Ausbau des Energiemanagements und -controllings • Mitarbeitersensibilisierung	• Große Abhängigkeit der Umsetzung von finanziellen sowie personellen Ressourcen für die Maßnahmen

Tabelle 27: Maßnahmensteckbrief klimaneutraler Gebäudebestand

6.1.2 Geprüfte nicht umsetzbare Maßnahmen

Nachdem im letzten Kapitel die Maßnahmen aufgezeigt wurden, welche zukünftig umgesetzt werden (könnten), gibt Tabelle 28 eine Übersicht über Maßnahmen, welche auch im Rahmen des Projekts diskutiert wurden. Diese lassen sich nach Aussagen der entsprechenden Verantwortlichen nicht umsetzen.

Bewertung der Umsetzbarkeit	
Maßnahmenbeschreibung	Begründung für nicht umsetzbare Maßnahmen
Verzicht auf Einsatz von aktiver Kühlung	Aktive Kühlung der EDV nur dort, wo unbedingt nötig
Einstellung der Thermostatköpfe bei Heizkörpern begrenzen, insbesondere in Fluren, Treppenhäusern, Toiletten	Begrenzung nicht möglich
Nutzung von Steckerleisten	Wird nicht umgesetzt, da diese zu häufig aufgrund von Defekten getauscht werden müssen

Tabelle 28: Nicht umsetzbare Maßnahmen Energieeffizientes Gebäude- und Infrastrukturmanagement

6.2 Kultur, Bildung und Veranstaltungen

Auch im Bereich Kultur, Bildung und Veranstaltungen wurden bereits zahlreiche Maßnahmen beschlossen und umgesetzt. Sämtliche städtische Einrichtungen wie die Stadtbibliothek, die Volkshochschule (VHS), das Stadtmuseum, die Musikschule und das Stadtarchiv leisten einen Beitrag zur THG-Minderung. Neben einer aktiven Nachhaltigkeitssensibilisierung wird der Fokus auf Abfallvermeidung, effiziente Ressourcennutzung und umweltbewusste Beschaffung gelegt.

Veranstaltungen von und innerhalb der Stadtverwaltung weisen aktiv auf das Engagement bezüglich der Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit hin. Bezüglich der Verpflegung wird sowohl bei Catering als auch bei städtischer Koordination u.a. Regionalität, Saisonalität und vegetarische Angebote berücksichtigt (siehe Kapitel 2). In Hinblick der Ressourceneffizienz und Müllvermeidung wird bereits hauptsächlich Mehrweggeschirr bei städtischen und externen Veranstaltungen eingesetzt sowie Getränke aus Flaschen ausgeschenkt. Zur Unterstützung dieser Maßnahmen gibt es eine Abfallverordnung und eine Marktordnung, welche die angemeldeten Stände auf nachhaltige Beschaffung hinweist.

In der Stadtbibliothek wird großer Wert auf die Reduktion von Einwegprodukten und Ressourceneffizienz gelegt. Daher wird vor Ort eine öffentliche Trinkwasserstation installiert, um den Verkauf von Plastikflaschen zu verringern. Zudem wird kulturelle Bildung in Bezug auf Nachhaltigkeitsthemen durch themenspezifische Workshops und dem Einsatz von gängigen Medien, wie Social Media, gefördert. Ein weiteres Angebot ist das Repaircafé. Dieses lädt zur gemeinsamen Reparatur und Wiederverwendung von Gegenständen ein. Auch die Beleuchtung wurde komplett auf energieeffiziente LED-Leuchtmittel umgestellt, was den Stromverbrauch erheblich reduzierte.

Zum Thema Nachhaltigkeitssensibilisierung hat die Volkshochschule einen Fachbereich für Nachhaltigkeit eingerichtet. Dieser stellt regelmäßig umfassende Bildungsangebote zu umweltbewusstem Handeln und nachhaltigem Leben bereit. Eines dieser Angebote lautet beispielsweise „Solarenergie – Schritt für Schritt zur eigenen PV-Anlage“.

Das Stadtmuseum reagiert durch temporäre Ausstellungen auf gesellschaftliche Themen, wie zum Beispiel die im Herbst 2022 konzipierte Ausstellung zum Klimaschutz. Darüber hinaus konnte durch sorgfältige Planung und Kalkulation der Einsatz von Flyern und Plakaten minimiert und somit Abfall vermieden werden. Kunststoff wird weitgehend durch Papier ersetzt und die Beleuchtung ist zu 60% - 70% auf LED umgestellt. Der restliche Bestand der herkömmlichen Leuchtmittel sowohl der Objekt- als auch der Gebäudebeleuchtung soll stückweise umgestellt werden, sobald deren Lebensdauer erreicht ist.

Auch die Musikschule hat bereits Einsparungsmaßnahmen in verschiedenen Bereichen umgesetzt. In der jährlichen Open-Air-Woche veranstaltet die Musikschule ein großes Konzert, bei dem Catering-Produkte aus artgerechter Tierhaltung verwendet werden. Vegetarische Optionen werden bereits verstärkt angeboten. Im Büro wurde der Papierverbrauch reduziert, indem weitgehend papierlos gearbeitet und das Anmeldeverfahren komplett online abgewickelt wird. Ausdrücke werden auf das notwendige Minimum reduziert, und Flyer werden entsprechend Bedarfsberechnung gedruckt. Bei der Anschaffung neuer Technik wird hinterfragt, ob diese wirklich benötigt wird. Insbesondere in den Ferien werden mittlerweile Energieeinsparungen erzielt, indem die Heizkörper in dieser Periode abgesenkt werden.

Im Stadtarchiv erfolgt die Beschaffung nachhaltig und langfristig orientiert, beispielsweise durch den Einsatz säurefreier Kartons, die eine längere Haltbarkeit der aufbewahrten Dokumente gewährleisten.

Detaillierte Maßnahmenbeschreibungen, Einsparpotenziale, Zielsetzungen, wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse können dem nachfolgenden Maßnahmensteckbrief entnommen werden.

6.2.1 Maßnahmensteckbrief Klimaschutz im Kulturbereich

Klimaschutz im Kulturbereich

Handlungsfeld	Kultur	Maßnahmenbereich - Konkretisierung	Strom/ Wärme/ Organisation
Bereichsverantwortung	Betroffenheit	Gesamtstädtisch, Musikschule, Stadtmuseum, Stadtbibliothek, Archiv und Volkshochschule	
	Verantwortlichkeit	Kulturamt, Amt für Mobilität und Klimaschutz	
	Weitere Akteure zur Umsetzung	Gebäudemanagement	
Einsparpotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen	Niedrig		
Kosten zur Umsetzung	Niedrig		

1. Maßnahmenbeschreibung	
Kurzbeschreibung	Im Bereich Kultur engagieren sich in der Stadt Schwabach verschiedene AkteurInnen, die sich in unterschiedlicher Weise dem Thema Klimaschutz widmen und hierdurch einen wichtigen Beitrag zur Emissionsminderung der Stadt Schwabach leisten. Der Schwerpunkt der geplanten Maßnahmen wird im Bereich Organisatorisches gesehen. Es sollen die richtigen Weichen gestellt werden, damit Nachhaltigkeitsaspekte bei Veranstaltungen u.ä. geprüft werden und Mitarbeitende sensibilisiert werden. Für die Umsetzung von Quoten beispielsweise von vegetarischem Essen sind Stadtratsbeschlüsse nötig. Neben solchen organisatorischen Maßnahmen ist zudem die Steuerung der Gebäudetechnik entscheidend, um Einsparungen im laufenden Betrieb ermöglichen zu können.
Schritte zur Umsetzung (Einzelmaßnahmen)	<u>Organisatorische Maßnahmen</u> In Planung: - Nachhaltigkeitscheckliste für Veranstaltungen (Planung und Durchführung) für die Kulturarbeit der Stadt Schwabach Vorschläge: - Aufnahme von Anforderungen aus der Nachhaltigkeitscheckliste in externe Verträge - Einrichtung eines Bereichs auf der Homepage für nachhaltiges Veranstaltungsmanagement

	• Stadtratsbeschluss zu bestimmten Quoten bei von der Stadtverwaltung organisierten Veranstaltungen, z.B. Bio und Faire Lebensmittel • Schaffung einer Verleihplattform innerhalb der Dienststellen der Stadtverwaltung • Themenblock bei Einführungsveranstaltung für neue Mitarbeitende zu städt. Engagement zu den Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit (Nachhaltigkeitsstrategie; nachhaltige Beschaffung; nachhaltiges Veranstaltungsmanagement; klimaneutrale Stadtverwaltung; Stadtklimakonzept) • Einführung von vergünstigten ÖPNV-Tickets beim Besuch von städt. Kulturveranstaltungen und im Stadtmuseum bzw. Einführung von Kombi-Tickets (Eintritt+ÖPNV) <u>Gebäudemaßnahmen</u> Vorschläge: • Ermöglichung von individueller Steuerung der Heizung und Lüftung durch die Hausmeister (bei Absenkung der Raumtemperatur um 1°C können 6% Wärmeenergie eingespart werden¹⁵) • Entwicklung einer Heizstrategie mit Richtlinien und Grenzwerten zur Beheizung der Veranstaltungssäle • Dämmung der Außenwände und des Daches des Kulturhauses
Verzahnung mit anderen Maßnahmen	n.v.

¹⁵Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/energiewende/energiesparen_tipps_heizen.pdf

2. Einsparpotenzial und Zielsetzung	
☐ Quantifizierbar	☒ Nicht quantifizierbar
☐ Messung ☐ Schätzung	
Einsparung in Verbrauchsgröße	n.v.
Zieldefinition	Stetige Verbesserung, Umsetzung und Akzeptanz der Nachhaltigkeitsaspekte (inklusive Klimaaspekten) im Bereich Kultur.

3. Wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	
Wesentliche Erfolgsfaktoren, die die Umsetzung der Maßnahme unterstützen	Hemmnisse in Hinblick auf die Maßnahmenumsetzung, deren Akzeptanz und Wirksamkeit
• Stadtratsbeschlüsse als mögliches Lenkungsinstrument • Einbezug des Gebäudemanagements • Akzeptanz und Umsetzung der Nachhaltigkeitscheckliste für Veranstaltungen	• Vielzahl an AkteurInnen im Kulturbereich (Caterer, Technik, BesucherInnen etc.), bei denen die Umsetzung von Nachhaltigkeitsaspekten teilweise schwierig vorzugeben bzw. zu kontrollieren ist • Verleihplattform: Verschiebung von Verantwortung bezüglich Reparaturen; fehlende Garantien für die Rückgabe der ausgeliehenen Gegenstände

Tabelle 29: Maßnahmensteckbrief Klimaschutz im Kulturbereich

6.3 Energieeffiziente IT

Die Stadtverwaltung hat sich auf den Weg gemacht, ihre IT-Infrastruktur energieeffizient und nachhaltig zu gestalten. In den Bereichen Strom, Wärme und Papiereinsatz wurden bereits mehrere Maßnahmen erfolgreich umgesetzt, die dazu beitragen, den ökologischen Fußabdruck zu verringern und gleichzeitig die Effizienz zu steigern.

Ein zentraler Bestandteil dieser Bemühungen ist die gemeinsame Nutzung von Multifunktionsgeräten und Druckern. Durch eine strategische Reduktion der Geräteanzahl und die gezielte Nutzung weniger, aber effizienter Geräte konnte der Energieverbrauch gesenkt werden. Zusätzlich wurde der doppelseitige Druck als Standardeinstellung bei allen Druckern eingeführt. Diese Praxis wurde nicht nur innerhalb der Stadtverwaltung, sondern auch in den städtischen Schulen eingeführt, was eine Optimierung der Ressourcennutzung ermöglicht hat.

Der Strombezug der Rechenzentren von KommunalBit für städtische Nutzung wurde bereits vor einiger Zeit auf Ökostrom umgestellt. Zusätzlich kommt verstärkt die Nutzung externer spezialisierter Rechenzentren hinzu. Diese Rechenzentren sind nicht nur in der Lage, den Stromverbrauch zu minimieren, sondern nutzen auch fortschrittliche Kühltechniken, um den Wärmeausstoß zu reduzieren.

Ein wesentliches Ziel der Stadtverwaltung ist die Digitalisierung des Dokumentenmanagements, um den Papierverbrauch weiter zu reduzieren und langfristig zu vermeiden. Bis 2026 soll das Dokumentenmanagementsystem ENAIO vollständig ausgerollt werden.

Detaillierte Maßnahmenbeschreibungen, Einsparpotenziale, Zielsetzungen, wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse können dem nachfolgenden Maßnahmensteckbrief entnommen werden.

6.3.1 Maßnahmensteckbrief energieeffiziente IT

Energieeffiziente IT			
-----------------------------	--	--	--

Handlungsfeld	Informations- technologie	Maßnahmenbe- reich – Konkretisierung	Strom/Wärme/Be- schaffung/Sensi- bilisierung
Bereichsverantwortung	Betroffenheit	Gesamtstädtisch, Schulen	
	Verantwort- lichkeit	IT-Stadtverwaltung, Schul-IT, Amt für Mobilität und Klimaschutz	
	Weitere Akteure zur Umsetzung	Gebäudemanagement	
Einsparpotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen	Mittel		
Kosten zur Umsetzung	Mittel – Hoch		

1. Maßnahmenbeschreibung	
Kurzbeschreibung	Im IT-Bereich können Emissionen durch energieeffizienten Betrieb, nachhaltige Beschaffung (z.B. Berücksichtigung der Produktion) und daten- und energieschonendes Arbeiten bei der Nutzung reduziert werden. Die Beschaffung energieeffizienter Geräte ist folglich ein entscheidender Faktor für die Energieeffizienz. Dieser Ansatz gewinnt aufgrund der wachsenden Digitalisierung zunehmend an Bedeutung, da durch digitale Abläufe Papier eingespart wird, der Strombedarf jedoch zunimmt. Bezüglich der Energieeffizienz der IT-Geräte ist zu berücksichtigen, dass Geräte sehr schnell überholt sind.
Schritte zur Umsetzung (Einzelmaßnahmen)	Bereits geplante bzw. fortlaufende Maßnahmen • Umrüstung von Tower auf Laptops mit Docking-Station in der Verwaltung • Abschaltung der Monitore, wenn diese nicht im Gebrauch sind • 90% weniger Tischtelefone bis Ende 2025

	• Gesteuertes Abschalten ansteuerbarer und festgelegter IT-Geräte mittels eines Device Management Systems sowohl in den Schulen als auch in der Verwaltung in einem zu bestimmenden Zeitfenster Vorschläge: • Arbeitsplatzkapazität in der Verwaltung reduzieren durch mehr mobiles Arbeiten bei den Mitarbeitenden. Bei der unverbindlichen Annahme einer Reduktion der physischen Arbeitsplätze in der Stadtverwaltung durch shared Workspaces und mobiles Arbeiten bis 2030 um ca. 20%, könnten ca. 110 Laptops in der Nutzung vor Ort eingespart werden. Nach der Bilanzierung entsprechend des Greenhousegas Protocols könnte somit bei der Stadtverwaltung lokal der Stromverbrauch um ca. 5.588 kWh jährlich reduziert werden, was ca. 1,8 t CO₂e entsprechen würde.¹⁶(Die Laptops werden trotzdem weiterhin angeschafft und von den Mitarbeitenden zu Hause genutzt, eine Emissionseinsparung kann also nur bei der Nutzung der Laptops in der Stadt erreicht werden, nicht bei den Herstellungsemissionen für die Laptops.¹⁷) • Mitarbeitersensibilisierung zum Thema Green IT, z.B. Bildschirme bei Nichtnutzung abschalten; Helligkeit der Bildschirme von 100% auf 70% ändern¹⁸; Sensibilisierung über Emissionen durch Mails¹⁹, durch Internetaufrufe und Verschicken von Anhängen • Für nachhaltige Beschaffungskriterien der hauptbeschafften Geräte in Zusammenarbeit mit KommunalBIT sind bereits Gespräche geplant; Kriterienkatalog zum Beispiel mit Berücksichtigung des CO₂-Verbrauchs der Lieferanten und „total cost of ownership“ bei produktspezifischen Ausschreibungen in die Ausschreibungsanforderungen aufnehmen • Optimierung der Kühlung in Serverräumen der Schulen, gegebenenfalls durch Umzug in andere Räumlichkeiten • Separate Betrachtung der eingesetzten IT-Geräte auf Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der Lebenszyk-
--	---

¹⁶Annahmen: Durchschnittsleistung eines Laptops: 25 Watt (https://www.notebook-check.com/AMD-Ryzen-3-PRO-5450U-Prozessor-Benchmarks-und-Specs.527808.0.html?utm_source=chatgpt.com), 254 Arbeitstage a 8h; Emissionsfaktor aus dem MMS Szenario, siehe Kapitel 7.

¹⁷ Der Stromverbrauch und damit die Emissionen fallen nicht in der Organisationseinheit Stadtverwaltung an, sondern bei den ArbeitnehmerInnen zu Hause. Nach dem Greenhouse Gas Protocol sind die ausgelagerten Emissionen nicht zu bilanzieren, wurden aber in dieser Bilanz berücksichtigt.

¹⁸ 60 Prozent Helligkeit: Energieeinsparung von 20 bis 30 Prozent gegenüber dem Maximalwert gemäß [connect professional](#)

¹⁹ Ca. 20g CO₂ für 1 MB-Mail gem. <https://ewwr.eu/thematic-focus/2020-invisible-waste/>: Digital Clean Up (EWWR 2020)

	luskosten und Effizienz anhand einer Organisationseinheit, z.B. einer Schule, da die energetischen Zusammenhänge sehr komplex sind • Einführung einer Dienstanweisung zur Nutzung einer anderen Suchmaschine, wie zum Beispiel Ecosia
Verzahnung mit anderen Maßnahmen	• Klimaneutraler Gebäudebestand

2. Einsparpotenzial und Zielsetzung	
☒ Quantifizierbar	☐ Nicht quantifizierbar
☐ Messung ☒ Schätzung	
Einsparung in Verbrauchsgröße	Abschaltung aller Monitore 1,5h am Tag: ca. 7.099 kWh jährlich, entspricht ca. 2,6 t CO ₂ e ²⁰ Austausch der Tower durch Laptops: • Einsparung: 7,2 t CO₂e bei den Herstellungsemissionen • Einsparung: ca. 122.936 kWh jährlich, entspricht ca. 40,3 t CO₂e in der Nutzung²¹
Zieldefinition	Bedarfsgerechte und energieeffiziente Beschaffung von IT-Geräten sowie entsprechender energieeffizienter Umgang.

3. Wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	
Wesentliche Erfolgsfaktoren, die die Umsetzung der Maßnahme unterstützen	Hemmnisse in Hinblick auf die Maßnahmenumsetzung, deren Akzeptanz und Wirksamkeit
• Sensibilisierung der Mitarbeitenden über energieeffiziente Nutzung der IT-Geräte • In Zusammenarbeit mit KommunalBIT, Etablierung von Prozessen, die Nachhaltigkeitskriterien bei der Beschaffung von IT-Geräten berücksichtigen • Konzentration auf Schul-IT, da die Stadtverwaltung direkten Einfluss hat.	• Gewohnheiten von Mitarbeitenden bei der Nutzung von IT-Geräten • Geringe Verfügbarkeit klimabezogener Informationen oder Labels für den Herstellungsprozess beschaffter Produkte

Tabelle 30: Maßnahmensteckbrief energieeffiziente IT

²⁰Annahmen: 37,86 kWh pro Monitor (Angabe in Präsentation von IT der Stadt Schwabach), 2 Monitore pro Arbeitsplatz, 550 Arbeitsplätze, Emissionsfaktor aus dem MMS Szenario, siehe Kapitel 7.

²¹Annahmen: Durchschnittsleistung Tower 135 W (https://www.pcgameshardware.de/CPU-CPU-154106/Specials/CPU-Verbrauch-Der-Effizienz-Index-fuer-Prozessoren-1341682/?utm_source=chatgpt.com), 254 Arbeitstage a 8h; Jahresverbrauch der Laptops (siehe Maßnahme zu Reduzierung Arbeitsplätzen) wurde vom Jahresverbrauch der Tower abgezogen; Emissionsfaktor aus dem MMS Szenario, siehe Kapitel 7.

6.3.2 Geprüfte nicht umsetzbare Maßnahmen

Nachdem im letzten Kapitel die Maßnahmen aufgezeigt wurden, welche zukünftig umgesetzt werden (könnten), werden in diesem Kapitel die geprüften nicht umsetzbaren Maßnahmen dargestellt. Tabelle 31 gibt eine Übersicht über Maßnahmen, welche im Rahmen des Projekts diskutiert wurden, sich nach Aussagen der entsprechenden Verantwortlichen jedoch nicht umsetzen lassen.

Bewertung der Umsetzbarkeit	
Maßnahmenbeschreibung	Begründung für nicht umsetzbare Maßnahmen
Abschaltung von elektronischen Arbeitsgeräten über Nacht	Wurde bereits versucht, hoher Verschleiß an Steckerleistenknöpfe.
Nutzung von Steckerleisten, sofern zentrale Steuerung nicht möglich ist	Wurde bereits versucht, hoher Verschleiß an Steckerleistenknöpfe (siehe Steckbrief Gebäudemanagement)
Bildschirmhelligkeit vordefiniert auf 70% einstellen bei allen Beschäftigten.	Keine effiziente Möglichkeit einer Standard-Voreinstellung bzgl. z.B. Helligkeit. Enorm hoher Einzelaufwand, da keine automatisierte Einstellung per Gerätesteuerungssystem möglich ist und Funktionen pro Gerät manuell eingestellt werden müssten. Wird aktuell mit KommunalBit, dem Dienstleister für IT-Geräte, geprüft.

Tabelle 31: Nicht umsetzbare Maßnahmen Energieeffiziente IT

6.4 Klimafreundliche Mobilität

Auch im Handlungsfeld Mobilität hat die Stadtverwaltung bereits eine Vielzahl von Maßnahmen umgesetzt. Diese beziehen sich auf die Bereiche Arbeitswege, mobiles Arbeiten, Fuhrpark, Bildung und Dienstreisen.

Für die Arbeitswege der Mitarbeitenden werden die Kosten des 49-Euro-Tickets monatlich mit 30€ bezuschusst. Um weitere zielgerichtete Maßnahmen umzusetzen, wurde eine Mobilitätsbefragung zur Erhebung der Arbeitswege der Mitarbeitenden durchgeführt. Die vollständige Auswertung der Befragung, insbesondere hinsichtlich der Bedürfnisse der Mitarbeitenden für die Nutzung von Fahrrad oder öffentlichen Verkehrsmitteln, steht noch aus.

Im Bereich des mobilen Arbeitens wird derzeit eine neue Dienstvereinbarung umgesetzt. In Abstimmung mit der Führungskraft besteht nun die Möglichkeit zur flexibleren Gestaltung des Arbeitsalltages durch zum Beispiel Homeoffice. Damit können die Mitarbeitenden ihren Arbeitsalltag flexibler gestalten, der Pendelverkehr wird reduziert und somit die CO₂-Emissionen gesenkt.

Im städtischen Fuhrpark der Stadtverwaltung erfolgt die Reduzierung der Schadstoffemissionen durch bedarfsgerechten Ersatz bisheriger Nutzfahrzeuge durch Euro-6-Nutzfahrzeuge, da die meisten elektrifizierten Nutzfahrzeuge derzeit noch keine wirtschaftliche Option sind. Die Euro-6-Norm²² wird im Rahmen der Ausschreibungen vorgegeben. Zusätzlich werden personenbezogene Dienstwagen, soweit es der Arbeitseinsatz ermöglicht, durch Poolfahrzeuge ersetzt, um die Fahrzeuganzahl und somit die Emissionen zu reduzieren. Es wird geprüft, ob weitere Fahrzeugreduzierungen möglich sind. Einige spezielle Fahrzeuge, wie die der Schlosserei und Gärtnerei, sind nach aktuellem Stand der Technik noch nicht durch emissionsarme Fahrzeuge ersetzbar.

Zur Förderung der Nutzung von klimafreundlichen Fahrzeugen werden die Beschäftigten in die Nutzung von Pedelecs eingeführt. Das Werkstattpersonal wird im Umgang mit E-Fahrzeugen und anderen Fahrzeugen geschult. Fahrzeuge mit Garantie werden in Fachwerkstätten repariert, während das eigene geschulte Personal andere Reparaturen durchführt.

Für kurze Dienstwege stehen Diensträder, einschließlich E-Bikes, zur Verfügung. Zudem wird im Tiefbauamt ein Lastenrad geführt, welches sich auch andere Ämter ausleihen können. Um einen Anreiz zur Nutzung zu schaffen und das Verletzungsrisiko zu senken, werden Helme bereitgestellt.

6.4.1 Maßnahmensteckbrief Klimafreundliche Mobilität

Detaillierte Maßnahmenbeschreibungen, Einsparpotenziale, Zielsetzungen, wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse können den nachfolgenden Maßnahmensteckbriefen entnommen werden.

²²Die Schadstoffemissionen und klimawirksamen CO₂-Emissionen von PKW und leichten Nutzfahrzeugen werden durch europaweit einheitliche Richtlinien und Verordnungen reguliert. Mit den Emissionsnormen Euro 2 bis Euro 6d wurden u. a. die Emissionsgrenzwerte von Partikeln (PM (Masse) und PN (Anzahl)) und Stickstoffoxiden (NO_x) für Schadstoffemissionen aus dem Abgas eingeführt und deutlich abgesenkt. ([Pkw und leichte Nutzfahrzeuge | Umweltbundesamt](#))

Dienstreisemanagement

Handlungsfeld	Mobilität	Maßnahmenbereich - Konkretisierung	Dienstreisen
Bereichsverantwortung	Betroffenheit	Gesamtstädtisch	
	Verantwortlichkeit	Amt für Mobilität und Klimaschutz; Amt für Personal und Organisation; Amt für Gebäudemanagement	
Einsparpotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen	Niedrig		
Kosten zur Umsetzung	Niedrig		

1. Maßnahmenbeschreibung

Kurzbeschreibung	Dienst- und Fortbildungsreisen sollen zukünftig digital erfasst und auf ein realistisches und abgewogenes Minimum reduziert werden. Zur Emissionssenkung können Sensibilisierung, Reglementierung, Vorschläge bzgl. umweltfreundlicher Unterkünfte und Transportmittel, sowie das Bereitstellen und Anreizschaffung zur Wahl von emissionsarmen Transportmitteln beitragen.
Schritte zur Umsetzung (Einzelmaßnahmen)	Vorschläge: • Potenzialprüfung zur Förderung von nachhaltigen Dienstreisen und Fortbildungen (Vermeidung von Dienstreisen durch digitale Besprechungen und Abstimmungen, Übersichtsliste von Green Hotels, um mögliche Buchung von Green Hotels zu fördern, Flüge reduzieren, CarSharing, Fahrrad, ÖPNV, Fahrgemeinschaften, Bahn, Inhalte der ADO ergänzen) • Ladebox für Diensträder / Pedelecs • Suche nach gleichwertigen Fortbildungs- / Seminarangeboten in der Region, falls Ort der Weiterbildung sehr weit weg liegt • Digitalisierung der Dienstreiseantragstellung und -genehmigung inklusive Fortbildungsreisen und Vergleichbares. Damit einhergehend automatische Erfassung von Emissionsausstoß pro Reise, welche den Mitarbeitenden transparent dargestellt wird (Emissionseinsparung positiv darstellen) • Auswertungsmöglichkeiten der Emissionen durch Dienstwege digital einrichten und damit zur Sensibilisierung der Beschäftigten beitragen.

Verzahnung mit anderen Maßnahmen	• Klimaneutraler städtischer Fuhrpark • Energieeffiziente IT (Erhöhung des Homeoffice-Anteils)
----------------------------------	---

2. Einsparpotenzial und Zielsetzung	
☐ Quantifizierbar	☒ Nicht quantifizierbar
☐ Messung ☐ Schätzung	
Einsparung in Verbrauchsgröße	Einsparung, sofern Distanzen reduziert werden: - PKW-Mix pro km²³ = 0,208 kg CO₂e/km - Straßen-, Stadt- und U-Bahn²⁴ = 0,063 kg CO₂e/Pkm - Bahn Nahverkehr²⁴ = 0,058 kg CO₂e/Pkm - Bahn Fernverkehr²⁴ = 0,031 kg CO₂e/Pkm
Zieldefinition	Reduzierung der Dienstreiseemissionen durch bewusstere Abwägung des Mehrwerts von Dienstreisen und die Förderung emissionsarmer Transportmittel für Dienstreisen

3. Wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	
Wesentliche Erfolgsfaktoren, die die Umsetzung der Maßnahme unterstützen	Hemmnisse in Hinblick auf die Maßnahmenumsetzung, deren Akzeptanz und Wirksamkeit
• Sinnvolle Anreize zur Nutzung von Fahrrad, ÖPNV und Bahn • Gut organisierter Fahrzeugpool (ggfs. CarSharing) der Stadtverwaltung • Klare Kommunikation und Regelung der Verantwortlichkeiten (z.B. Freigabeprozesse für Dienstreisen, zentrales Mobilitätsmanagement der Stadtverwaltung) • Sensibilisierungsmaßnahmen	• Angewiesenheit einiger Dienststellen für ihre Dienstwege auf Autos, in welchen auch Spezialausrüstung z.B. Werkzeug vorhanden sein muss • Bauliche Hindernisse beim Anbringen von Ladestationen • Grundsätze der Sparsamkeit, Wirtschaftlichkeit und Angebotsmangel an nachhaltigen Optionen

Tabelle 32: Maßnahmensteckbrief Dienstreisemanagement

²³Berechnung Arqum GmbH auf Basis der PKW-Bestandsfahrzeuge für Diesel, Benzin, Hybrid im Jahr 2022 mithilfe der [DEFRA Emissionsfaktoren 2022](#)

²⁴Umweltbundesamt [TREMODO 6.51](#)

Förderung emissionsarmer Arbeitswege

Handlungsfeld	Mobilität	Maßnahmenbereich - Konkretisierung	Arbeitswege
Bereichsverantwortung	Betroffenheit	Gesamtstädtisch	
	Verantwortlichkeit	Amt für Personal und Organisation, Amt für Mobilität und Klimaschutz, Amt für Gebäudemanagement	
Einsparpotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen	Mittel		
Kosten zur Umsetzung	Mittel		

1. Maßnahmenbeschreibung

Kurzbeschreibung	Durch Anreize zur Nutzung emissionsarmer Transportmittel soll die Reduzierung der Emissionen durch das Pendeln der Beschäftigten zwischen dem Wohnort und der Dienststelle erreicht werden. Im Mittelpunkt steht dabei eine Verringerung des Individual-PKW-Verkehrs sowie eine verstärkte Nutzung von ÖPNV, Fahrrad, Fahrgemeinschaften und dem Fußverkehr.
Schritte zur Umsetzung (Einzelmaßnahmen)	Bereits geplante bzw. fortlaufende Maßnahmen: Amt 10: • Förderung des Radverkehrs: Fortführung und Bewerbung des eingeführten Fahrradleasing-Angebots • Weiterhin bestmöglicher Arbeitgeberzuschuss zu Jobticket (D-Ticket-Job) Amt 52: • Markierung der Parkplätze in rot, gelb (ab 08:30 Uhr frei beparkbar), grün (für alle Beschäftigten frei); positive Berücksichtigung von Fahrgemeinschaften bei städtischen Parkflächen für Beschäftigte in der Kategorie gelb • Attraktivierung des Radverkehrs durch erhöhte Sicherheit des Abstellens und Überdachung vervollständigen und fortführen Amt 50: • Optimierung der Stationsverteilung um ÖPNV + Bike Kombination attraktiver zu machen. Vorschläge: • Bereitstellung von ausreichenden Duschmöglichkeiten • Frühjahrs- und Herbstcheck von Fahrrädern am Arbeitsplatz sowie Aktionstage

	• Potenzialprüfung: Ausbau der Lade- und Abstellmöglichkeiten für E-Bikes und E-PKW auch zur privaten Nutzung von Mitarbeitenden • Förderung von Arbeitswegen, die zu Fuß zurückgelegt werden (Regenschirme bereitstellen, Stadt Land Fuß Aktionsteilnahme, bei Mitarbeiterbefragung auch Fußgänger berücksichtigen etc.) • Sensibilisierung zu nachhaltigeren Arbeitswegen (Spritspartipps für Mitarbeitende). • Fahrsicherheitstraining inklusive spritsparendes Fahren anbieten
Verzahnung mit anderen Maßnahmen	• Dienstreisemanagement

2. Einsparpotenzial und Zielsetzung	
☐ Quantifizierbar	☒ Nicht quantifizierbar
☐ Messung ☐ Schätzung	
Einsparung in Verbrauchsgröße	Einsparung, sofern Distanzen reduziert werden, z.B. (Auszug): - Linienbus²⁵ = 0,093 kg CO₂e/Pkm - PKW-Diesel²⁶ = 0,212 kg CO₂e/km - Motorrad²⁶ = 0,111 kg CO₂e/km
Zieldefinition	Reduktion der Emissionen durch Arbeitswege, indem emissionsarme Transportmittel gefördert werden

3. Wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	
Wesentliche Erfolgsfaktoren, die die Umsetzung der Maßnahme unterstützen	Hemmnisse in Hinblick auf die Maßnahmenumsetzung, deren Akzeptanz und Wirksamkeit
• Finanzielle Anreize: Bezuschussung von ÖPNV-Tickets und Attraktivierung der Fahrradnutzung • Erfolgreiche Sensibilisierungsmaßnahmen • Geeignete Infrastruktur, z.B. Lade- und Abstellmöglichkeiten für E-Bikes und E-PKW	• Fehlender attraktiver ÖPNV vom Wohnort: Zeitlicher Nachteil des ÖPNVs gegenüber dem PKW • Personeller und finanzieller Ressourcenmangel • Fehlende Infrastruktur für die Nutzung von nachhaltigeren Verkehrsformen

Tabelle 33: Maßnahmensteckbrief Förderung emissionsarmer Arbeitswege

²⁵Umweltbundesamt [TREMOD 6.51](#)

²⁶DEFRA Emissionsfaktoren 2022

Klimaneutraler städtischer Fuhrpark

Handlungsfeld	Mobilität	Maßnahmenbereich - Konkretisierung	Fuhrpark/ Dienstreisen
Bereichsverantwortung	Betroffenheit	Gesamtstädtisch	
	Verantwortlichkeit	Baubetriebsamt; Amt für Klimaschutz und Mobilität	
	Weitere Akteure zur Umsetzung	Feuerwehr, Gebäudemanagement	
Einsparpotenzial bezüglich Treibhausgasemissionen	Hoch		
Kosten zur Umsetzung	Hoch		

1. Maßnahmenbeschreibung

Kurzbeschreibung	Perspektivisch soll der größte Teil des gesamten städtischen Fuhrparks dekarbonisiert werden. Derzeit liegt der Schwerpunkt auf der Elektrifizierung des PKW-Fahrzeugpools. Bezüglich der Elektrifizierung und anderen alternativen Antrieben von Sonder- und Nutzfahrzeugen ist es notwendig, den Markt hinsichtlich Leistung, der Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu beobachten. Für Nutzfahrzeuge (z.B. Feuerwehrautos) / Sonderfahrzeuge könnte eine Alternative die Nutzung synthetischer Kraftstoffe zur Reduzierung von Emissionen sein. Voraussetzung ist der Bau einer entsprechenden Tankmöglichkeit im Zuge einer neuen Feuerwehrzentrale und/oder einer alternativen praxisnahen Möglichkeit des Tankens. Zum Beispiel durch eine Kooperation mit einer Tankstelle.
Schritte zur Umsetzung (Einzelmaßnahmen)	Bereits geplante bzw. fortlaufende Maßnahmen: • Baubetriebshof: Umstellung der 37 PKWs auf E-Autos und elektrische Kleinbetriebsmittel • 10% des Baubetriebsfuhrparks der Nutzfahrzeuge soll elektrifiziert werden, sofern es der Stand der Technik zulässt (keine genaue Angabe zum Zieljahr) • Kontinuierliche Prüfung der Marktverfügbarkeit von klimafreundlichen Fahrzeugalternativen Vorschläge: • Umstellung von Nutzfahrzeugen der Feuerwehr (vmtl. 10 von 30 Fahrzeugen bis 2040) und des Baubetriebshof auf synthetischen Diesel, sofern neue Tankstelle gebaut oder eine praxisnahe Möglichkeit des Tankens bei einem externen Anbieter gegeben ist

	• Ergänzung des elektrifizierten Fuhrparks durch CarSharing Angebote von PKWs mit konventionellen Kraftstoffen für Fahrten, die mit E-PKW schlecht bewältigt werden können, z.B. aufgrund von Distanz (zu berücksichtigen ist, dass in bestimmten Arbeitsfeldern ein permanenter Zugriff auf ein Auto nötig ist, z.B. Jugendamt und Katastrophenschutz) • Spritspartraining für Mitarbeitende, die regelmäßig den städtischen Fuhrpark nutzen oder eine hohe Kilometerleistung haben (bestenfalls Einsparung ca. 6% des Sprits)²⁷ • Pedelec Nutzung: Fahrtraining für Mitarbeitende, die nicht mit der Nutzung von Pedelecs vertraut sind, anbieten, Gesundheitsmanagement & Arbeitssicherheit • Ladung der E-Fahrzeuge durch eigens gewonnenen Strom aus PV-Anlagen • Batteriespeicher für Ladevorgänge, in Verbindung mit PV-Anlagen, Ladeinfrastruktur ausbauen • Flottenreduzierung durch die vermehrte Nutzung von CarSharing
Verzahnung mit anderen Maßnahmen	• Klimaneutraler Gebäudebestand • Dienstreisemanagement

2. Einsparpotenzial und Zielsetzung	
☒ Quantifizierbar	☐ Nicht quantifizierbar
☐ Messung ☒ Schätzung	
Einsparung in Verbrauchsgröße	11 t CO ₂ e bis 2030, sofern 70% des PKW-Fuhrparks elektrifiziert werden
Zieldefinition	Elektrifizierung des PKW-Fuhrparks des Baubetriebssamts ohne Zieljahr

²⁷Sustainability 2018, 10(11), 3891: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/11/3891>

3. Wesentliche Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	
Wesentliche Erfolgsfaktoren, die die Umsetzung der Maßnahme unterstützen	Hemmnisse in Hinblick auf die Maßnahmenumsetzung, deren Akzeptanz und Wirksamkeit
• Ausreichender Ausbau der Ladeinfrastruktur • Effiziente Organisation des Car-Sharing-Pools • Sensibilisierung der Beschäftigten bzw. Förderung der Bereitschaft auf personengebundene Dienstwagen zu verzichten • Akzeptanz und Bereitschaft der Mitarbeitenden zur Teilnahme an Fahrtraining	• Angewiesenheit einiger Dienststellen für ihre Dienstwege auf Autos, in welchen auch Spezialausstattung z.B. Werkzeug vorhanden sein muss • Hohe Kosten bzw. geringe Verfügbarkeit und Reichweite von Nutzfahrzeugen mit klimafreundlichen Antrieben • Fehlende Bereitschaft der Beschäftigten den Fahrzeugpool zu nutzen

Tabelle 34: Maßnahmensteckbrief Klimaneutraler städtischer Fuhrpark

6.4.2 Geprüfte nicht umsetzbare Maßnahmen

Nachdem im letzten Kapitel die Maßnahmen aufgezeigt wurden, welche zukünftig umgesetzt werden (könnten), gibt folgende Tabelle 35 eine Übersicht über Maßnahmen, welche auch im Rahmen des Projekts diskutiert wurden, sich jedoch nach Aussagen der entsprechenden Verantwortlichen nicht umsetzen lassen.

Bewertung der Umsetzbarkeit	
Maßnahmenbeschreibung	Begründung für nicht umsetzbare Maßnahmen
Parkplatzmanagement, Umwandlung von Parkplätzen zu Grünflächen/ Fahrradständern	Für das Baubetriebsamt ist dies nicht möglich, da es kaum Parkplätze gibt, die umgewandelt werden könnten. Vorhandene Parkplätze sind nötig.
Bei Feuerwehr keine Umwandlung der Parkplatzflächen möglich	Flächen für Einsatzfahrzeuge müssen erhalten bleiben, genauso wie die Parkplätze für Mitarbeitende.
Anreize zur Dienstradnutzung, z.B. Kilometerpauschale bei Dienstfahrten mit dem Fahrrad	Gutscheine bei häufiger Nutzung für Fahrradladen. Ungleichbehandlung und Verwaltungsaufwand sprechen gegen diese Form des Anreizes. .

Tabelle 35: Nicht umsetzbare Maßnahmen Klimafreundliche Mobilität

7 Szenarien-Betrachtung zur Erreichung der Klimaneutralität 2030

Im Rahmen des Projekts wurde eine Szenarien-Analyse durchgeführt, um aufzuzeigen wie sich die Emissionen der Stadtverwaltung Schwabach durch geplante bzw. laufende Maßnahmen bis 2030 entwickeln können. Neben den Maßnahmen wurden auch Projektionen bezüglich der Entwicklung von Emissionen auf Bundesebene aus einer Veröffentlichung des Umweltbundesamts herangezogen. Konkret wurden prognostizierte Emissionsfaktoren aus der Veröffentlichung „Technischer Anhang der Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland (Projektionsbericht 2024)“ (S. 43) des Umweltbundesamts²⁸ genutzt. In dieser Veröffentlichung werden unter anderem die Wärme- und Stromemissionen auf Bundesebene für die kommenden Jahre projiziert. Dafür liegen dem Bericht Modelle zu Grunde, die ausgehend vom Start des Modellierungszeitpunkts Bedingungen und Annahmen zur Emissionsentwicklung in Deutschland treffen. Kurzfristige Ereignisse wie Energiekrisen können hier jedoch beispielsweise nicht berücksichtigt werden. Die Veröffentlichung unterscheidet hierbei zwei Szenarien: das Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) und das Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS). Das MMS berücksichtigt in seiner Projektion schon implementierte und beschlossene Klimaschutzmaßnahmen der Bundesregierung. Das MWMS nimmt zudem noch weitere geplante Klimaschutzinstrumente der Regierung mit auf, deren Umsetzung damit unsicherer ist. Aus diesen Szenarien lassen sich wiederum die Entwicklung von Emissionsfaktoren für Strom und Wärme für die Zukunft ableiten. Diese Emissionsfaktoren wurden dann auch für die Berechnung der Emissionen in den Klimazielpfaden der Stadtverwaltung Schwabach zugrunde gelegt.

Insgesamt wurden drei unterschiedliche Szenarien für die Stadtverwaltung Schwabach bis 2030 betrachtet (Abbildung 11). Szenario 1 beschreibt dabei den „Worst Case“, bei dem die Maßnahmenumsetzung nicht oder nur kaum erfolgt. Zudem werden jeweils die Emissionsfaktoren aus dem Projektionsbericht des Umweltbundesamts genutzt, die von noch höheren Emissionen aus Stromverbrauch und Fernwärme ausgehen. Szenario 2 beschreibt ein „Mid Case“ Szenario. Hierbei wurde dann wiederum von Emissionsfaktoren ausgegangen, die eine bessere Emissionsentwicklung aus Fernwärme- und Stromverbrauch annehmen (also niedrigere Faktoren). Außerdem wird von einer mittelfristigen (ca. fünf bis zehn Jahre) Umsetzung der Maßnahmen ausgegangen. Sowohl bei Szenario 1 und 2 wird die Prämisse gesetzt, dass konventioneller Strom bezogen wird. Im Szenario 3, dem

²⁸https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/projektionen_technischer_anhang_0.pdf

„Best Case“, wird im Gegensatz dazu Ökostrombezug und eine schnelle Umsetzung der Maßnahmen angenommen.

In der folgenden Abbildung ist eine Übersicht der verwendeten Annahmen für die drei Szenarien.



Abbildung 11: Übersicht der drei Zielszenarien bis 2030

In den unterschiedlichen Szenarien verbleiben, wie in Abbildung 12 dargestellt, im Zieljahr 2030 Emissionen in Höhe von ca. 4.530 t CO₂e (Szenario 1: Worst Case), ca. 3.898 t CO₂e (Szenario 2: Mid Case) und ca. 3.270 t CO₂e (Szenario 3: Best Case).

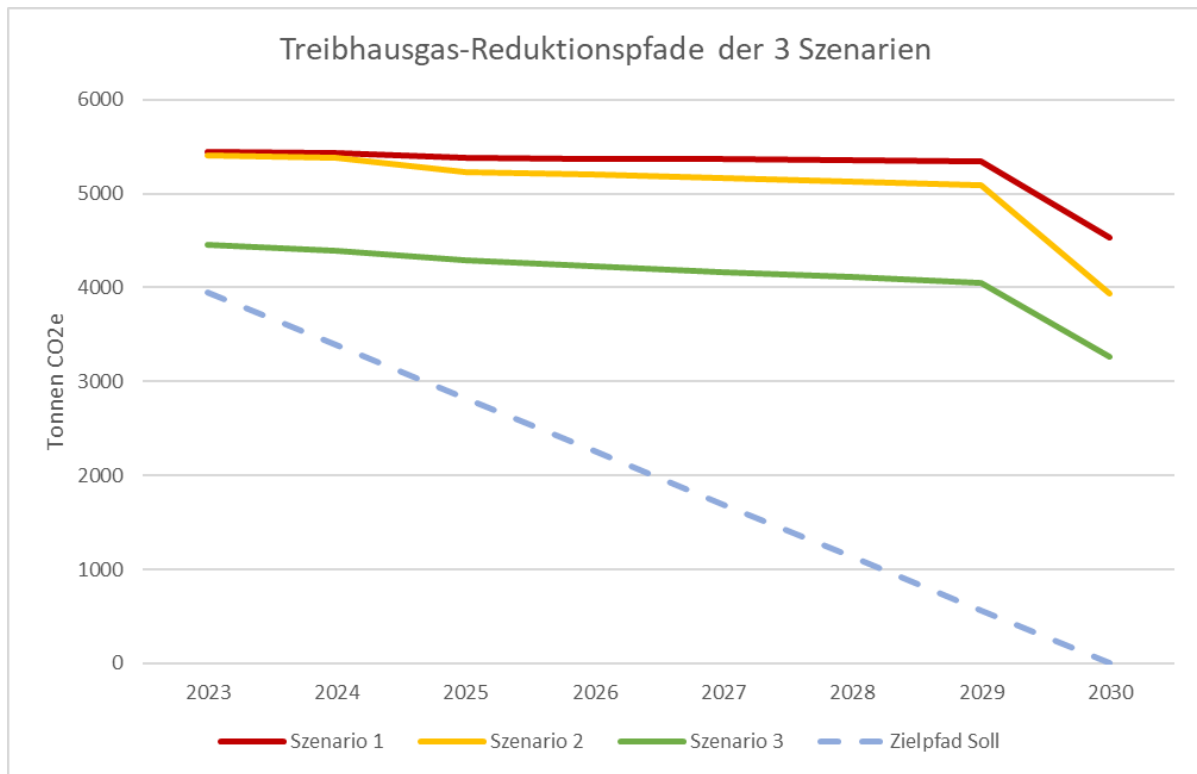


Abbildung 12: Szenarien-Betrachtung zur Emissionsentwicklung der Stadtverwaltung Schwabach bis 2030: Reduktionspfade 1 – 3

In den folgenden Abschnitten werden die Szenarien genauer beschrieben. Bei den abgebildeten Maßnahmentabellen²⁹ ist in der ersten Spalte „Maßnahme“ jeweils die Maßnahme kurz beschrieben. In der zweiten Spalte „Kategorie“ ist die Maßnahme bestimmten Kategorien zugeordnet, wie beispielsweise Fuhrpark, Strom etc.. In der dritten Spalte „Zeitraumen“ steht das Jahr, ab dem man von einem Maßnahmenbeginn ausgeht bzw. in dem die Maßnahmen gestartet sind oder es ist eine Zeitspanne angegeben, in der die Maßnahme nach und nach umgesetzt wird. Die vierte Spalte „Art der Angabe“ ist relevant, um die Höhe der eingesparten

²⁹Aus allen Maßnahmentabellen der Szenarien 1-3 wurden die Emissionen, die für die Berechnung der Emissionsentwicklung aus dem Projektionsbericht des Umweltbundesamts herausgenommen. Hier mussten teilweise aufwändige Umrechnungen stattfinden, die in der Datei zur Berechnung des Klimazielpfads nachvollzogen werden können. Ziel war es, einen logischen Zielpfad darzustellen.

Emissionen, die dann in der letzten Spalte „THG-Einsparung“ aufgeführt sind, besser zu verstehen. Wenn eine jährliche Einsparung angegeben ist, geht der Klimazielpfad jährlich um die angegebene Summe nach unten. Bei der Angabe „Einsparungen Gesamt absolut“ reduzieren sich die angegebenen Emissionen über den gesamten Zeitraum, der in Spalte 3 angegeben ist. Bei der Angabe „Einmalige Einsparung absolut“ reduziert sich der Klimazielpfad im angegebenen Jahr um die in der letzten Spalte genannten Menge.

Szenario 1

Szenario 1 geht von einem Bezug von konventionellem Strom aus und startet daher zusammen mit Szenario 2 höher als Szenario 3. Bis 2029 sinken dann die Emissionen nur sehr gering, um dann nochmal einen leichten Knick nach unten zu machen. Der Knick in der Kurve 2029 entsteht dadurch, dass sich die genutzten Emissionsfaktoren für Wärme und Strom aus dem oben beschriebenen Projektionsbericht ab 2030 verbessern. Die Maßnahmen für die Entwicklung können der Tabelle 36 entnommen werden. Da in Szenario 1 teilweise davon ausgegangen wird, dass keinerlei Maßnahmen umgesetzt werden, ist in der Spalte der THG-Einsparung häufiger angegeben, dass 0 Emissionen eingespart werden können. Die größte Einsparung mit ca. 41 t CO₂e in Szenario 1 könnte durch den Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations mit Laptops in der Nutzungsphase erreicht werden, da die Laptops einen geringeren Stromverbrauchswert haben als die Tower-PCs. Die Annahmen, die hierfür getroffen wurden, können dem Maßnahmensteckbrief für IT in Kapitel 6.3.1 entnommen werden.

Sowohl in Szenario 1 als dann auch in Szenario 2 wird im Bereich des Fuhrparks davon ausgegangen, dass 70% des PKW-Fuhrparks ausgehend von 2023 bis 2030 elektrifiziert werden könnten. Dadurch könnten insgesamt bis 2030 knapp 11 t CO₂e eingespart werden.³⁰

Bezüglich der Maßnahme „Übernahme der bis 2030 geplant zu übernehmenden PV-Anlagen“ ist folgende Erklärung zum Verständnis nötig: Die Stadtverwaltung Schwabach übernimmt Bürgerstrom-PV-Anlagen, deren Laufzeit endet. Das Ziel ist, zunehmend Eigenstromnutzung zu erreichen. Bis zum aktuellen Zeitpunkt (Stand 03/2025) wurden zwei PV-Anlagen übernommen und bis 2030 folgen acht weitere PV-Anlagen. Bis 2040 laufen elf weitere PV-Anlagen aus, die laut Zeitplan

³⁰Es ist darauf hinzuweisen, dass für die Szenarienbetrachtung der Stromverbrauch für die vorgeschlagenen Elektrifizierung des Fuhrparks nicht beachtet wird. Der Mehrverbrauch an Strom im Rahmen der Elektrifizierung des Fuhrparks wurde nicht gegengerechnet, sondern nur der entfallende Kraftstoffverbrauch berücksichtigt. Wie auch in anderen Kommunen gibt es keine valide Datengrundlage, um Mehremissionen zu berechnen, da die Aufteilung der Kraftstoffverbräuche zwischen PKW und größeren Nutzfahrzeugen nicht nachvollzogen werden kann.

ebenfalls von der Stadt übernommen werden sollen. In Szenario 1 und 2 ist jeweils die schrittweise Einsparung bis 2030 eingerechnet. Hierdurch können bis 2030 gut 18 t CO₂e eingespart werden.

Maßnahme	Kategorie	Zeit- rahmen	Art der Angabe	THG- Einsparung in t CO ₂ e
Kontinuierliche Elektrifizierung des Fuhrparks (PKWs) (70% bis 2030)	Fuhrpark	2023- 2030	Jährliche Einsparung absolut	1,3 (x8)
Feuerwehr: Kein synthetischer Diesel wird genutzt	Fuhrpark	-	-	0
Baubetriebsamt: Kein synthetischer Diesel wird genutzt	Fuhrpark	-	-	0
Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations an allen 550 Arbeitsplätzen bis Ende 2030 (Herstellungsemissionen)	Kapital- güter	2023- 2030	Einsparung gesamt absolut	7,2
Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations an allen 550 Arbeitsplätzen bis Ende 2030 (Nutzungsemissionen)	Strom	2023- 2030	Einsparung gesamt absolut	40,5
Keine Einsparung von physischen Arbeitsplätzen durch shared Workspaces	Strom	-	-	0
Übernahme der bis 2030 geplant zu übernehmenden PV-Anlagen	Strom	2023- 2030	Jährliche Einsparung absolut	2,3 (x8)
Kläranlage: Gleichbleibender Prozess, evtl. Mehrverbrauch durch die vierte Reinigungsstufe, daher keine Energieeinsparung (Business As Usual)	Strom	-	-	0

Maßnahme	Kategorie	Zeit- rahmen	Art der Angabe	THG- Einsparung in t CO ₂ e
Abschaltung bei 50% der Monitore ab 2025 für 1,5 h am Tag	Strom	2025	Einmalige Einsparung absolut	1,2
Bebauung Baubetriebsamt Dach mit PV in 2030	Strom	2030	Einmalige Einsparung absolut	9,3
0% Umstieg von Auto auf Nahverkehr/Fahrrad	Arbeitswege	-	-	0

Tabelle 36: Maßnahmen zur Klimazielpfadberechnung Szenario 1

Szenario 2

Szenario 2 läuft durch eine mittelfristige Maßnahmenumsetzung leicht unter Szenario 1 in der Emissionshöhe. Auch in Szenario 2 entsteht 2029 ein Knick auf das Jahr 2030. Dies hängt neben der auch schon bei Szenario 1 beschriebenen Veränderung der Emissionsfaktoren aus dem Projektionsbericht an den zwei Maßnahmen zur Nutzung von synthetischem Diesel. Es wurde bei der Maßnahmenentwicklung als realistisch eingeschätzt, dass ab 2030 synthetischer Diesel für Feuerwehrautos und Nutzfahrzeuge eingesetzt werden kann. Dies würde ab 2030 schon zu einer hohen Einsparung an Emissionen führen (ca. 217 t CO₂e).

Eine weitere größere Maßnahme in Szenario 2 ist der Bau von PV-Anlagen auf dem Baubetriebsamt, was zu einer jährlichen Einsparung von ca. 54 t CO₂e führen würde, da Strom emissionsneutral selbst erzeugt wird und nicht mehr bezogen werden muss. Auch geht Szenario 2 davon aus, dass in 2030 die PV-Anlagen, die bis 2040 auslaufen, schon von der Stadt übernommen werden können. Das hätte eine Einsparung von knapp 41 t CO₂e ab 2030 zur Folge.

Zudem wird in Szenario 2 davon ausgegangen, dass die Kläranlage weiterhin 12,9% jährlich an Energie einsparen kann. Eine Berechnung der Energieeinsparungen der Jahre 2006-2024 hatte diese durchschnittliche Einsparung pro Jahr ergeben. Dadurch können bis 2030 weitere 44 t CO₂e eingespart werden.

Weitere Maßnahmen, die für Szenario 2 relevant sind, sind der Tabelle 37 zu entnehmen.

Maßnahme	Kategorie	Zeit- rahmen	Art der Angabe	THG- Einsparung in t CO ₂ e
Kontinuierliche Elektrifizierung des Fuhrparks (PKWs) (70% bis 2030)	Fuhrpark	2023- 2030	Jährliche Einsparung absolut	1,3 (x8)
10 von 30 Feuerwehrautos nutzen synthetischen Diesel	Fuhrpark	2030	Einmalige Einsparung absolut	7,8
Baubetriebsamt: 50% der Nutzfahrzeuge nutzen synthetischen Diesel	Fuhrpark	2030	Einmalige Einsparung absolut	231,4
Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations an allen 550 Arbeitsplätzen bis Ende 2028 (Herstellungsemissionen)	Kapitalgüter	2023- 2028	Einsparung gesamt absolut	7,2
Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations an allen 550 Arbeitsplätzen bis Ende 2028 (Nutzungsemissionen)	Strom	2023- 2028	Einsparung gesamt absolut	40,3
Einsparung von 10% der physischen Arbeitsplätze durch shared Workspaces (55 von 550)	Strom	2023- 2030	Einsparung gesamt absolut	0,9
Übernahme in 2030 aller PV-Anlagen, die bis 2040 auslaufen.	Strom	2030	Einmalige Einsparung absolut	40,8
Übernahme der bis 2030 geplant zu übernehmenden PV-Anlagen	Strom	2023- 2030	Jährliche Einsparung absolut	2,3 (x8)
15% Energieeinsparung Strom bei neun Gebäuden durch Generalsanierung (Johannes-Helm-GS, Zwieseltschule Sporthalle, Wirtschaftsschule, Realschule, Wolfgang-Eschenbach-Gymnasium, Hallenbad, Adam-Kraft-Gymnasium, Hans-Hocheder-Sporthalle, Karl-Dehm-Schule)	Strom	2023- 2030	Jährliche Einsparung absolut	0,2 (x8)

Maßnahme	Kategorie	Zeit- rahmen	Art der Angabe	THG- Einsparung in t CO ₂ e
Kläranlage: Gleicher Prozess, jährliche, durchschnittliche Einsparung bleibt unverändert bei 12,9%	Strom	2023-2030	Einsparung gesamt absolut	44
Abschaltung bei 100% der Monitore ab 2030 für 1,5 h am Tag	Strom	2030	Einmalige Einsparung absolut	0,7
Bebauung Baubetriebsamt Dach mit PV in 2025	Strom	2025	Einmalige Einsparung absolut	53
15% Energieeinsparung Wärme bei neun Gebäuden durch Generalsanierung (gleiche Gebäude wie bei der entsprechenden Maßnahme im Strombereich)	Wärme	2023-2030	Jährliche Einsparung absolut	23,9 (x8)
10% Umstieg von Auto auf Nahverkehr/Fahrrad	Arbeitswege	2023-2030	Einsparung gesamt absolut	14,8

Tabelle 37: Maßnahmen zur Klimazielpfadberechnung Szenario 2

Szenario 3

Wie oben beschrieben, startet Szenario 3 auf einem niedrigeren Emissionsniveau als Szenario 1 und 2, da in diesem Best Case Szenario davon ausgegangen wird, dass Ökostrom bezogen wird. Die Emissionsfaktoren für Strom aus dem Projektionsbericht wurden dementsprechend auch nicht angewandt. Zudem haben die Maßnahmen, die mit dem Bau von PV-Anlagen zusammenhängen, sowie die Energieneutralität der Kläranlage, keine bzw. nur geringe Wirkung bezüglich einer Reduzierung der Emissionen, da durch den Bezug von Ökostrom in Szenario 3 schon weniger Emissionen angenommen werden.

Die größte Einsparung in Szenario 3 könnte 2030 dadurch erreicht werden, dass bei allen Feuerwehrautos (und nicht ein Drittel, wie in Szenario 2) und Nutzfahrzeugen (und nicht 50%, wie in Szenario 2) synthetischer Diesel eingesetzt wird (ca. 420 t CO_{2e}). Zudem würde sich bemerkbar machen, wenn auch vermietete Gebäude der Stadtverwaltung auf Ökostrom umgestellt werden würden (ca. 84 t CO_{2e}). Auch könnte eine hohe jährliche Einsparung von ca. 48 t CO_{2e} im Bereich Wärme durch Generalsanierung erreicht werden. Die Stadtverwaltung Schwabach plant dies für insgesamt neun Gebäude. Es wurde in der Zielpfadberechnung für Szenario 3 davon ausgegangen, dass dadurch 30% der bisherigen Wärmemenge dieser Gebäude eingespart werden können. In Szenario 2 wurde von 15% Einsparung ausgegangen.

Auch beim Pendeln könnte eine Einsparung von 37 t CO_{2e} erreicht werden, wenn 25% der bisher mit dem Auto anreisenden Mitarbeitenden auf den ÖPNV oder das Fahrrad umsteigen würden. In Szenario 3 wurde zudem neben der Elektrifizierung des Fuhrparks (90% bis 2030) angenommen, dass sich die Emissionswerte von schweren Nutzfahrzeugen verbessern. Hierfür wurde erneut eine Veröffentlichung des Umweltbundesamts herangezogen: es wurde für die Berechnung von dem Fall ausgegangen - der im Positionspapier „Kein Grund zur Lücke. So erreicht Deutschland seine Klimaschutzziele im Verkehrssektor für das Jahr 2030“³¹ beschrieben wird - dass die Flottenwerte um 30% bis 2030 sinken.

Szenario 3 ist zudem das einzige Szenario bei dem auch Emissionen aus dem Bereich Beschaffung bis 2030 eingespart werden durch die Reduktion von Papier. Bei den anderen Szenarien ist davon ausgegangen worden, dass diese Einsparungen erst nach 2030 möglich sind, daher sind sie nicht in der Abbildung und in der

³¹https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/19-12-03_uba_pos_kein_grund_zur_luecke_bf_0.pdf

Maßnahmentabelle der anderen Szenarien enthalten. Weitere Maßnahmen können der Tabelle 38 entnommen werden.

Maßnahme	Kategorie	Zeitraumen	Art der Angabe	THG-Einsparung in t CO ₂ e
Einsparung von 33% gedruckter Blätter bis 2030	Beschaffung	2023-2030	Jährliche Einsparung absolut	0,2 (x8)
Reduktion der Emissionen bei schweren Nutzfahrzeugen	Fuhrpark	2023-2030	Jährliche Einsparung absolut	3,4 (x8)
Kontinuierliche Elektrifizierung des Fuhrparks (PKWs) (90% bis 2030)	Fuhrpark	2023-2030	Jährliche Einsparung absolut	1,7 (x8)
Alle Feuerwehrfahrzeuge nutzen synthetischen Diesel	Fuhrpark	2030	Einmalige Einsparung absolut	24,0
Baubetriebsamt: Alle Nutzfahrzeuge nutzen synthetischen Diesel	Fuhrpark	2030	Einmalige Einsparung absolut	463,0
Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations an allen 550 Arbeitsplätzen bis Ende 2025 (Herstellungsemissionen)	Kapitalgüter	2023-2025	Einsparung gesamt absolut	7,2
Austausch von Tower-PCs gegen Dockingstations an allen 550 Arbeitsplätzen bis Ende 2025 (Nutzungsemissionen)	Strom	2023-2025	Einsparung gesamt absolut	1,4
Einsparung von 20% der physischen Arbeitsplätze durch shared Workspaces (110 von 550)	Strom	2023-2030	Einsparung gesamt absolut	0,06
30% Energieeinsparung Strom bei neun Gebäuden durch Generalsanierung (Johannes-Helm-GS, Zwieseltalschule Sporthalle, Wirtschaftsschule, Realschule, Wolfgang-Eschenbach-Gymnasium, Hallenbad, Adam-Kraft-Gymnasium, Hans-Hocheder-Sporthalle, Karl-Dehm-Schule)	Strom	2023-2030	Jährliche Einsparung absolut	0,5 (x8)

Maßnahme	Kategorie	Zeitraumen	Art der Angabe	THG-Einsparung in t CO ₂ e
Abschaltung bei 100% der Monitore für 1,5 h am Tag (Nutzungsemissionen) und 90% weniger Tischtelefone ab 2025 (Herstellungsemissionen) ³²	Strom	2025	Einmalige Einsparung absolut	0,2
Vermietete Gebäude: Ökostrom ab 2030	Vermietete/verleaste Sachanlagen	2030	Einmalige Einsparung absolut	84,2
30% Energieeinsparung Wärme bei neun Gebäuden durch Generalsanierung (gleiche Gebäude wie bei der entsprechenden Maßnahme im Strombereich)	Wärme	2023-2030	Jährliche Einsparung absolut	47,7 (x8)
25% Umstieg von Auto auf Nahverkehr/Fahrrad	Arbeitswege	2023-2030	Einsparung gesamt absolut	37,0

Tabelle 38: Maßnahmen zur Klimazielpfadberechnung Szenario 3

³²In der Bilanz werden alle IT-Geräte bilanziert, die im Bilanzierungsjahr in Nutzung sind. Hierfür wurden in der Bilanz nicht die gesamten Herstellungsemissionen für das Bilanzierungsjahr angegeben, sondern diese wurden geteilt durch die Jahre der Nutzungsdauer. Die Emissionen können so pro Bilanzierungsjahr angegeben werden. Wenn IT-Geräte wie die Tischtelefone eingespart werden, kann also eine Reduzierung der Emissionen in der Bilanz erreicht werden, weil dann weniger IT-Geräte im nächsten Bilanzierungsjahr genutzt werden, diese Emissionen also nicht mehr in der Bilanz erscheinen. Man hätte auch alternativ die Emissionen von allen eingekauften Gütern berechnen können, dann würde diese Einsparung nicht in der Bilanz erscheinen. Beides sind Berechnungsmöglichkeiten, die in der Treibhausgasbilanzierung möglich sind. Da die IT-Geräte von der Stadt Schwabach geleast werden, wurde sich für die Methode der Abschreibung über die Nutzungsjahre entschieden. Dementsprechend kann auch für den Klimazielpfad eine Einsparung angegeben werden.

In der folgenden Abbildung wird die Entwicklung der Emissionen nach den verschiedenen Bereichen aufgeteilt dargestellt.

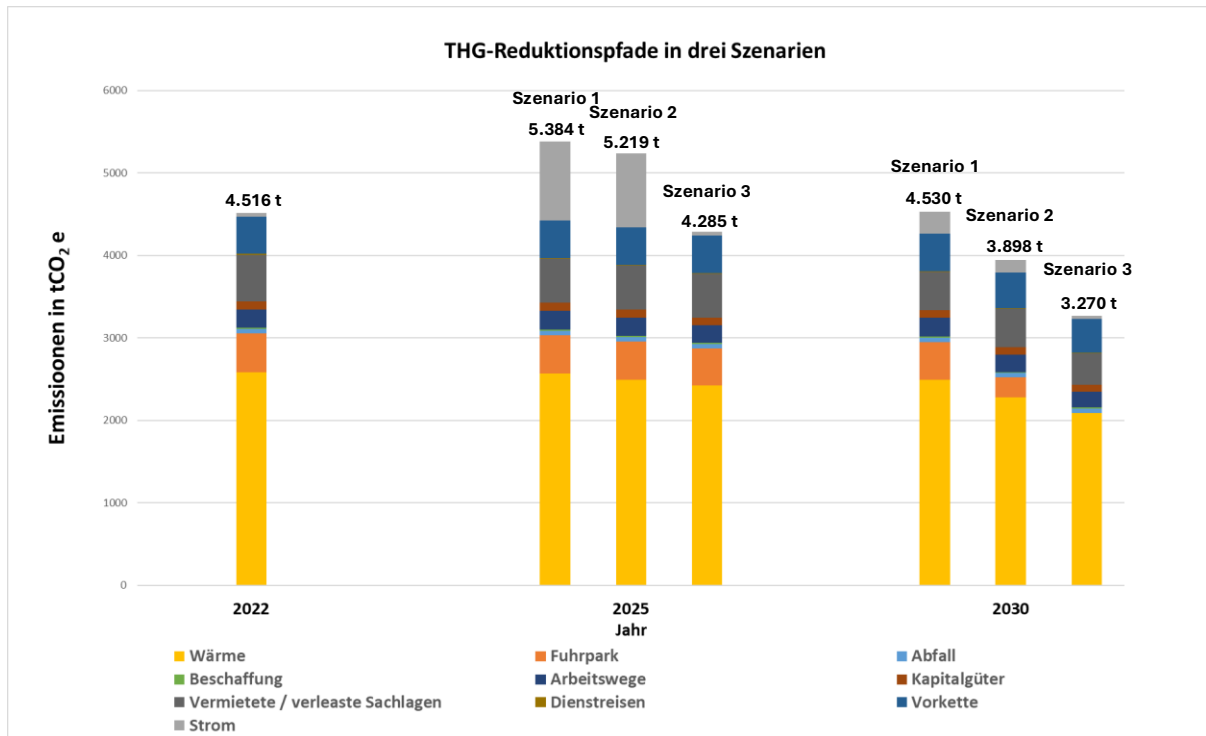


Abbildung 13: Szenarien-Betrachtung zur Erreichung der Klimaneutralität der Stadtverwaltung Schwabach bis 2030 – bereichsspezifisch

Die verbleibenden Hauptemissionsquellen im Jahr 2030 kommen je nach Szenario aus den Energieverbräuchen in den Bereichen Wärme, Fuhrpark sowie der vermieteten/verleaste Sachanlagen und dem Strom, sofern kein Ökostrom bezogen wird wie in Szenario 3.

Während in Szenario 1 die Stromemissionen zwischen 2025 und 2030 um knapp 72% sinken, sind es in Szenario 2 rund 88%. Diese Entwicklungen lassen sich in großen Teilen auf die Reduktion der Emissionsfaktoren aus dem Projektionsbericht zurückführen. Hinzukommen in Szenario 1 vor allem Emissionsminderungen durch den Austausch der Tower-PCs gegen Dockingstations (ca. 41 t CO₂e). In Szenario 2 werden weitere Einsparungen durch die Übernahme aller PV-Anlagen im Jahr 2030, die bis 2040 auslaufen, erzielt sowie durch mehr Energieeffizienz im Betrieb der Kläranlage.

Der Bereich Wärme macht in allen drei Szenarien den größten Anteil auch noch 2030 aus (zwischen 46% in Szenario 3 bis 55% in Szenario 1). In Szenario 1 werden rund 3,5% und in Szenario 2 knapp 12% im Jahr 2030 gegenüber dem Basisjahr 2022 eingespart. Verantwortlich dafür ist hauptsächlich die Entwicklung

der Emissionsfaktoren aus dem Projektionsbericht. In Szenario 2 kommt zusätzlich die Maßnahme der 15%-igen Energieeinsparung durch die Generalsanierung von neun Gebäuden bis 2030 hinzu. In Szenario 3 wird von einer 30%-igen Energieeinsparung durch die Generalsanierung von diesen neun Gebäuden bis 2030 ausgegangen, was zusammen mit der am positivsten angenommenen Entwicklung des Emissionsfaktors von Fernwärme zu einer Einsparung von rund 19% bis 2030 führt. Die Höhe der verbleibenden Emissionen im Bereich Wärme zeigt deutlich, wie wichtig weitere Maßnahmenumsetzungen im Gebäudebereich für eine Einsparung der Emissionen bis 2030 sind.

Auch im Bereich Fuhrpark bilden sich je nach Szenario unterschiedliche Entwicklungen der Emissionen ab. Während in Szenario 1 lediglich ca. 2% der Emissionen bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 2022 eingespart werden können, liegt die Reduktion in Szenario 2 bereits bei knapp 50%. Diese Entwicklung ist vor allem auf die Maßnahme, dass 50% der Nutzfahrzeuge synthetischen Diesel nutzen, zurückzuführen. In Szenario 3 wird davon ausgegangen, dass alle Nutzfahrzeuge und Feuerwehrautos synthetischen Diesel nutzen, wodurch eine Emissionsreduktion von 100% erreicht wird. Mit dieser Maßnahme könnten die größten Einsparungen in Szenario 3 erzielt werden. Gerade in einem Fuhrpark mit vielen größeren Nutzfahrzeugen, wie bei der Stadt Schwabach, bei denen eine Elektrifizierung im Moment noch nicht absehbar ist, wäre dies also eine Maßnahme, die verfolgt werden sollte. Generell ist zu empfehlen im Fuhrparkbereich den Stand der Technik auf dem Markt zu verfolgen.

8 Kompensation nicht vermeidbarer Emissionen

Die Stadtverwaltung Schwabach hat sich mit der Kompensation von nicht vermeidbaren Emissionen auseinandergesetzt, um die Klimaneutralität zu erreichen. Der Begriff „klimaneutral“ ist rechtlich nicht geschützt und wird derzeit vielfältig und im Zusammenhang von unterschiedlichen Zwecken bzw. Bedeutungen genutzt. Im Vorhaben „klimaneutrale Stadtverwaltung bis 2030“ wird Klimaneutralität synonym mit Treibhausgasneutralität (THG) verwendet und berücksichtigt daher keine biogeophysikalischen Effekte wie z.B. Albedo oder Partikelemissionen.

Laut Bundes-Klimaschutzgesetz ist THG-Neutralität der Gleichgewichtszustand zwischen anthropogen erzeugten Emissionen von Treibhausgasen (z.B. Heizenergie; motorisierter Verkehr; Abfallaufkommen) und dem Abbau bzw. der Aufnahme dieser Gase durch Senken wie zum Beispiel Wälder, Moore, Ozeane (Bundes-Klimaschutzgesetz, 2019) (siehe Abbildung 14). Gemäß dem GHG-Protocol wird zur Erreichung der Treibhausgasneutralität auch die Praxis der Kompensation angewendet. Durch den Kauf von Kompensationszertifikaten, durch die zertifizierte Klimaschutzprojekte unterstützt werden, wird eine THG-Neutralität erreicht. Die Höhe der aufzuwendenden Kompensationssumme ergibt sich aus der bilanzierten Menge der nicht vermeidbaren Emissionen.

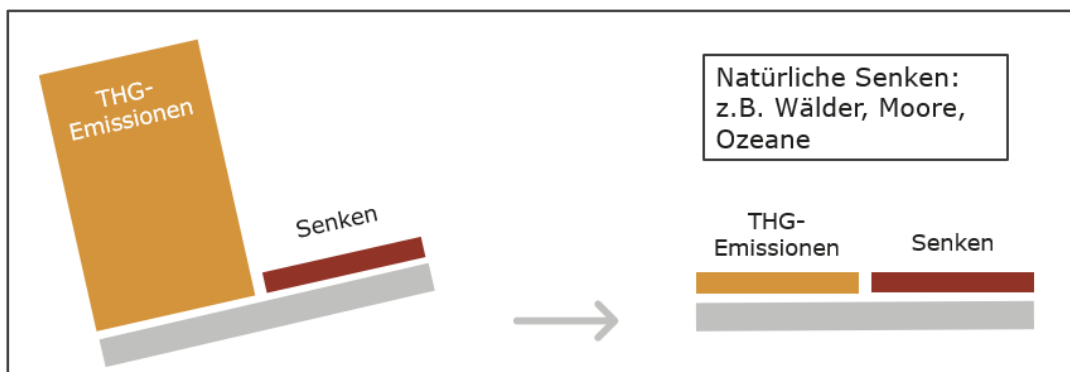


Abbildung 14: Zustand der THG-Neutralität; Quelle: Arqum

Die Stadt Schwabach hat sich zum jetzigen Zeitpunkt (2024) gegen Kompensationsleistungen entschieden. Der Fokus liegt zunächst darauf, in Klimaschutzmaßnahmen zur Reduzierung von THG-Emissionen im eigenen Einflussbereich innerhalb der Stadtverwaltung zu investieren. Gründe, aus denen sich die Stadt Schwabach zunächst gegen Kompensationsleistungen entschieden hat, sind u.a. die Intransparenz und Unsicherheit auf dem Markt der Kompensationszertifikate und strenge Vorgaben für Investitionen durch städtische Haushaltsmittel. Bezüglich der Kompensationszertifikate ist zu bedenken, dass es keine verpflichtenden Standards für die freiwillige Emissionsminderung gibt. Die Qualität der Zertifikate

wird nicht ausreichend geprüft. Im Ergebnis ist nicht sichergestellt, ob die versprochene CO₂-Menge in den Projekten tatsächlich eingespart wird. Darüber hinaus bedingt das Fehlen eines Zentralregisters eine Unübersichtlichkeit und eine Kontrolle über die Zertifikate. Aus diesen Gründen ist es zielführender und effektiver, zunächst die Vermeidung von Treibhausgasen und die Reduzierung durch effiziente Technik im eigenen Einflussbereich zu verfolgen.

9 Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Projekts zur *Erstellung eines Fahrplans zur klimaneutralen Stadtverwaltung bis 2030* wurden in Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung Schwabach drei zentrale Ergebnisse erarbeitet

- (1) die erste **Treibhausgasbilanz** der Stadtverwaltung Schwabach für das Basisjahr 2022,
- (2) 6 **Maßnahmensteckbriefe**, die Klimaschutzmaßnahmen in emissionsrelevanten Kernbereichen der Stadtverwaltung bündeln sowie
- (3) drei **Zielszenarien**, die die Emissionsentwicklung bis 2030 aufzeigen

Allgemein lässt sich festhalten, dass sich für die Fortführung eines effizienten und **kontinuierlichen Klimaschutzmanagements die Erstellung einer regelmäßigen Klimabilanz** der Stadtverwaltung empfiehlt. Dadurch lässt sich unter anderem der Erfolg der Maßnahmenumsetzung evaluieren und die damit einhergehende Emissionsentwicklung beobachten. Das Exceltool, das zur Bilanzierung des Basisjahres 2022 genutzt wurde, kann hierzu in den Folgejahren weiterverwendet werden. Das Tool ermöglicht es, die Bilanz in den Folgejahren um weitere Emissionsquellen zu erweitern und somit eine noch umfangreichere und aussagekräftigere Bilanz zu erstellen.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen den Umsetzungsstand der Maßnahmen aus den Maßnahmensteckbriefen regelmäßig und individuell mit den entsprechenden Fachämtern zu prüfen. Dadurch können die Maßnahmen gemonitort und gesteuert werden. Aus der Treibhausgasbilanz 2022 ist zu entnehmen, dass der Wärmeverbrauch die meisten Emissionen verursacht. Daraus lässt sich schließen, dass die Umsetzung von emissionsmindernden Maßnahmen und Projekten im Gebäudebestand die größte Wirkung auf eine positive Klimabilanz haben. Für das Ziel der klimaneutralen Verwaltung 2030 ist daher zu empfehlen derartige Projekte zu priorisieren. Hervorzuheben ist, dass sich der Ökostrombezug im Jahr 2022 insgesamt positiv auf die gesamte Klimabilanz auswirkt. Bei einem konventionellen Strombezug würden für den städtischen Stromverbrauch jährlich 1.323 t CO₂e anfallen.

Die modellierten Zielszenarien haben gezeigt, dass auf Grundlage der erfassten Daten im Best Case Szenario 28% der THG-Emissionen eingespart werden können. Da jedoch die zur Berechnung der Maßnahmen notwendigen Daten in gewissen Bereichen schwer zu erfassen waren, wurde für die Modellierung der Zielszenarien teilweise auf Annahmen und Durchschnittswerte zurückgegriffen. Es ist daher an-

zunehmen, dass bei konsequenter Umsetzung von Maßnahmen vor allem im Gebäudebereich und im Fuhrpark, bei denen sehr großes Potenzial besteht, mehr Emissionen eingespart werden können, als es durch die berechneten Zielszenarien im Moment dargestellt wird. In der Stadtverwaltung wird die THG-Reduzierung durch die Umsetzung von Maßnahmen zunächst als oberste Priorität erachtet, da das Thema Kompensation erst nachgelagert sinnvoll abgewogen werden kann.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Operative Systemgrenze der Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung Schwabach	6
Abbildung 2: Aufteilung der THG-Emissionen 2022 – Detailergebnis	7
Abbildung 3: Ebenen der Neutralitätsbezeichnungen	10
Abbildung 4: Emissionsquellen nach Scopes, eigene Darstellung nach http://www.klimareporting.de/GHG Protocol	14
Abbildung 5: Übersicht der organisatorischen Systemgrenze	16
Abbildung 6: Operative Systemgrenze der Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung	18
Abbildung 7: Aufteilung der THG-Emissionen 2022	21
Abbildung 8: Aufteilung der THG-Emissionen 2022 in Scope 1 und 2 (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 überwiegend nicht enthalten)	22
Abbildung 9: Aufteilung der THG-Emissionen 2022 in Scope 3	28
Abbildung 10: Aufteilung der CO ₂ -Emissionen durch die Verbrennung biogener Energieträger	48
Abbildung 11: Übersicht der drei Zielszenarien bis 2030	76
Abbildung 12: Szenarien-Betrachtung zur Emissionsentwicklung der Stadtverwaltung Schwabach bis 2030: Reduktionspfade 1 – 3	77
Abbildung 13: Szenarien-Betrachtung zur Erreichung der Klimaneutralität der Stadtverwaltung Schwabach bis 2030 – bereichsspezifisch	89
Abbildung 14: Zustand der THG-Neutralität; Quelle: Arqum	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der THG-Bilanz der Stadtverwaltung Schwabach 2022	20
Tabelle 2: Wärmebezogene THG-Emissionen 2022 (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 nicht enthalten)	23
Tabelle 3: Wärme - Übersicht der Emissionsfaktoren	24
Tabelle 4: THG-Emissionen 2022 des Stromverbrauchs (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 nicht enthalten)	25
Tabelle 5: Strom - Übersicht der Emissionsfaktoren	26
Tabelle 6: THG-Emissionen 2022 des Fuhrparks (Hinweis: Vorkettenemissionen von Scope 3 nicht enthalten)	27
Tabelle 7: Fuhrpark - Übersicht der Emissionsfaktoren	27
Tabelle 8: THG-Emissionen 2022 durch Vermietete Gebäude	29
Tabelle 9: Vermietete Gebäude - Übersicht der Emissionsfaktoren	30
Tabelle 10: THG-Emissionen 2022 durch Brennstoff- und energiebezogene Emissionen	31
Tabelle 11: Brennstoff- und energiebezogene Emissionen - Übersicht der Emissionsfaktoren	32
Tabelle 12: THG-Emissionen 2022 durch Pendelverkehr	34
Tabelle 13: Pendelverkehr - Übersicht der Emissionsfaktoren	36
Tabelle 14: THG-Emissionen 2022 durch IT-Geräte	37
Tabelle 15: IT-Geräte - Übersicht der Emissionsfaktoren	39
Tabelle 16: THG-Emissionen 2022 durch Abfall	40
Tabelle 17: Abfallmengen und Fraktionen nach Gebäuden in Tonnen	42
Tabelle 18: Abfall - Übersicht der Emissionsfaktoren	43
Tabelle 19: THG-Emissionen 2022 durch Beschaffung	44
Tabelle 20: Beschaffung - Übersicht der Emissionsfaktoren	44
Tabelle 21: THG-Emissionen 2022 durch Dienstreisen	45
Tabelle 22: Dienstreisen - Übersicht der Emissionsfaktoren	46
Tabelle 23: Biogene CO ₂ -Emissionen 2022	47
Tabelle 24: Biogene CO ₂ -Emissionen - Übersicht der Emissionsfaktoren	47
Tabelle 25: Systematik der Unsicherheitsbewertung	49
Tabelle 26: Ergebnis der Unsicherheitsbewertung	50

Tabelle 27: Maßnahmensteckbrief klimaneutraler Gebäudebestand	57
Tabelle 28: Nicht umsetzbare Maßnahmen Energieeffizientes Gebäude- und Infrastrukturmanagement	58
Tabelle 29: Maßnahmensteckbrief Klimaschutz im Kulturbereich	62
Tabelle 30: Maßnahmensteckbrief energieeffiziente IT	65
Tabelle 31: Nicht umsetzbare Maßnahmen Energieeffiziente IT	66
Tabelle 32: Maßnahmensteckbrief Dienstreisemanagement	69
Tabelle 33: Maßnahmensteckbrief Förderung emissionsarmer Arbeitswege	71
Tabelle 34: Maßnahmensteckbrief Klimaneutraler städtischer Fuhrpark	74
Tabelle 35: Nicht umsetzbare Maßnahmen Klimafreundliche Mobilität	74
Tabelle 36: Maßnahmen zur Klimazielpfadberechnung Szenario 1	81
Tabelle 37: Maßnahmen zur Klimazielpfadberechnung Szenario 2	84
Tabelle 38: Maßnahmen zur Klimazielpfadberechnung Szenario 3	88

Glossar

Aktivitätsdaten	Daten, die Informationen über eine bestimmte Aktivität oder Prozess liefern und zur Analyse und Bewertung von Prozessen sowie zur Planung und Steuerung von Aktivitäten verwendet werden.
Greenhouse Gas Protocol	International anerkannter Standard zur Messung und Reduzierung von Treibhausgasemissionen von Unternehmen und Organisationen.
Netto-Treibhausgasneutralität	Emissionen werden vollständig ausgeglichen, so dass die Nettoemissionen Null betragen (Ziel für Klimaschutz)
Klimaschutzfahrplan	Strategischer Plan zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen
Kyoto Protokoll	Internationales Abkommen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, das 1997 verabschiedet wurde und sich vor allem an Industrieländer richtet.
Ökostrom	Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Wasser, Sonne oder Biomasse.
Personenkilometer	Maßeinheit für die Beförderung von Personen über eine bestimmte Strecke. Ein Personenkilometer entspricht der Strecke von einem Kilometer, die von einer Person zurückgelegt wird.
Senke	Eine Kohlenstoffsенке ist eine zeitweilige oder dauerhafte Speicherung von Kohlenstoff und bezieht sich auf die natürlichen Aufnahmeprozessen von Böden, Wälder und Ozeanen.
Treibhausgasbilanz	Beschreibung der klimawirksamen Emissionen eines Unternehmens, eines Produkts oder einer Aktivität innerhalb eines Bilanzrahmens.
Treibhausgasemissionen	Gase, die durch menschliche Aktivitäten wie Verbrennung fossiler Brennstoffe und Landnutzungs-

änderungen freigesetzt werden und zur Erderwärmung beitragen, indem sie Wärme in der Atmosphäre einfangen.

TREMOD

Computermodell zur Berechnung von Verkehrsemissionen in Deutschland, das für die Erstellung von Emissionsinventaren und die Entwicklung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung verwendet wird.

Abkürzungsverzeichnis

bspw.	Beispielsweise
bzgl.	bezüglich
ca.	circa
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
DB	Deutsche Bahn
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs of the United
EF	Emissionsfaktor
etc.	et cetera
E-PKW	Elektro-Personenkraftwagen
E-Bike	Elektro-Fahrrad
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
ggf.	gegebenenfalls
GHG	Greenhouse Gas
ha	Hektar
IKT-Service	Dienstleistung für Informations- und Kommunikationstechnologie
inkl.	inklusive
IT	Informationstechnologie
i.V.m.	in Verbindung mit
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
Kg	Kilogramm
KlimAktiv	gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung des Klimaschutzes mbH
Km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
LED	Leuchtdiode
NF ₃	Stickstofftrifluorid
N ₂ O	Lachgas
n.v.	nicht vorhanden
o.ä.	oder ähnliche

ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
Pkm	Personenkilometer
PV	Photovoltaik
SDGs	Sustainable Development Goals
SF ₆	Schwefelhexafluorid
THG	Treibhausgas
tlw.	teilweise
TREMOD	Transport Emission Model
UBA	Umweltbundesamt
u.a.	und andere
u.ä.	und ähnliche
v.a.	vor allem
z.B.	zum Beispiel