



Fortschreibung einer Energie- und Treibhausgasbilanz für die Hansestadt Lüneburg

Projekt: 24194 Hansestadt Lüneburg - Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz

Bremen, 24.06.2025

Auftraggeberin:

Hansestadt Lüneburg

Am Ochsenmarkt 1

21335 Lüneburg

Ansprechpartner:

Herr Matthias Ruths

E-Mail: matthias.ruths@stadt.luneburg.de



Erstellt durch:

BEKS EnergieEffizienz GmbH

Am Wall 172/173

28195 Bremen

Tel.: 0421. 835 888 – 10

Fax: 0421. 835 888 – 25

Bearbeitung:

Katharina Brabender

E-Mail: brabender@beks-online.de

Dr. Zora Becker

E-Mail: becker@beks-online.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
2	Bilanzierung	12
2.1	Endenergiebasierte Territorialbilanz stationär	12
2.2	Verbrauchssektoren	13
2.3	Territorialbilanz Verkehr	14
2.4	Bilanzierungsgrenze	14
2.5	Datenquellen	16
2.6	Wichtige Begriffe	17
3	Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz	18
3.1	Endenergiebilanz	18
3.2	THG-Bilanz	24
3.3	Verkehrsbilanz	29
3.4	Nachrichtlich: Treibhausgasemissionen pro Einwohner:innen	33
4	Erneuerbare Energien in der Hansestadt Lüneburg (lokaler Mix)	36
4.1	Erneuerbarer Strom in der Hansestadt Lüneburg	36
4.2	Erneuerbare Wärme in der Hansestadt Lüneburg	38
5	Vergleich Bilanz Vergangenheit mit aktueller Bilanzierung	40
5.1	Vergleich Endenergieverbräuche 2017-2022	40
5.2	Vergleich Treibhausgasemissionen 2017-2022	42
6	Potenzialanalyse	45
6.1	Energieeinsparpotenziale	45
6.1.1	Energieeinsparpotenziale stationär	46
6.1.2	Energieeinsparpotenziale Verkehr	53
6.2	Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien	55
6.2.1	Potenziale Windenergie	56
6.2.2	Potenziale Photovoltaik & Solarthermie	56
6.2.3	Potenziale Umgebungswärme	58
6.2.4	Potenziale Biogas/Biomasse	60
7	Zielpfade	62
7.1	Bundes-Klimaschutzgesetz	62
7.2	Niedersächsisches Klimaschutzgesetz	64
7.3	Lüneburg 2030	65
7.4	Vergleich Zielpfade	66
8	Szenarienentwicklung	68
8.1	Trendszenario 2045	68
8.2	Klimaneutralitätsszenario 2045	71
8.3	Klimaneutralitätsszenario 2040	74

8.4	Klimaneutralitätsszenario 2030	77
8.4.1	Einschätzung KLIMA 2030	80
8.5	Vergleich Szenarien	81
9	Chancen und Hemmnisse	83
10	Fazit & Handlungsempfehlungen	84
11	Literaturverzeichnis	86
Anhang 1:	Faktoren nach BSKO	90
Anhang 2:	Witterungskorrektur	92

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datenquellen, Dateninhalte und Datengüte der Energie- und THG-Bilanz (Quelle: eigene Darstellung nach Difu 2024a: 12, Klima-Bündnis 2020: 5).	16
Tabelle 2: Entwicklung der Endenergieverbräuche in der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 nach Sektoren inkl. prozentualem Anteil sowie prozentualer Veränderung (Quelle: beks 2025).	20
Tabelle 3: THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 in t CO ₂ -äq./a nach Sektoren inkl. prozentualem Anteil sowie prozentualer Veränderung (Quelle: beks 2025).	25
Tabelle 4: Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien sowie Strombezug aus dem Bundesstromnetz in der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beks 2025).	37
Tabelle 5: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	41
Tabelle 6: Prozentuale Veränderungen der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	42
Tabelle 7: Entwicklung der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	43
Tabelle 8: Prozentuale Veränderungen der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	44
Tabelle 9: Prozentuale Veränderungen der Emissionsfaktoren für Bundesstrommix und Erdgas von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	44
Tabelle 10: Emissionsfaktoren THG-Stationär (Quelle: KSP).	90
Tabelle 11: lokale Emissionsfaktoren THG (Quelle: KSP).	91
Tabelle 12: Emissionsfaktoren THG Verkehr (Quelle: KSP).	91
Tabelle 13: Gradtagszahl (Quelle: KSP).	92

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bilanzierungssystematik BSKO territorial (Quelle: Difu 2024a: 9).	13
Abbildung 2: Bilanzierungsprinzip BSKO Verkehr (Quelle: eigene Darstellung nach Difu 2023: 145).	14
Abbildung 3: Bilanzgrenze Hansestadt Lüneburg (Quelle: OpenStreetMap o.J.).	15
Abbildung 4: Entwicklung der Endenergieverbräuche in der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	19
Abbildung 5: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	20
Abbildung 6: Endenergieverbräuche nach Verbrauchssektoren in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	21
Abbildung 7: Endenergieverbräuche nach Anwendungsbereichen in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	22
Abbildung 8: Wärmeverbräuche der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 nach Energieträgern (Quelle: beks 2025).	23
Abbildung 9: THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 in Tsd. t CO ₂ -äq./a (Quelle: beks 2025).	24
Abbildung 10: Entwicklung der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beks 2025).	26
Abbildung 11: THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 nach Sektoren (Quelle: beks 2025).	27
Abbildung 12: Pendelströme der Hansestadt Lüneburg 2022 (blau Auspendeln, grün Einpendeln) (Quelle: vgl. Pendleratlas Deutschland o.J.).	30
Abbildung 13: Modal Split in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	31
Abbildung 14: THG-Emissionen im Verkehr in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	32
Abbildung 15: Entwicklung der THG-Emissionen im Verkehr in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beks 2025).	33
Abbildung 16: Entwicklung der THG-Emissionen pro Einwohner:in in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beks 2025).	34
Abbildung 17: Durchschnittlicher CO ₂ -Fußabdruck pro Kopf in Deutschland Stand 2022 (Quelle: Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum 2023).	35
Abbildung 18: Entwicklung des Strombezugs (pinkte Linie) sowie der erneuerbaren Stromerzeugung (Balken sowie schwarze Linie) in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beks 2025).	37
Abbildung 19: THG-Emissionen im Vergleich der Bilanzierung mit Bundesstrommix zu Bilanzierung nach lokalem Mix in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	38
Abbildung 20: Bereitstellung von erneuerbarer Wärme aus lokalen Anlagen der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	39
Abbildung 21: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	41
Abbildung 22: Entwicklung der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).	43
Abbildung 23: Potenzialpyramide (Quelle: Difu 2023: 169).	45

Abbildung 24: Potenziale zur Reduktion im Endenergieverbrauch in den verschiedenen Sektoren der Hansestadt Lüneburg bei der Betrachtung von Zieljahr 2040 (Quelle: beks 2025).	46
Abbildung 25: Verteilung der Wohnflächen auf Wohnungen (Quelle: beks 2025).	47
Abbildung 26: Spezifischer Wärmeverbrauch im Sektor private Haushalte in der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beks 2025).	48
Abbildung 27: Vergleichswerte Endenergieverbrauch Wohngebäude (Quelle: Verbraucherzentrale 2023).	48
Abbildung 28: Reduktionspotenzial im Sektor private Haushalte der Hansestadt Lüneburg (links Wärme, rechts Strom) (Quelle: beks 2025).	50
Abbildung 29: Reduktionspotenzial des Wärmeenergieverbrauchs im Sektor private Haushalte der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beks 2025).	51
Abbildung 30: Reduktionspotenzial im Sektor kommunale Einrichtungen der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beks 2025).	52
Abbildung 31: Reduktionspotenzial im Sektor GHD und Industrie der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beks 2025).	53
Abbildung 32: Reduktionspotenziale im Sektor Verkehr in der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beks 2025).	54
Abbildung 33: Endenergieverbrauch in der Hansestadt Lüneburg im Sektor Verkehr im Szenario KLIMA 2040 (Quelle: beks 2025).	55
Abbildung 34: Potenzialgebiete für Freiflächen-PV; Priorität-1-Standorte: flächig grün, Priorität-2-Standorte: schraffiert grün (Quelle: Hansestadt Lüneburg 2024: 12).	57
Abbildung 35: Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie für Erdwärmesonden (bis 200 m Tiefe) (Quelle: OCF Consulting basierend auf Daten des LBEG)	59
Abbildung 36: Flächeneffizienz für Stromerzeugung auf landwirtschaftlicher Fläche (Quelle: Bundesinformationszentrum Landwirtschaft o.J.).	61
Abbildung 37: Klimaschutzziele Bundesregierung bis 2045 (Quelle: Die Bundesregierung 2024).	63
Abbildung 38: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Zielpfad KSG 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	64
Abbildung 39: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Zielpfad NklimaG 2040 von 2022-2040 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	65
Abbildung 40: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Zielpfad Lüneburg 2030 von 2022-2030 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	66
Abbildung 41: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Zielpfad KSG 2045 (grün), im Zielpfad NklimaG 2040 (gelb) sowie im Zielpfad Lüneburg 2030 (orange) von 2022-2045 (Quelle: beks 2025).	67
Abbildung 42: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario Trend 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).	69
Abbildung 43: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario TREND 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 unterteilt nach Sektoren (Quelle: beks 2025).	70
Abbildung 44: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario TREND 2045 (pink) sowie im Zielpfad KSG 2045 (grün) von 2022-2045 (Quelle: beks 2025).	71

- Abbildung 45: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025). 72
- Abbildung 46: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2045 von 2022-2045 nach Sektoren inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025). 73
- Abbildung 47: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario TREND 2045 (pink), im Szenario KLIMA 2045 (petrol) sowie im Zielpfad KSG 2045 (grün) von 2022-2045 (Quelle: beks 2025). 74
- Abbildung 48: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2040 von 2022-2040 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025). 75
- Abbildung 49: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2040 von 2022-2040 nach Sektoren inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025). 76
- Abbildung 50: Entwicklungen der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario KLIMA 2040 (türkis), dem Zielpfad KSG 2045 (grün) sowie dem Zielpfad NKlimaG 2040 (gelb) von 2022-2040 bzw. 2022-2045 (Quelle: beks 2025). 77
- Abbildung 51: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2030 von 2022-2030 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025). 78
- Abbildung 52: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2030 von 2022-2030 nach Sektoren inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025). 79
- Abbildung 53: Absenkpfade der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario KLIMA 2030 (blau), dem Zielpfad NKlimaG 2040 sowie dem Zielpfad Lüneburg 2030 (orange) von 2022-2030 bzw. 2022-2040(Quelle: beks 2025). 80
- Abbildung 54: Absenkpfade der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario TREND 2045 (pink), im Szenario KLIMA 2045 (petrol), im Szenario KLIMA 2040 (türkis) und im Szenario KLIMA 2030 (blau) von 2022-2030, 2022-2040 bzw. 2022-2045 (Quelle: beks 2025). 82

Abkürzungsverzeichnis

Allgemeines

BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ -äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
EEV	Endenergieverbrauch
EW	Einwohner:innen
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
H ₂	Wasserstoff
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KSK	Klimaschutzkonzept
KSP	Klimaschutz-Planer
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
N ₂ O	Stickstoffdioxide
PtL	Power to Liquid
PV	Photovoltaik
RROP	Raumordnungsprogramm
THG	Treibhausgas
WP	Wärmepumpe

Einheiten

a	Jahr
h	Stunde
ha	Hektar
Hi	unterer Heizwert (i=inferior)
Hs	oberer Heizwert = Brennwert (s=superior)
GWh	Gigawattstunde
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
Pkm	Personenkilometer
t	Tonne
Tsd.	Tausend

Sektoren

GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (Betriebe < 20 Mitarbeitende)
PH	Privathaushalte
I	Verarbeitende Industrie/Verarbeitendes Gewerbe (Betriebe > 20 Mitarbeitende)
KE	Kommunale Einrichtungen
V	Verkehr

Verkehr

Lkw	Leichte Nutzfahrzeuge 3,5 Tonnen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personenverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
TREMOD	„Transport Emission Model“

Akteure

Avacon	Avacon Netz GmbH, Avacon Hochdruck Netz GmbH
beks	BEKS Energieeffizienz GmbH
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
Bundesnetz-agentur	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und eisenbahnen
dena	Deutsche Energie Agentur
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH/ Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DWD	Deutscher Wetterdienst
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
Klima-Bündnis	Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / alianza del Clima e.V.
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LSN	Landesamt für Statistik Niedersachsen
MU Nds.	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
UBA	UmweltBundesamt
UM BW	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Urheberrecht

Das vorliegende Dokument unterliegt dem Urheberrecht gemäß des Gesetzes zum Schutze der Urheberrechte (§ 2 Absatz 2, § 31 Absatz 2). Die Vervielfältigung, Weitergabe oder Veröffentlichung durch Dritte (auch auszugsweise) ist nur auf Anfrage und vorheriger schriftlicher Genehmigung der BEKS Energieeffizienz GmbH und des Auftraggebers unter Angabe der Quelle zulässig.

1 Einleitung

Deutschlands Langfristziel ist es, bis zum Jahr 2045 die Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen. Niedersachsen möchte die Treibhausgasneutralität bereits 2040 erreichen. Dieser gesamtgesellschaftlichen Aufgabe widmet sich auch die Hansestadt Lüneburg verstärkt. Im Jahr 2021 hat sich die Hansestadt Lüneburg durch den Beschluss des Klimaschutzplanes für die Hansestadt Lüneburg sowie dem Beitritt zum Bürgerbegehren „Klimaentscheid“ das Ziel gesetzt, die Treibhausgasneutralität möglichst bis 2030 zu erreichen. Dieses Ziel steht im Einklang mit den Klimaschutzzielen des Landkreises Lüneburg, welcher ebenfalls eine Klimaneutralität bis 2030 anstrebt.

Zwischen 2008 und 2020 wurden Aufgaben sowie Projekte zum Thema Klimaschutz gemeinsam von der gemeinsam von der Hansestadt Lüneburg und dem Landkreis Lüneburg gegründeten „Klimaschutzleitstelle“ übernommen sowie umgesetzt. Im Jahr 2021 wurde die ursprünglich in der Klimaschutzleitstelle verortete Stelle Klimaschutzmanagement der Hansestadt wieder in der Verwaltung der Hansestadt Lüneburg eingegliedert. Diese ist seitdem hauptsächlich für Projekte der Hansestadt zuständig.

Eine erstmalige Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanzierung, Potenzialanalyse und Erstellung von Szenarien für die Hansestadt Lüneburg erfolgte im Jahr 2022. Der Klimaschutzplan 2030 wurde im Jahr 2024 fortgeschrieben.

Ziel der Hansestadt Lüneburg und des Klimaschutzmanagements ist die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz sowie Aktualisierung der Potenzialanalyse sowie Szenarienerstellung. Der Prozess der Bilanzierung wird als wichtiges strategisches Instrument gesehen, um die Klimaschutzaktivitäten in der Stadtverwaltung sowie der gesamten Hansestadt zu steuern und weiterzuentwickeln.

Ende 2024 wurde beks EnergieEffizienz GmbH (beks) mit der Erstellung einer Zwischenbilanz für die Hansestadt Lüneburg beauftragt. Die bisherige Treibhausgasbilanz (2017-2019) wurde fortgeschrieben (2020-2022), sowie mögliche Potenziale und Szenarien zur Treibhausgasneutralität berechnet und aufgezeigt.

Die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz sowie der Potenzialanalyse und Szenarienerstellung zeigt dieser Bericht auf.

2 Bilanzierung

Die Hansestadt Lüneburg hat die Endenergie- und Treibhausgasbilanzierung mit der Methodik der „Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO)“ durchgeführt, die sich deutschlandweit etabliert hat (vgl. Difu 2024a).

Der Fokus liegt dabei auf den Energieverbräuchen innerhalb einer Kommune in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, Kommunale Einrichtungen, Privathaushalte sowie Verkehr. Nichtenergetische Emissionen (sog. graue Energie), wie beispielsweise Emissionen durch Konsumgüter, Lebensmittel oder aus der Landwirtschaft (Einsatz von Düngemittel o. Ä.) sowie energetische Emissionen, welche von Einwohner:innen der Hansestadt Lüneburg außerhalb der Kommune verursacht werden (z. B. Flugreisen), werden in dieser Bilanz nicht erfasst. Die ausgewiesenen Pro-Kopf-Emissionen beziehen sich also nur auf endenergiebasierte Emissionen innerhalb der Kommune.

Für die Energie- und Treibhausgas (THG)-Bilanz der Hansestadt Lüneburg wurden alle Strom-, Erdgas- und Wärmeverbräuche innerhalb der Kommunengrenzen sowie Daten der kommunalen Liegenschaften und des Verkehrssektors erfasst und in das webbasierte Berechnungstool, dem Klimaschutz-Planer (KSP), eingegeben.

Mit Hilfe spezifischer bundesweit einheitlicher Emissionsfaktoren, welche im Klimaschutz-Planer hinterlegt sind (Anhang 1: Faktoren nach BISKO), wurden dann die Energieverbräuche in Treibhausgasemissionen umgerechnet. In diesen werden auch die energiebezogenen Vorketten der einzelnen Energieträger berücksichtigt. Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden auch Stickstoffdioxide (N₂O) und Methan (CH₄) in CO₂-Äquivalenten (CO₂-äq.) erfasst.

2.1 Endenergiebasierte Territorialbilanz stationär

Die Energie- und THG-Bilanzierung des Klimaschutz-Planers für Kommunen basiert auf dem endenergiebasierten Territorialprinzip. Demnach werden beispielsweise alle in der Kommune anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie (Energie, die z. B. am Hauszähler gemessen und verrechnet wird) bilanziert und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet (Abbildung 1). Stationär bedeutet an den Ort gebunden – d. h. ortsfeste Emissionsquellen in der Hansestadt Lüneburg. Graue Energie, die außerhalb der Kommune konsumiert wird, wird wie oben beschrieben, nicht bilanziert (ebd.).

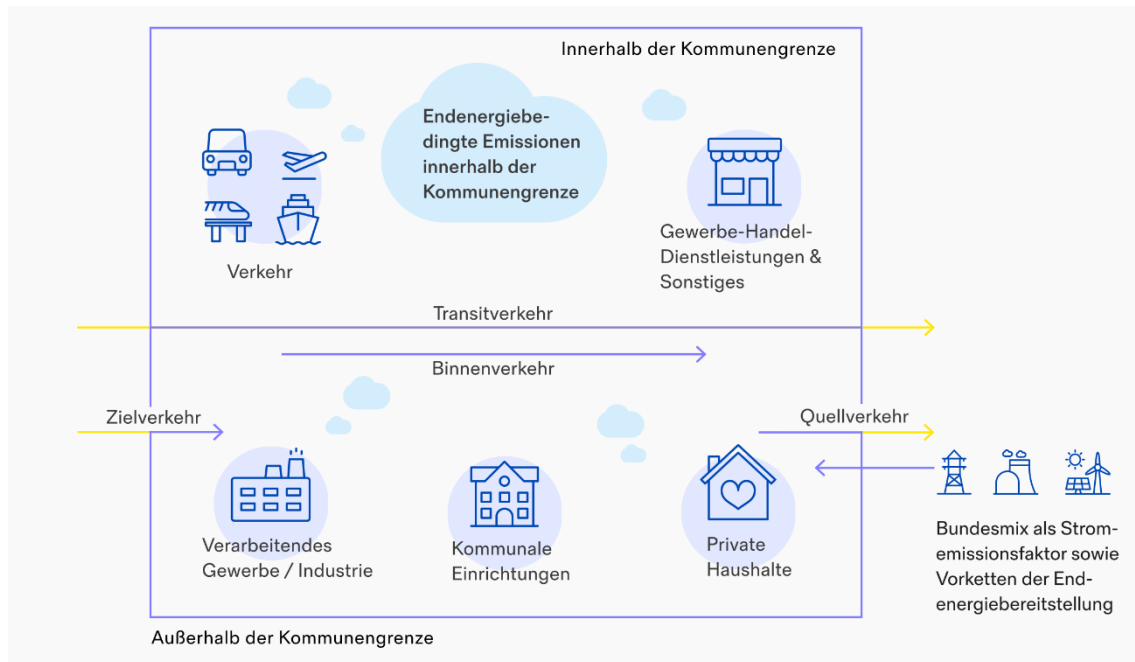


Abbildung 1: Bilanzierungssystematik BSKO territorial (Quelle: Difu 2024a: 9).

2.2 Verbrauchssektoren

In der BSKO-Systematik werden analog zu Klimaschutzkonzepten (KSK) vier wesentliche stationäre Verbrauchssektoren unterschieden. Die Datenerhebung bei den Energieversorgungsunternehmen erfolgt deshalb optimalerweise gemäß dieser sektoralen Aufteilung:

- **GHD: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Sonstige**
 - o Endenergieverbräuche der wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Landwirtschaft) sowie von Betrieben aus Gewinnung von Steinen und Erden, Bergbau und verarbeitendem Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitenden (vgl. Difu 2024a: 10, Klima-Bündnis 2020: 24 f.).
- **I: Verarbeitende Industrie / Verarbeitendes Gewerbe**
 - o Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes mit mind. 20 Beschäftigten (einzelne Bereiche werden bei Zugehörigkeit zu Mehrbetriebsunternehmen mit > 20 Mitarbeitenden bereits ab 10 Mitarbeitenden erfasst) (vgl. Difu 2024a: 10, Klima-Bündnis 2020: 24).
- **KE: Kommunale Einrichtungen**
 - o Endenergieverbräuche kommunaler Verwaltungsgebäude, kommunaler Kindertagesstätten und Schulen, kommunaler Straßenbeleuchtung sowie sonstiger kommunaler Gebäude und Infrastruktur (vgl. Difu 2024a: 10, Klima-Bündnis 2020: 25).
- **PH: private Haushalte**
 - o Endenergieverbrauch privater Endverbraucher:innen. Dies beinhaltet auch Verbräuche von Bewohnenden von städtischen oder gewerblichen Immobilien (vgl. Difu 2024a: 10, Klima-Bündnis 2020: 24).

Ein weiterer Verbrauchssektor ist der Verkehr, welcher als nicht stationär gilt.

- **V: Verkehr**

- Endenergieverbräuche der Verkehrsmittel, welche innerhalb der Grenzen der Kommune anfallen (unabhängig von Verursacher:innen) (vgl. Difu 2024a: 10, Klima-Bündnis 2020: 30).

2.3 Territorialbilanz Verkehr

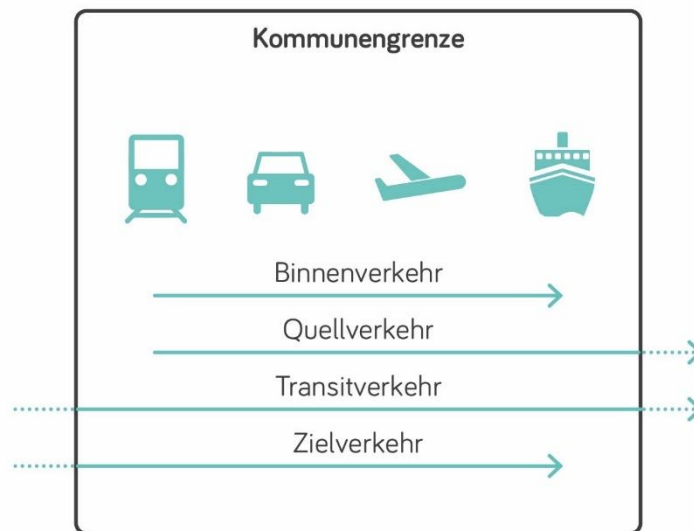


Abbildung 2: Bilanzierungsprinzip BSKO Verkehr (Quelle: eigene Darstellung nach Difu 2023: 145).

Bei der Territorialbilanz für den Verkehrssektor werden die Fahrleistungen (Personen- und Güterverkehr) sowie damit verbundene Endenergieverbräuche aller motorisierten Verkehrsmittel innerhalb der Grenzen der Kommune berücksichtigt. Wenn eine Fahrt über die Grenzen der Kommunen hinausgeht, wird nur der Fahranteil innerhalb der Kommune berücksichtigt. Das geschieht unabhängig davon, ob der Verkehr durch die Einwohner:innen der Kommune verursacht wird oder durch andere Personen (Pendelnde, (Durch-) Reisende), siehe Abbildung 2.

Grundlage der Bilanzierung ist eine Modellierung der Fahrleistungen aller Verkehrsmittel im Territorium, die mit den spezifischen Energieverbräuchen der Verkehrsmittel verknüpft werden. Dabei werden auch vorgelagerte Emissionen, die durch Förderung (Exploration) sowie Verteilung und Transport (Distribution) der Energieträger verursacht werden bilanziert (Vorkette).

Für den Verkehrssektor in der Hansestadt Lüneburg wurden alle verfügbaren Daten der Verkehrsbetriebe für die Hansestadt Lüneburg in den Klimaschutz-Planer eingegeben. Die Verkehrsbilanzierung erfolgt im Klimaschutz-Planer nach dem „Transport Emission Model“ TREMOD (vgl. ifeu 2023). Dieses bildet den motorisierten Verkehr in Deutschland hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche und den zugehörigen Klimagas- und Luftschadstoffemissionen ab.

2.4 Bilanzierungsgrenze

Kommunale Energie- und THG-Bilanzen dienen dazu, einen umfassenden Überblick über den Endenergieverbrauch (EEV) und die damit verbundenen THG-Emissionen auf kommunaler Ebene zu erhalten. Dadurch können Hauptemissionsquellen identifiziert werden. Durch regelmäßige Aktualisierungen der Bilanz können die Fortschritte überwacht und bewertet werden. Betrachtungsgegenstand der folgenden Energie- und THG-Bilanz für die Jahre 2020 bis 2022 ist die gesamte Hansestadt Lüneburg innerhalb ihrer Grenzen.

Die Hansestadt Lüneburg ist eine große Mittelstadt, welche im Nordosten Niedersachsens liegt, Namensgeberin des Landkreises sowie eine von neun Oberzentren in Niedersachsen ist.

Die Hansestadt Lüneburg, welche ungefähr 55 Kilometer (km) südöstlich von Hamburg und an Rande der Lüneburger Heide liegt, gehört zur Metropolregion Hamburg. Uelzen liegt ca. 35 km südlich der Hansestadt.

Im Norden grenzt die Hansestadt Lüneburg direkt an die Gemeinde Adendorf, im Osten an die Gemeinde Barendorf, im Süden an Deutsch Evern, sowie im Westen an Reppenstedt. Weitere Nachbarkommunen sind Bardowick, Scharnebeck, Reinstorf, Wendisch Evern, Melbeck, Embsen, Südergellersen, Kirchgellersen sowie Vögelsen.

Die durchgeführte Bilanz betrachtet die Hansestadt Lüneburg innerhalb ihrer Stadtgrenzen:

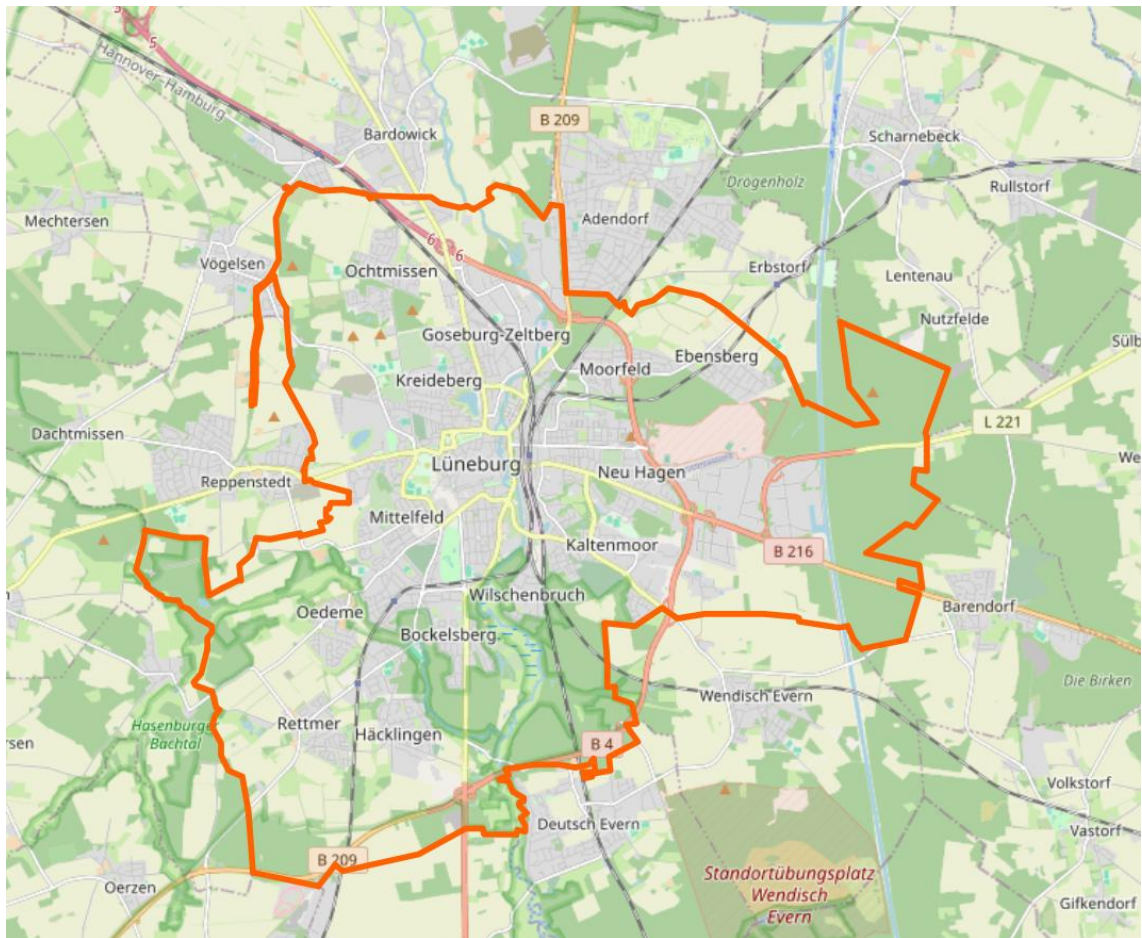


Abbildung 3: Bilanzgrenze Hansestadt Lüneburg (Quelle: OpenStreetMap o.J.).

Die Hansestadt setzt sich aus 17 Stadtteilen zusammen: Altstadt, Bockelsberg, Ebensberg, Goseburg-Zeltberg, Hücklingen, Kalt Moor, Kreideberg, Lüne-Moorfeld, Mittelfeld, Neu Hagen, Ochtmissen, Oedeme, Rettmer, Rotes Feld, Schützenplatz, Weststadt und Wilschenbruch.

In der Hansestadt Lüneburg leben im Jahr 2022 ca. 76.837 Einwohner:innen (EW). Das gesamte Hansestadtgebiet umfasst ca. 7.050 Hektar (ha) (LSN 2025), davon sind:

- Siedlungsfläche ca. 2.367 ha
- Verkehrsfläche ca. 816 ha
- Vegetationsfläche ca. 3.731 ha, davon ca. 1.708 ha landwirtschaftliche Fläche
- Gewässer ca. 134 ha.

2.5 Datenquellen

Für eine Vergleichbarkeit und konkrete Aussagen von THG-Bilanzen sind eine einheitliche Methodik und Datenkonsistenz von hoher Bedeutung. Durch die Anwendung der BSKO-Methodik (siehe Kapitel 2.1) ist dies bundesweit (weitgehend) gewährleistet. Für die Erstellung der Bilanz wurde der Klimaschutz-Planer verwendet. Diese Software zum Monitoring des kommunalen Klimaschutzes ermöglicht es alle Endenergieverbräuche sektoral zu erfassen.

Auf Basis regionaler Daten wie der Anzahl von Einwohnenden und Beschäftigten (Mengengerüstdaten) erstellt der Klimaschutz-Planer zunächst für die Kommune eine Startbilanz für das aktuelle Jahr. Aufbauend auf dieser Startbilanz werden dann nach und nach die eigenen Bilanzierungsdaten eingepflegt. Nach Abschluss des Datenimportes wird durch den Klimaschutz-Planer eine Endbilanz erstellt. Überall dort, wo keine lokalen Daten vorliegen, greift das Tool auf die berechneten Startbilanzwerte zurück. Bei fehlender Plausibilität gibt das Tool Korrekturwerte an.

Die Energie- und THG-Bilanz für die Hansestadt Lüneburg für die Bilanzjahre 2020 bis 2022 wurde von beks erstellt. Die notwendigen Daten wurden über beks abgefragt. Folgende Datenquellen und Daten wurden in der Bilanz berücksichtigt:

Tabelle 1: Datenquellen, Dateninhalte und Datengüte der Energie- und THG-Bilanz (Quelle: eigene Darstellung nach Difu 2024a: 12, Klima-Bündnis 2020: 5).

Datenquelle	Inhalt	Sektoren	Datengüte
Avacon Netz GmbH Avacon Hochdruck Netz GmbH	Energieverbräuche Strom, Erdgas, Fernwärme	Alle stationären Sektoren	A
	Lokale Anlagen, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Erneuerbare Energien (Windenergie, Wasserkraft, PV-Anlagen, Biomasse)	Alle stationären Sektoren	A
	Weitere Stromverbräuche (Wärmepumpen, Heizstrom, Straßenbeleuchtung)	Alle stationären Sektoren	A
Solaratlas	Solarthermieanlagen	Alle stationären Sektoren	B
Wärmepumpenatlas	Anzahl Wärmepumpen	Alle stationären Sektoren	B
Schornsteinfeger:innen	Heizöl, Festbrennstoffe (Hochrechnung)	Alle stationären Sektoren	B
Klimaschutz-Planer	Werte Startbilanz, Verkehrsdaten, statistische Basisdaten, Korrekturwerte	Alle Sektoren	C-D
KVG Stade GmbH & Co. KG	Mio. Fahrzeugkilometer Linienbusse	Verkehr	C
Hansestadt Lüneburg	Energieverbräuche Strom, Erdgas, Fernwärme, Heizöl, Biomasse	Kommune	A
	Energieverbräuche Kommunalen Fuhrpark	Kommune	A
Anlagenbetreiber:innen BHKW	Strom- und Wärmeerzeugung BHKW	Alle stationären Sektoren	A

A: Regionale Primärdaten,

B: Primärdaten und Hochrechnung,

C: Regionale Kennwerte und Statistiken,

D: Bundesweite Kennzahlen

2.6 Wichtige Begriffe

Im Folgenden werden die wichtigsten Begriffe zum besseren Verständnis kurz erläutert.

Vorkette

Für die Vergleichbarkeit von Bilanzen wird empfohlen, einheitliche Emissionsfaktoren zu nutzen. Im Klimaschutz-Planer sind Emissionsfaktoren hinterlegt, welche größtenteils auf GEMIS-Daten (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) zurückgreifen. Für verschiedene Prozesse, in denen keine Werte vorliegen, wurden Emissionsfaktoren aus weiteren Datenquellen ergänzt und gekennzeichnet. Emissionen, welche durch die Förderung, den Transport oder die Umwandlung von Energien außerhalb der Kommune entsteht werden mitbetrachtet (vgl. Klima-Bündnis 2020: 4).

CO₂-Äquivalente

Diese im Klimaschutz-Planer bereitgestellten Emissionsfaktoren sind als CO₂-Äquivalente (CO₂, N₂O, CH₄) inkl. Vorkette der Energieträgerbereitstellung dargestellt.

Heizwert/Brennwert

In der Treibhausgasberechnung bezieht sich der Emissionsfaktor bei Brennstoffen nur auf den Heizwert Hi (inferior) und nicht auf den Brennwert Hs (superior). Die im Brennwert enthaltende Kondensationsenthalpie (Wärmeinhalt) des Wasserdampfes wird bei der Treibhausgasberechnung nicht mitbetrachtet. Der Unterschied zwischen dem Heizwert und dem Brennwert bei Erdgas beträgt etwa 10 %. Alle Brennwertangaben sind deshalb mit dem Faktor 0,901 zu multiplizieren (vgl. Klima-Bündnis 2020: 9).

Witterungskorrektur

Die Standardausgabe für Endenergieverbräuche und THG-Emissionen einer Kommune sind nicht witterungskorrigiert. Eine witterungskorrigierte Ausgabe ist nur dann sinnvoll, wenn beispielsweise die Entwicklung des kommunalen Gebäudebestands genauer betrachten werden soll. Zur Witterungskorrektur sind im Klimaschutz-Planer Daten des Deutschen Wetterdienst (DWD) hinterlegt, welche bei Bedarf geändert werden können. Bei einer Witterungskorrektur werden in verschiedenen Sektoren die Anteile des Heizenergieverbrauchs am Wärmeverbrauch witterungskorrigiert. Dazu werden die Verbräuche des jeweiligen Bilanzjahrs mit dem Gradtagszahlverhältnis des langjährigen Mittels multipliziert (vgl. Difu 2024a: 24, Klima-Bündnis 2020: 65). Die Gradtagszahl, eine heiztechnische Kenngröße, stellt die Differenz zwischen Raumtemperatur und der Tagesmitteltemperatur (Außenlufttemperatur) dar (DWD o.J.).

3 Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz

Für die Bilanzierung der Jahre 2020 bis 2022 wurden jahresscharf folgende Daten gemäß der im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Methodik erhoben und in den Klimaschutz-Planer eingegeben:

- **Statistik: Basisdaten (sind im Klimaschutz-Planer hinterlegt)**
(Anzahl Einwohner:innen, Anzahl Gebäude und Wohnflächen, Anzahl sozialversicherungs-pflichtige Beschäftigte etc.)
- **Stationäre Angaben: Endenergie, lokale Netze, lokale Anlagen**
(für alle Energieträger nach Sektoren eingeteilt)
- **Verbrauchsdaten zu nicht-leitungsgebundenen Energieträgern**
(Öl, Festbrennstoffe etc.)
- **Verbrauchsdaten zu Gebäuden und Infrastruktur**
(Gas, Nahwärme und Strom)
- **Verbrauchsdaten zu kommunalen Liegenschaften**
(Strom- und Wärmeverbräuche)
- **Verkehrszahlen**
(Kraftfahrzeug-Dichte, Kilometer (km)-Leistung Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV))

Nichtleistungsgebundene Energieträger

Die Daten zu den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern (z. B. Heizöl oder Holz) wurden über die für die Hansestadt Lüneburg zuständigen Schornsteinfegenden für die Bilanzjahre bereitgestellt. Für die jeweiligen Kehrbezirke der Hansestadt Lüneburg sind dabei unterschiedliche Schornsteinfegende zuständig.

Die gelieferten Daten wurden aufsummiert und entsprechend der jährlichen Schornsteinfegerstatistik in die Leistungsklassen des Klimaschutz-Planers aufgeteilt und auf die Verbräuche der jeweiligen Energieträger umgerechnet. Dies entspricht aktuell einer Datengüte der Klasse B.

Seit 2024 sind alle Schornsteinfegende verpflichtet, ein elektronisches Kkehrbuch zu führen. Die Datenübermittlung wird hierdurch in Zukunft für beide Seiten deutlich einfacher.

3.1 Endenergiebilanz

Die nachfolgenden Tabellen und Diagramme zeigen die gesamten Endenergieverbräuche der Bilanzjahre 2020 bis 2022 gemäß Klimaschutz-Planer nach den benannten Verbrauchssektoren für die Hansestadt Lüneburg.

Von 2020 bis 2022 ist der Endenergieverbrauch um ca. 4 % von 1.835,9 GWh/a auf 1.761,6 GWh/a gesunken (Abbildung 4, Tabelle 2). Im gesamten Zeitraum von 2020 bis 2022 gab es im Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen mit ca. 5,7 % die größte Steigerung. Diese Steigerung ist durch einen Zuwachs genutzter Liegenschaften und den personellen Zuwachs zu begründen. Darüber hinaus sind während der Coronapandemie nach Öffnung der Schulen Lüftungsanlagen in Betrieb genommen worden, die einen Anstieg der Verbräuche in den Schulen erklären können. Es ist zu bedenken, dass die Gesamtenergieverbräuche der kommunalen Einrichtungen im Vergleich der Sektoren sehr gering sind. Weiterhin gab es von 2020 bis 2022 im Sektor der Privaten Haushalte mit ca. -9,4 % die größte Reduzierung der Endenergieverbräuche (Tabelle 2, Abbildung 4).

Von 2020 auf 2021 kam es in allen Sektoren mit Ausnahme des Verkehrs zu einem Anstieg im Endenergieverbrauch. Im Jahr 2021 ist der Endenergieverbrauch ca. 4,2 % höher als im Jahr 2020

(Tabelle 2, Abbildung 4). Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr ist in dem gleichen Zeitraum um ca. 1,2 % gesunken (Tabelle 2, Abbildung 4).

Zwischen 2021 und 2022 ist der Endenergieverbrauch in allen Sektoren außer dem Verkehr und insgesamt um ca. 7,9 % gesunken (Tabelle 2, Abbildung 4). Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors ist von 2021 auf 2022 um ca. 1,7 % gestiegen. Die größten Rückgänge im Endenergieverbrauch in diesem Zeitraum sind in den Sektoren Private Haushalte (ca. -13,8 %) sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (ca. -12,5 %) zu erkennen (Tabelle 2, Abbildung 4).

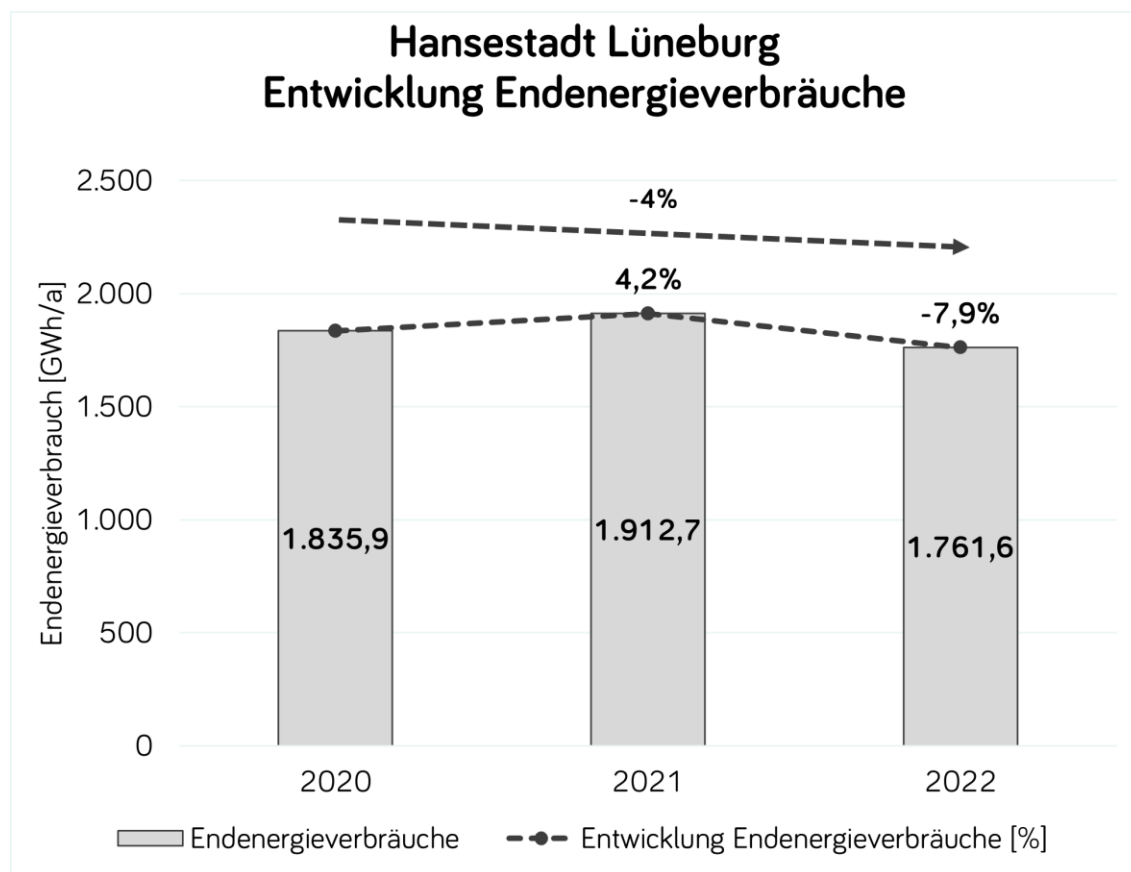


Abbildung 4: Entwicklung der Endenergieverbräuche in der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Tabelle 2: Entwicklung der Endenergieverbräuche in der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 nach Sektoren inkl. prozentualen Anteil sowie prozentualer Veränderung (Quelle: beKS 2025).

Sektor	EEV [GWh]			Anteil an EEV [%]	Veränderung [%]		
	2020	2021	2022		2020 - 2021	2021 - 2022	2020 - 2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	167,3	181,2	158,5	9 %	8,3 %	-12,5 %	-5,2 %
Industrie	729,7	769,0	707,5	40,2 %	5,4 %	-8,0 %	-3,0 %
Kommunale Einrichtungen	24,1	27,9	25,5	1,4 %	15,7 %	-8,6 %	5,7 %
Private Haushalte	493,7	518,7	447,1	25,4 %	5,0 %	-13,8 %	-9,4 %
Verkehr	421,1	416,2	423,1	24,0 %	-1,2 %	1,7 %	0,5 %
Gesamt	1.835,9	1.1921,7	1.761,6	100 %	4,2 %	-7,9 %	-4,0 %

Die nachfolgende Abbildung zeigt die gesamten Endenergieverbräuche der Bilanzjahre 2020 bis 2022 gemäß Klimaschutz-Planer nach den benannten Verbrauchssektoren für die Hansestadt Lüneburg.

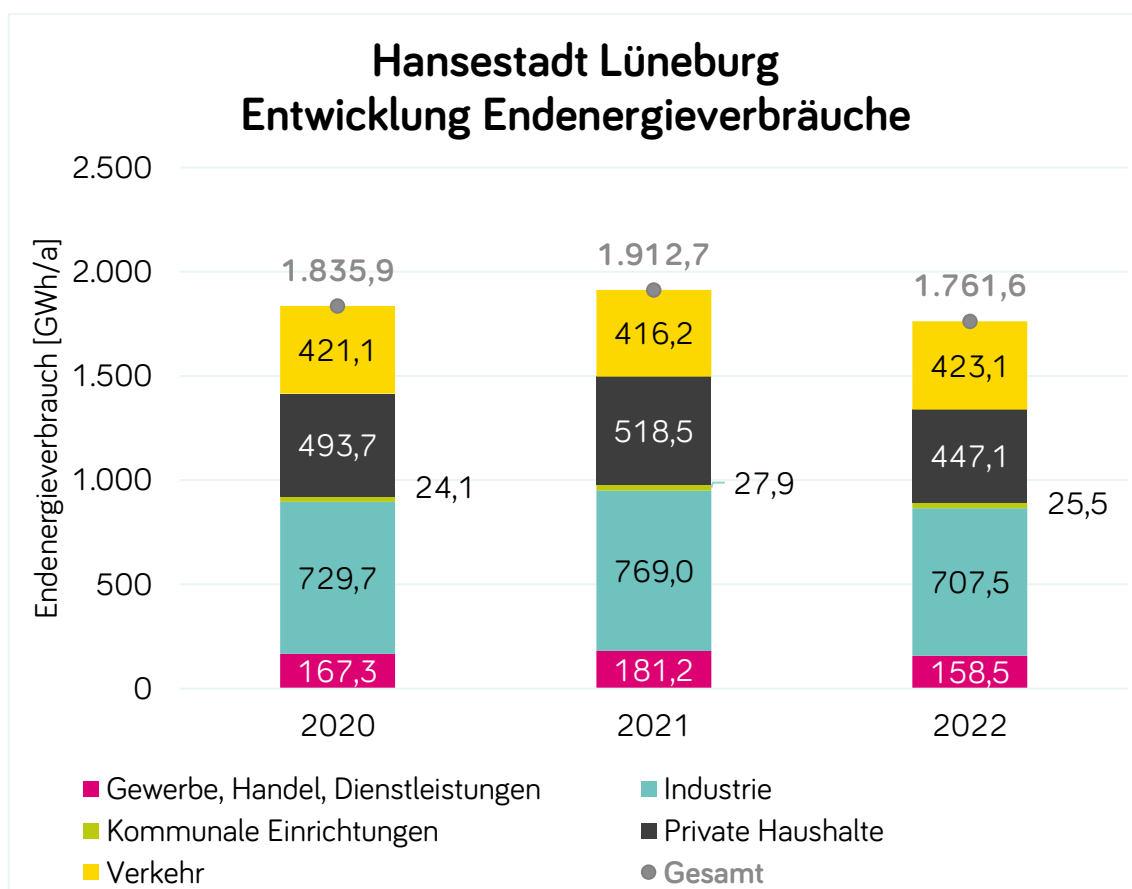


Abbildung 5: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Als Basisjahr für die weiteren Betrachtungen (Potenzialanalyse und Szenarien) wird das Jahr 2022 als Referenzjahr verwendet. In diesem Jahr lagen die Endenergieverbräuche bei insgesamt

1.761,6 GWh (Abbildung 4, Abbildung 5, Tabelle 2). In folgender Abbildung ist der Endenergieverbrauch der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 nach den verschiedenen Verbrauchssektoren aufgeschlüsselt dargestellt.

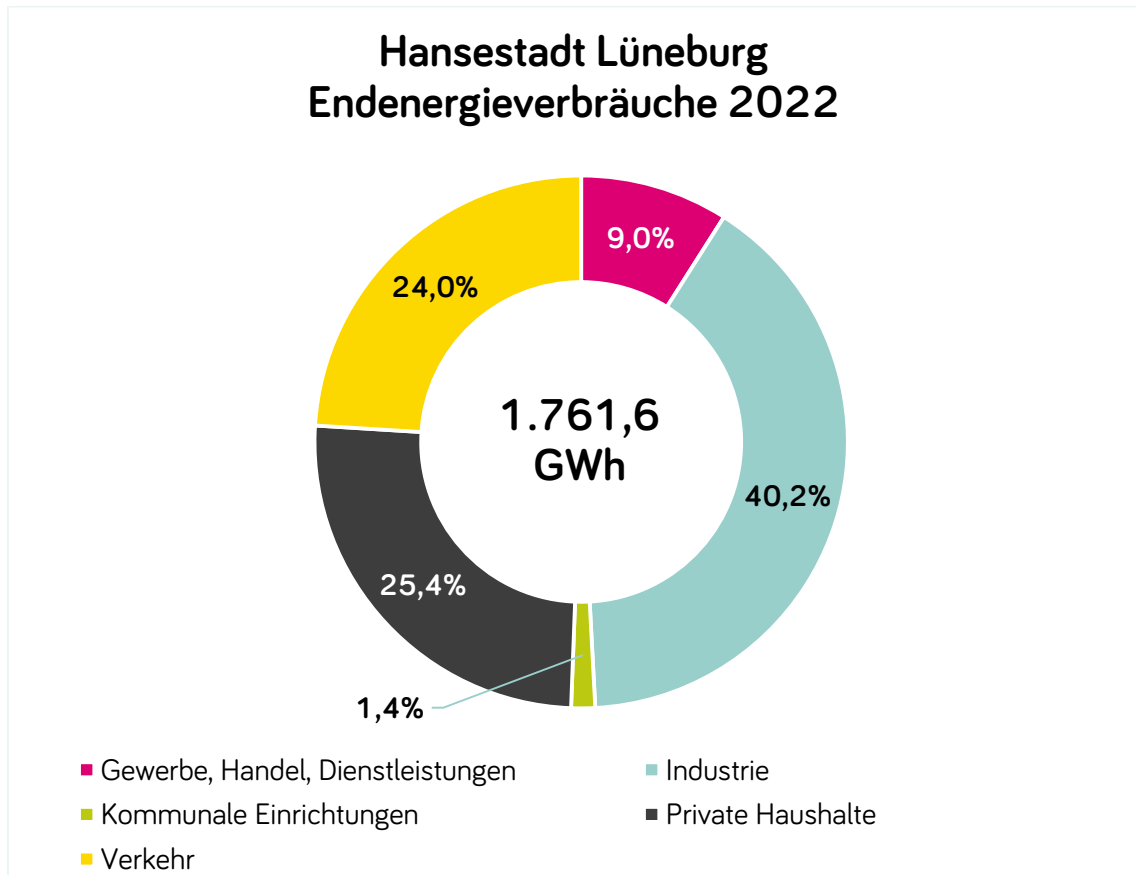


Abbildung 6: Endenergieverbräuche nach Verbrauchssektoren in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Der Sektor Industrie (I, blau) hat mit einem Anteil von 40,2 % und ca. 707,5 GWh im Jahr 2022 den größten Endenergieverbrauch in der Hansestadt Lüneburg (Abbildung 6). Dieser hängt stark von produktionsbedingten, konjunkturellen und weiteren äußeren Rahmenbedingungen ab, die i. d. R. nicht ausschließlich energiefachlich betrachtet werden können. Vor allem die Steigerung der Energieeffizienz in den Produktionsprozessen und -Anlagen, Wärmerückgewinnung/ Abwärmenutzung und auch das Nutzungsverhalten können hier in den nächsten Jahren Einsparungen bewirken.

Die zweithöchsten Gesamtenergieverbräuche liegen im Sektor Private Haushalte (PH, schwarz), der mit ca. 447,1 GWh/a etwa 25,4 % der gesamten Endenergieverbräuche in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 ausmacht (Abbildung 6). Hier liegt somit auch ein hohes Potenzial für Energie- und THG-Einsparungen. Insbesondere die energetische Sanierung der Bestandsgebäude, zur Senkung des Energiebedarfs sowie die Umstellung der Wärmeversorgung auf beispielsweise dezentrale Versorgung über kleine Nahwärmenetze oder den Einsatz von Wärmepumpen in den Wohngebäuden, kann hier eine deutliche Verringerung der Emissionen bewirken. Hier spielt die Vermeidung unnötiger Energieverbräuche eine wichtige Rolle. Der Anstieg der CO₂-Bepreisung fossiler Brenn- und Kraftstoffe kann diesbezüglich in Zukunft eine wichtige Rolle spielen.

Mit einem Anteil von 24 % und etwa 423,1 GWh im Jahr 2022 hat der Sektor des Verkehrs (V, gelb) die drittgrößten Endenergieverbräuche in der Hansestadt Lüneburg (Abbildung 6). Von 2020 bis 2021 kommt es zu einem minimalen Rückgang, von 2021 bis 2022 zu einem minimalen Anstieg der Endenergieverbräuche im Verkehrssektor. Der hohe Anteil des Verkehrssektors ist insbesondere auf den Autobahnabschnitt der A39 sowie die Bundesstraße B4, B101 und B209 zurückzuführen, die durch das Stadtgebiet führen.

Die Betriebe, die in den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD, pink) fallen (mit weniger als 20 Beschäftigten), haben einen etwa 9%-igen Anteil (Abbildung 6). Hierbei handelt es sich um Klein- und Kleinstunternehmen, wie beispielsweise Einzelhandel, Frisörgeschäfte oder ärztliche Praxen. In diesem Sektor sind aktuell geringe Reduktionen zu verzeichnen. Im GHD-Sektor liegen die Einsparpotenziale vor allem im Bereich der Gebäude (Wärmeversorgung). Es können aber auch bereits durch geringe Investitionen Energieeinsparmaßnahmen mit hohen Auswirkungen umgesetzt werden (Beispiel Umstellung auf sparsame LED-Beleuchtung oder Einsatz energieeffizienter Geräte und Anlagen etc.).

Mit einem Anteil von ca. 1,4 % des gesamten Endenergieverbrauchs weisen die kommunalen Einrichtungen (K, grün) den geringsten Anteil des Energieverbrauchs auf und spielen damit eine untergeordnete Rolle bei der Gesamtbilanz. Dieser Wert entspricht dem deutschlandweiten Durchschnitt. Nichtsdestotrotz sollen auch in diesem Sektor die Energieeinsparpotenziale bestmöglich umgesetzt werden, insbesondere im Hinblick auf die Vorbildfunktion der Hansestadt, aber auch aufgrund der stetig zunehmenden Energiekosten durch die steigende CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe (Erdgas). Die Energieverbräuche einer Kommune hängen stark von den Aufgaben ab, die von ihr übernommen werden.

Bei der Betrachtung der Endenergieverbräuche im Jahr 2022 nach den Anwendungsbereichen wird deutlich, dass 57 % der Endenergieverbräuche für Wärme bzw. Prozesswärme und 24 % der Endenergie für den Verkehr benötigt wird (Abbildung 7). Nur etwa 19 % der Endenergieverbräuche entfallen auf die Nutzung von Strom.

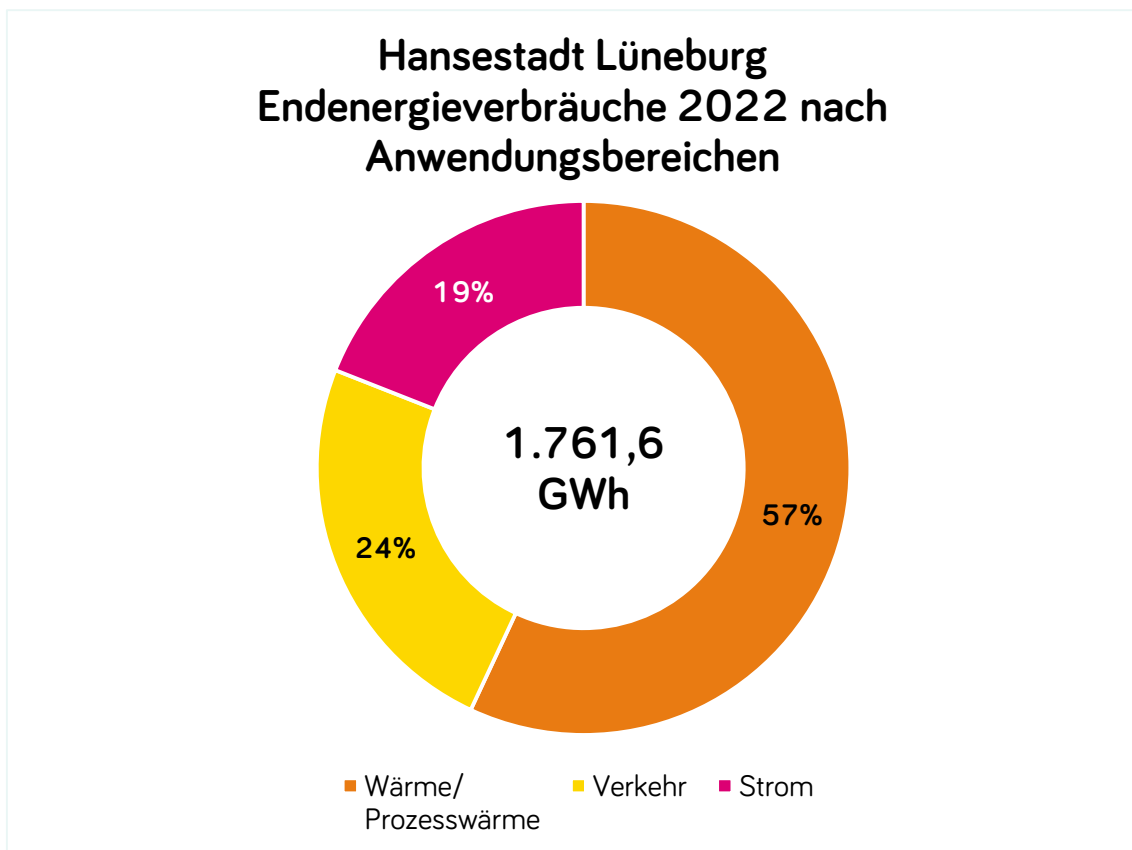


Abbildung 7: Endenergieverbräuche nach Anwendungsbereichen in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Der Blick auf die Wärmeversorgung (Abbildung 8) in der Hansestadt zeigt, dass diese vor allem über fossile Energieträger erfolgt. Erneuerbare Energieträger wie Biomasse (Holz, Pellets etc.) mit 1,27 %, Solarthermie (0,47 %), Umweltwärme (0,31 %) sowie teilweise erneuerbare Energieträger wie Nahwärme (1,11 %) und Fernwärme (12,19 %) umfassen insgesamt nur ca. 15 % der Gesamtwärmeverbräuche (Abbildung 8). Der Anteil fossiler Energieträger zur Wärmeversorgung ist deutlich höher als

der Anteil der Wärmeversorgung durch komplett oder teilweise erneuerbare Energien. Der Erdgasanteil in der Wärmeversorgung liegt in der Hansestadt Lüneburg bei ca. 80,62 %, gefolgt von Heizöl mit 3,72 %, dann folgen andere Energieträger (Abbildung 8).

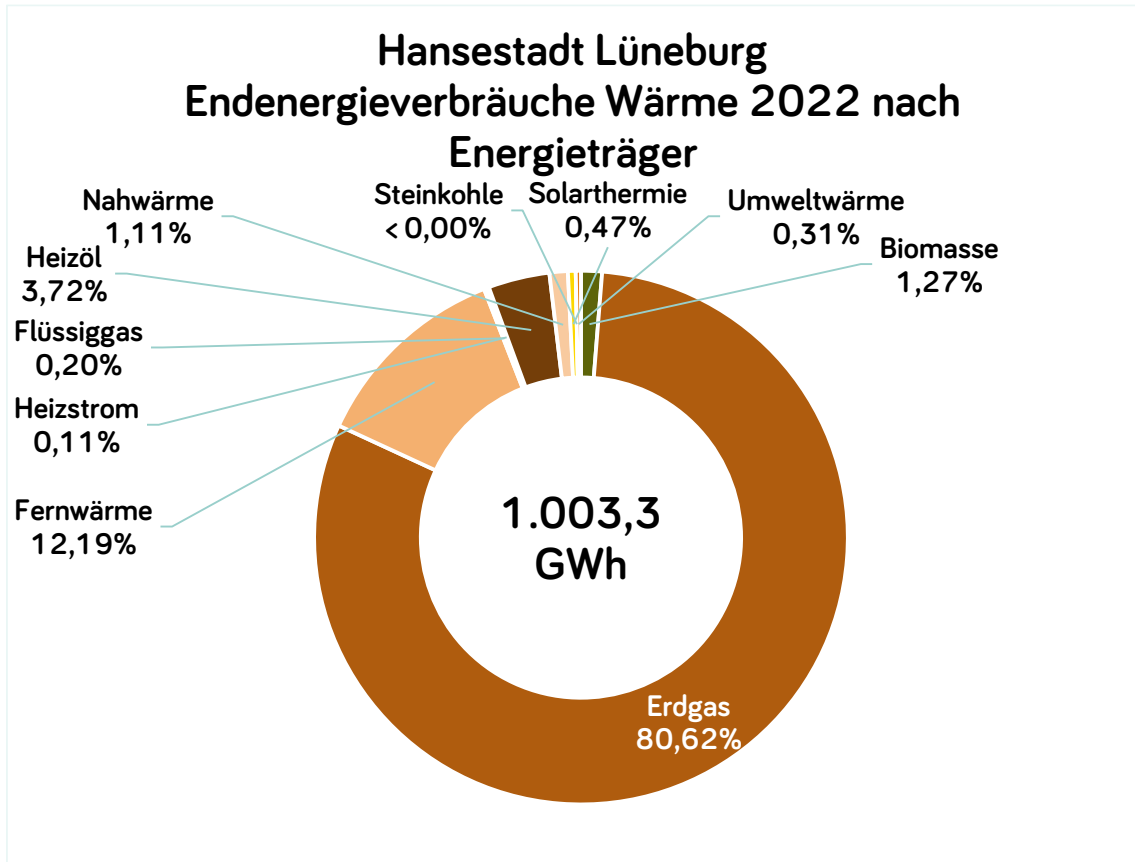


Abbildung 8: Wärmeverbräuche der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 nach Energieträgern (Quelle: beKS 2025).

Einordnung Endenergiebilanz

Der Endenergiebedarf jeder Kommune steht auch in Abhängigkeit mit der Anzahl an Einwohner:innen. Die Hansestadt Lüneburg ist eine große Mittelstadt und verzeichnet im Jahr 2022 76.837 Einwohner:innen. Im betrachteten Zeitraum der Endenergiebilanz (2020-2022) liegt ein leichtes Bevölkerungswachstum der Hansestadt vor. Von 2020 zu 2021 ist die Bevölkerung um 0,5 % und von 2021 auf 2022 um weitere 1,64 % gestiegen.

Der Wärmebedarf innerhalb einer Kommune ist unter anderem abhängig von den Witterungsbedingungen. In der Hansestadt Lüneburg gab es in den Jahren 2020 sowie 2022 jeweils einen milden Winter. Einen vergleichsweise kalten Winter in der Hansestadt gab es im Jahr 2021. Im Jahr 2021 ist der Heizwärmebedarf daher im Vergleich zu 2020 um 2 % gestiegen (vgl. Difu 2024c). Von 2021 auf das Jahr 2022 ist der Wärmebedarf um 9 % gesunken. Dies lässt sich zum einen auf den oben erwähnten eher wärmeren Winter sowie auf den Angriffskrieg auf die Ukraine und den damit verbundene gestiegene Energiepreise erklären. Durch die gestiegenen Preise kam es deutschlandweit im Jahr 2022 zu verstärkten Energieeinsparungen (vgl. Difu 2024b).

Der Endenergieverbrauch der Industrie ist vom Jahr 2020 auf das Jahr 2021 um ca. 5,4 % angestiegen. Dies ist durch die wieder zunehmenden Wirtschaftsaktivitäten nach Wegfall verschiedener Infektionsschutzmaßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie zu begründen (vgl. Difu 2024c). Im folgenden Jahr ist ein Rückgang der Energieverbräuche der Industrie, um ca. 8 % zu vermerken. Bundesweit gab es im Jahr 2021 Produktionsrückgänge, begründet durch den Angriffskrieg auf die Ukraine und damit zusammenhängenden Steigerungen der Energiepreise (vgl. Difu 2024b).

3.2 THG-Bilanz

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Treibhausgasbilanzierung dargestellt. Hier ist es wichtig zu verstehen, dass die einzelnen Treibhausgase in unterschiedlichem Maß zu der Entwicklung der Klimaerwärmung beitragen. Die Freisetzung von CO₂ ist mit einem Anteil von ca. 89 % Hauptverursacher der THG-Emissionen (vgl. UBA 2024a). Diese stammen aus der stationären und mobilen Verbrennung fossiler Energieträger. Weitere THG-Emissionen werden beispielsweise durch Lachgas N₂O und Methan (CH₄) erzeugt.

Insgesamt ergeben sich in der Hansestadt Lüneburg für das Jahr 2022 THG-Emissionen in Höhe von etwa 568 Tausend Tonnen CO₂-Äquivalente (Tsd. t CO₂-äq.).

Zwischen den Jahren 2020 und 2021 sind die THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg in allen Sektoren und insgesamt von 530,2 Tsd. t CO₂-äq. auf ca. 571,3 Tsd. t CO₂-äq. um ca. 7,8 % gestiegen (Abbildung 9, Tabelle 3). Dies spiegelt zum Teil auch die Effekte der Corona-Pandemie sowie der Entwicklungen im Energiesektor wider (vgl. UBA 2021b).

Anschließend (2021-2022) sind die THG-Emissionen um ca. 0,6 % (Abbildung 9, Tabelle 3) von 571,3 Tsd. t CO₂-äq. auf 568 Tsd. t CO₂-äq. gesunken.

Die THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg haben sich von 2020 zu 2022 um ca. 37,8 Tsd. t CO₂-äq. bzw. ca. 7,1 % verändert (Abbildung 9, Tabelle 3).

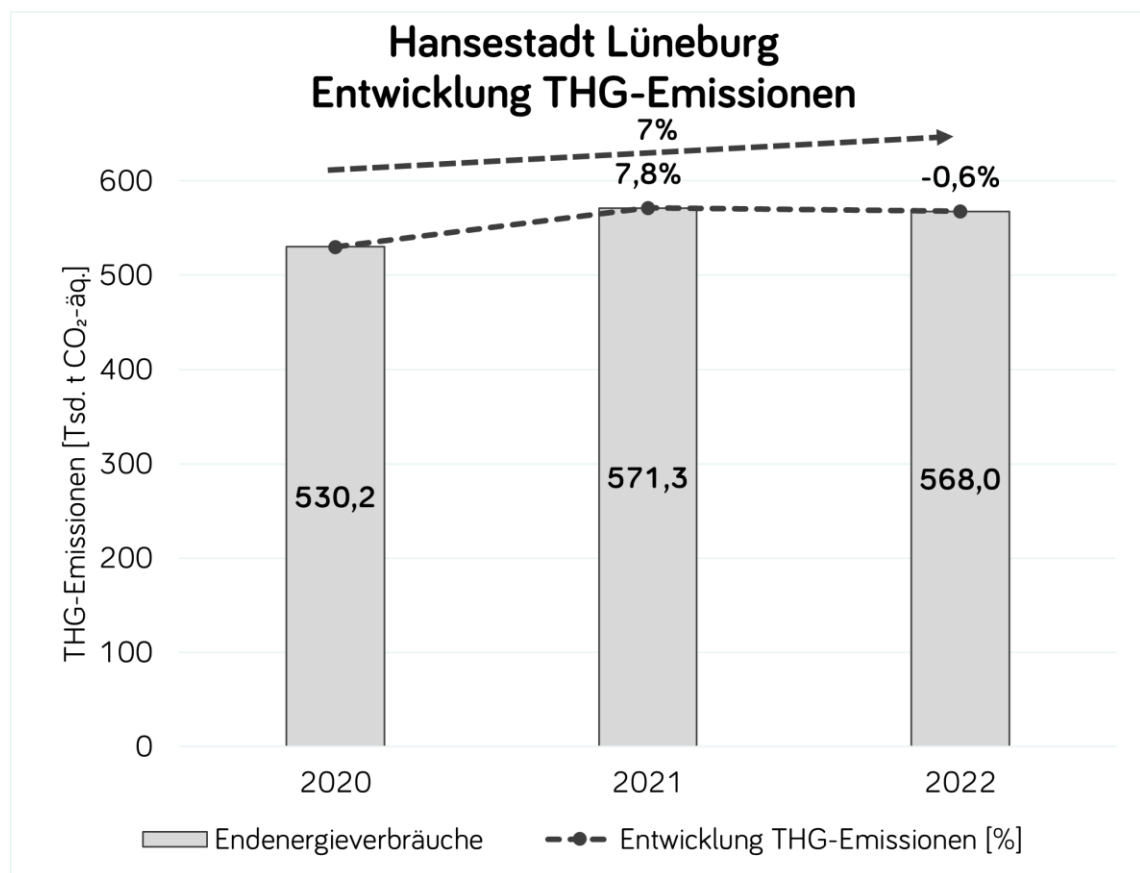


Abbildung 9: THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 in Tsd. t CO₂-äq./a (Quelle: beKS 2025).

Tabelle 3: THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg von 2020 bis 2022 in t CO₂-äq./a nach Sektoren inkl. prozentualen Anteil sowie prozentualer Veränderung (Quelle: be/s 2025).

Sektor	THG-Emissionen [t CO ₂ -äq./a]			Anteil an THG [%]	Veränderung [%]		
	2020	2021	2022		2020 - 2021	2021 - 2022	2020 - 2022
Gewerbe, Handel, Dienst- leistungen	45.891	50.740	47.816	8,4 %	10,6 %	-5,8 %	4,2 %
Industrie	218.322	237.290	233.627	41,1 %	8,7 %	-1,5 %	7,0 %
Kommunale Einrichtungen	7.060	8.392	8.462	1,5 %	18,9 %	0,8 %	19,9 %
Private Haus- halte	126.047	142.083	131.954	23,2 %	12,7 %	-7,1 %	4,7 %
Verkehr	132.847	132.794	146.104	25,7 %	0 %	10 %	10 %
Gesamt	530.166	571.299	567.962	100 %	7,8 %	-0,6 %	7,1 %

Die nachfolgende Abbildung zeigt die gesamten THG-Emissionen der Bilanzjahre 2020 bis 2022 gemäß Klimaschutz-Planer nach den benannten Verbrauchssektoren für die Hansestadt Lüneburg. Am stärksten sind die THG-Emissionen zwischen 2020 und 2022 in den kommunalen Einrichtungen gestiegen (19,9 %). Es ist ebenso wie bei den Endenergieverbräuchen zu bedenken, dass die THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen im Vergleich der Sektoren gering sind (Anteil von gesamten THG-Emissionen in Höhe von ca. 1,5 %). Insgesamt sind die THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen zwischen 2020 und 2022 um ca. 1.403 t CO₂-äq. gestiegen. Dies entspricht einem Anteil der Gesamtemissionen der Hansestadt in Höhe von 0,25 % im Jahr 2022. Trotz des geringen Anteils der Kommunalen Einrichtungen an den gesamten THG-Emissionen der Hansestadt, ist darauf hinzuweisen, dass die Hansestadt eine Vorbildfunktion hat und weiter daran arbeiten sollte die Energieeffizienz zu erhöhen sowie die THG-Emissionen zu senken.

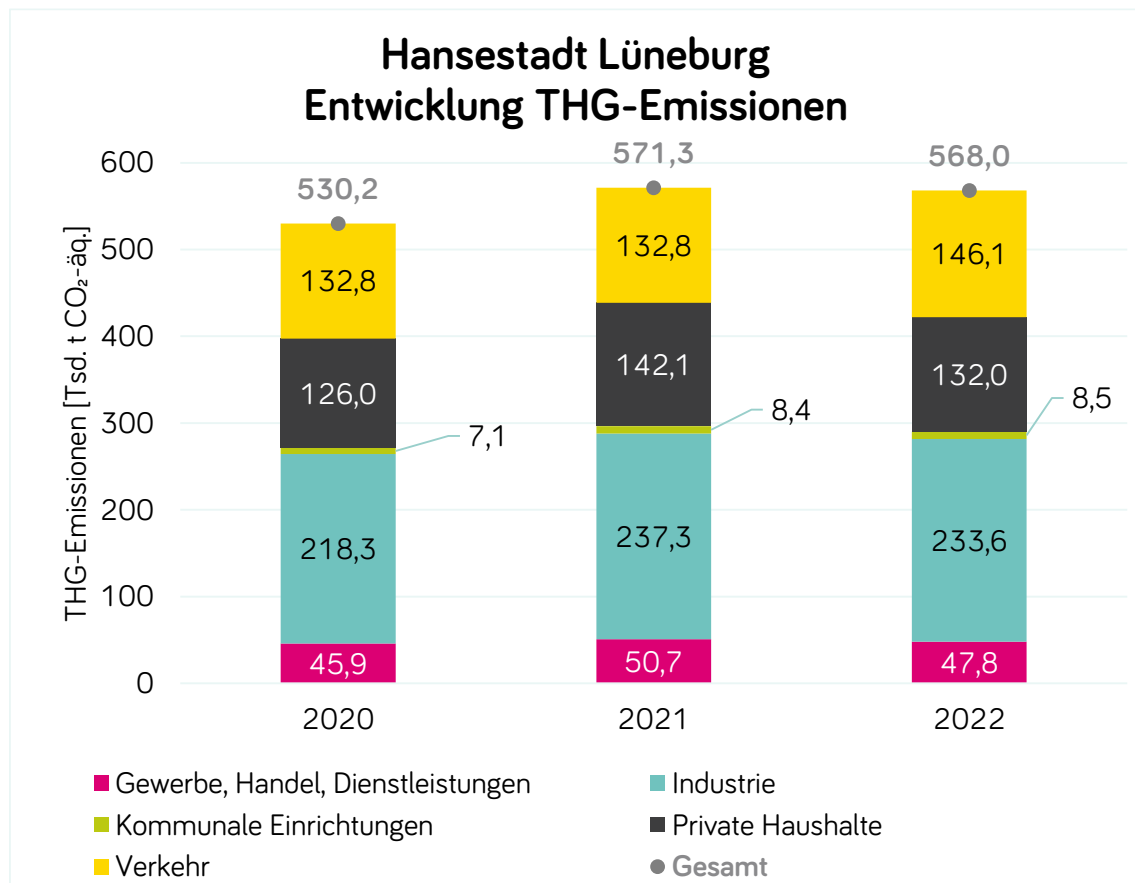


Abbildung 10: Entwicklung der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beKS 2025).

Zwischen den betrachteten Sektoren ergibt sich analog zu den Endenergieverbräuchen eine ähnliche prozentuale Aufteilung der THG-Emissionen im Jahr 2022 in der Hansestadt Lüneburg (Abbildung 11). Den größten Anteil der THG-Emissionen (41,1 %) hat der Sektor der Industrie, gefolgt vom Sektor Verkehr, private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistung. Die geringsten THG-Emissionen sind auf kommunale Einrichtungen zurückzuführen (Tabelle 3, Abbildung 11).

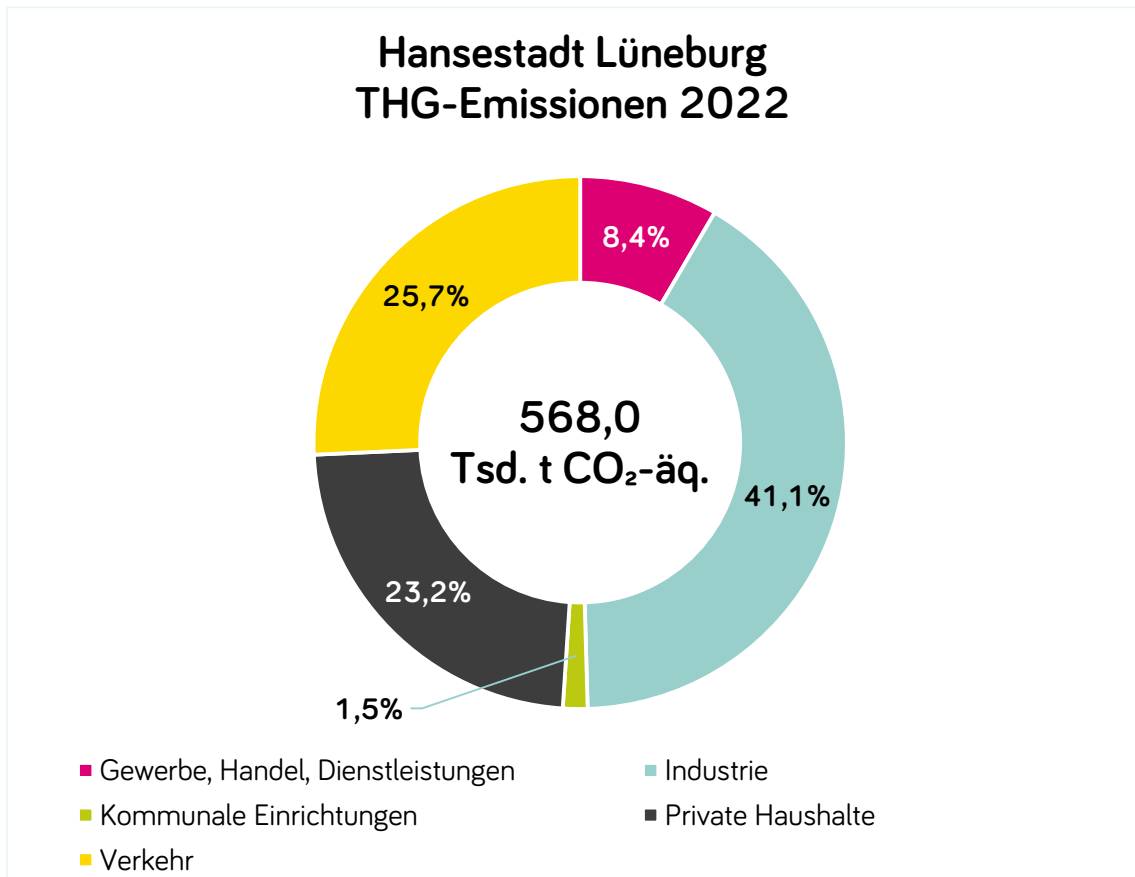


Abbildung 11: THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 nach Sektoren (Quelle: beKS 2025).

Industrie (I)

Die sektorale Aufteilung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg zeigt den Einfluss des verarbeitenden Gewerbes mit einem Anteil von ca. 41,1 % im Jahr 2022 und 233.627 t CO₂-äq. (Tabelle 3, Abbildung 11). Insgesamt unterliegen die Energieverbräuche und damit die THG-Emissionen im Industriesektor stark den konjunkturellen Rahmenbedingungen. In den Jahren 2020 bis 2022 sind die THG-Emissionen der Industrie um 15.305 t CO₂-äq. bzw. 7 % gestiegen.

Es bestehen grundsätzlich große Einsparpotenziale in den Klimaschutzaktivitäten der Unternehmen. Durch kontinuierliche Prozessoptimierung, Steigerung der Energieeffizienz und insbesondere dem Ersatz der fossilen durch erneuerbare Energieträger, können die Klimaschutzziele mittelfristig und langfristig erreicht werden. Hier sind ganzheitliche Strategien und eine schnelle und unbürokratische Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele gefragt.

Die Unternehmen sollten, auch aus Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit, schnell Energie-Einsparmaßnahmen umsetzen, um zukunftsfähig zu bleiben (Stichwort Energiekrise, CO₂-Bepreisung etc.). Hierfür stehen viele Fördertöpfe auf Bundesebene zur Verfügung, die genutzt werden sollten.

Verkehr (V)

In der Hansestadt Lüneburg sind im Jahr 2022 THG-Emissionen in Höhe von ca. 146.104 t CO₂-äq. dem Sektor Verkehr zuzuordnen (25,7 %) (Tabelle 3, Abbildung 11). Zwischen 2020 und 2022 ist ein Anstieg der THG-Emissionen im Verkehr, um ca. 10 % zu beobachten (Tabelle 3). Im folgenden Kapitel wird der Sektor Verkehr separat betrachtet.

Privathaushalte (PH)

Der Sektor Privathaushalte hat im Jahr 2022 einen Anteil von ca. 23,2 % an den gesamten THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg (131.954 t CO₂-äq.) (Tabelle 3, Abbildung 11). In den Jahren von 2020 bis 2022 ist eine Steigerung der THG-Emissionen von 4,7 % zu verzeichnen – das entspricht knapp 5.906 t CO₂-äq..

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte sinkt wie bereits dargestellt zwischen 2020 und 2022 um ca. 9,44 %. Die Differenz zwischen dem Rückgang des EEV und dem Anstieg der THG-Emissionsfaktoren ist durch die Veränderungen in den Emissionsfaktoren zu begründen, welche in diesem Zeitraum angestiegen sind. Sowohl in der Energieversorgung der Privathaushalte mit Strom und Wärme als auch in den Wohngebäuden selbst stecken bekanntermaßen hohe THG-Einsparpotenziale. Hier stehen zum einen mittelfristig die Erneuerung und Modernisierung der Heizungsanlagen im Fokus und zum anderen die massive Steigerung der Sanierungsrate für umfassende Gebäudesanierungen sowie der klimafreundliche Neubau nach Effizienzhausstandard mit dem kompletten Umstieg auf erneuerbare Energien wie beispielsweise durch den Einsatz von Wärmepumpen und dem zusätzlichen Ausbau der Photovoltaik.

Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)

Im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung, der im Jahr 2022 mit etwa 47.816 t CO₂-äq. ca. 8,4 % der Gesamtemissionen verursacht, ist von 2020 bis 2022 ein Anstieg der THG-Emissionen um ca. 4,2 % bzw. ca. 1.925 t CO₂-äq. zu verzeichnen (Tabelle 3, Abbildung 11). Dieser Sektor sollte innerhalb der Klimaschutzbemühungen der Hansestadt Beachtung finden, da sich hier schneller als im Industriesektor Maßnahmen einleiten und umsetzen lassen. Hier können auch kleine Maßnahmen große Einsparwirkung erzielen. In diesen Sektor fallen in der durch den Tourismus geprägten Hansestadt Lüneburg auch die Energieverbräuche und Emissionen des Tourismus-Sektors, z. B. in den Ferienunterkünften der Hansestadt.

Kommunale Einrichtungen (KE)

Im Jahr 2022 sind dem Sektor Kommunale Einrichtungen THG-Emissionen in Höhe von 8.462 t CO₂-äq. zuzuordnen (Tabelle 3, Abbildung 11). Zwischen den Jahren 2020 und 2022 sind die THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen um ca. 19,9 % bzw. 1.403 t CO₂-äq. gestiegen. Der prozentuale Anteil der THG-Emissionen des Sektors kommunale Einrichtungen spielt in der Gesamtbilanz in den Jahren 2020 bis 2022 jeweils mit ca. 1,5 % Anteil eine sehr untergeordnete Rolle.

Die Energieverbräuche sowie THG-Emissionen der kommunalen Einrichtung sind stark von den Aufgaben der Kommune abhängig. Nichtsdestotrotz können hier durch geeignete Maßnahmen weitere Einsparungen erzielt werden und die Vorbildwirkung der Kommune gestärkt werden. Die Wärmeversorgung der öffentlichen Liegenschaften erfolgt noch nicht ausschließlich über erneuerbare Energien. Hier liegen Potenziale durch Umstieg auf erneuerbare Energieträger und der energetischen Gebäudesanierung zur Minimierung der Wärmebedarfe sowie die flächendeckende Ausnutzung des Photovoltaik(PV)-Potenzials auf allen (geeigneten) öffentlichen Gebäudedächern, wie beispielsweise Schulen, Kitas etc.

Ein wesentlicher Faktor für die Zunahme der THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen ist neben der Entwicklung der Emissionsfaktoren der Anstieg im Endenergieverbrauch (siehe Kapitel 3.1). Dieser ist durch Neubauten und Erweiterungsmaßnahmen, die in den Jahren 2020 und 2022 fertiggestellt wurden zurückzuführen. Zudem werden städtische Einrichtungen über die vergangenen Jahre zunehmend stärker genutzt, was insbesondere durch eine Intensivierung der Betreuungsangebote (einschließlich Verpflegung) begründet ist.

Verschiedenste Sanierungs-, Effizienzmaßnahmen sowie Umstellungen von Energieträgern sind in Vergangenheit erfolgt. Hierzu gehört u.a. das Bürgeramt, dessen Öl-Heizung durch einen Fernwärmeanschluss ersetzt wurde. Des Weiteren sind Schulen und Kitas in den Stadtteilen Kaltenmoor und Kreideberg an das Fernwärmenetz angeschlossen worden.

Einordnung THG-Bilanz

Wie bereits in Kapitel 2.1 erwähnt, werden die Treibhausgasemissionen aus den Endenergieverbräuchen und spezifischen Emissionsfaktoren berechnet. Die Höhe der Treibhausgasemissionen einer Kommune sind somit abhängig vom Endenergieverbrauch innerhalb der Kommune sowie der Entwicklung der verschiedenen Emissionsfaktoren.

Die Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Entwicklung der THG-Emissionen sind in der Hansestadt Lüneburg ebenso wie auf Bundesebene spürbar. In Lüneburg ist eine Steigerung der THG-Emissionen von 2020 auf 2021 um ca. 7,8 % zu verzeichnen. Bundesweit kam es in diesem Zeitraum zu einer Steigerung der THG-Emissionen um 4 % (vgl. Difu 2024b). Begründet wird diese Entwicklung durch den Wegfall von Infektionsschutzmaßnahmen und wieder zunehmenden Wirtschaftstätigkeiten (vgl. Difu 2024b).

Der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes hat sich von 2020 auf 2021 um ca. 10 % verschlechtert. Begründet wird dies durch Preissteigerungen u. a. im Erdgasbereich und damit eingehend einer anderen Zusammenstellung im Bundesstrommix. Im Jahr 2021 wurde daher weniger Strom aus Erdgas und mehr Strom aus Kohle produziert (vgl. Difu 2024b).

Der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes hat sich von 2021 auf 2022 um weitere 7 % verschlechtert. Begründet wird dies durch einen erneuten Anstieg der Stromerzeugung aus Kohle (vgl. Difu 2024c). Zusätzlich ist der Emissionsfaktor von Erdgas in diesem Zeitraum gestiegen. Aufgrund des russischen Angriffskriegs hat sich der Anteil an Flüssiggasimporten über die Niederlande und Belgien erhöht. Der Emissionsfaktor ist aufgrund der veränderten Vorketten gestiegen (vgl. Difu 2024c).

Der Rückgang der THG-Emissionen von 2021-2022 in der Hansestadt Lüneburg ist deutlich geringer als der Rückgang der EEV im selben Zeitraum. Dies ist wie oben erklärt insbesondere durch die Entwicklungen der Emissionsfaktoren im Bereich Strom und Erdgas zu begründen.

3.3 Verkehrsbilanz

Lüneburg verfügt über eine gute verkehrstechnische Anbindung, die sowohl den Individualverkehr als auch den öffentlichen Nahverkehr umfasst. Ergänzend zum ÖPNV gibt es in der Hansestadt ein dichtes Netz für Bike-, und Car-Sharing.

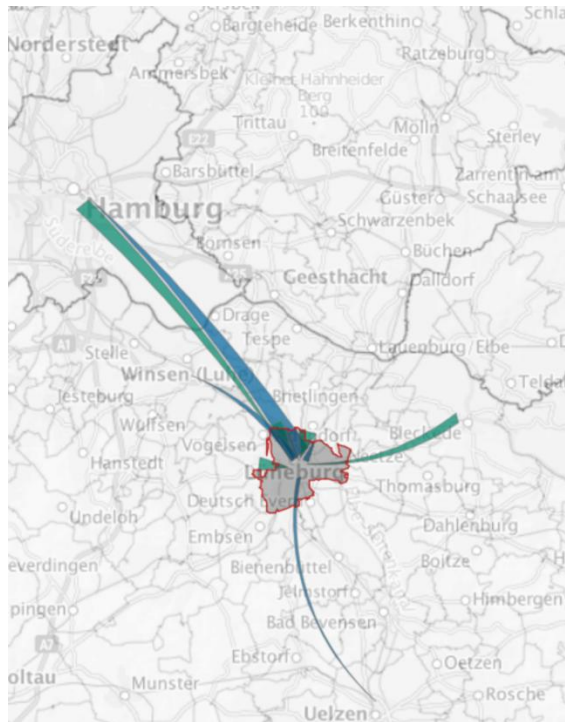
Straßenverkehr

Die Hansestadt Lüneburg bietet mit ihrer direkten Autobahnlage an der A39 zwischen Lüneburg und Hamburg sowie ihrer direkten Lage an den Bundesstraßen B4, B191 und B209 eine gute Verbindung in die angrenzenden Kommunen sowie größere Städte im Umland. Hamburg liegt ca. 55 km entfernt von Lüneburg. Die Autobahn A39 beginnt im Nordwesten der Hansestadt an der Anschlussstelle Lüneburg Nord im Anschluss an die Bundesstraße B4 und führt weiter nach Hamburg. In Richtung Süden beginnt in der Hansestadt Lüneburg die B4, welche bis nach Nürnberg führt. Zusätzlich beginnt im Osten an der Ostumgehung in Lüneburg-Hagen die Bundesstraße B216, welche in Dannenberg (Elbe) an der B191 endet. Die Bundesstraße B209 verläuft zusätzlich durch das Gebiet der Hansestadt.

Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Sowohl das Gewerbe als auch die Industrie sind überwiegend in und im nahen Umkreis der Hansestadt Lüneburg angesiedelt. Deshalb gibt es ein hohes Pendleraufkommen durch die Erwerbstätigen. Überregional wird der Pendelverkehr stark von der Nähe zur Freien und Hansestadt Hamburg beeinflusst.

Beispielhaft sind in Abbildung 12 die Pendelströme (Ein- und Auspendeln) der Hansestadt Lüneburg für das Jahr 2022 dargestellt.


 Pendelströme 2022
 Ein- und Auspendelnde

Lüneburg
 Niedersachsen

Einpendelgebiete	Pendelnde	Km
Adendorf	2.325	5,7
Hamburg	1.762	43,2
Reppenstedt	1.633	6,0
Bardowick	1.389	7,4
Bleckede	1.248	21,9
Auspindelgebiete	Pendelnde	Km
Hamburg	5.999	43,2
Winsen (Luhe)	1.111	18,7
Adendorf	753	5,7
Uelzen	511	31,8
Bardowick	501	7,4

Dargestellt werden die jeweils 5 - soweit vorhanden - größten Einpendel- und Auspendelströme ab mindestens 10 Pendelnden.

Abbildung 12: Pendelströme der Hansestadt Lüneburg 2022 (blau Auspendeln, grün Einpendeln) (Quelle: vgl. Pendleratlas Deutschland o.J.).

Darin ist erkennbar, dass die meisten Einwohner:innen nach Hamburg auspendeln (blau), gefolgt wird dies von Winsen (Luhe), Adendorf, Uelzen und Bardowick. Einpendler:innen (grün) kommen vor allem aus dem nahegelegenen Adendorf sowie aus Hamburg, Reppenstedt, Bardowick und Bleckede. Die Statistiken können pro Kommune im Pendleratlas eingesehen werden.

In der Hansestadt gibt es verschiedene Stationen des Carsharinganbieters Cambio CarSharing.

Bahn- und Busverkehr

Lüneburg liegt im Gebiet des Hamburger Verkehrsverbund. Im Ortskern der Hansestadt liegt der Bahnhof „Lüneburg Hauptbahnhof“. Die RB 31 (metronom Eisenbahngesellschaft) verbindet die Hansestadt Lüneburg in Richtung Norden mit Hamburg-Harburg. Zwischenhalte sind u. a. Bardowick und Winsen (Luhe). Südlich verbindet die RB 31 die Hansestadt Lüneburg über Zwischenhalte in Bienenbüttel und Bad Bevensen mit Uelzen. Auf der Strecke des RE 3 (Deutsche Bahn AG) mit Zielbahnhof Hamburg Hauptbahnhof bzw. Hamburg-Harburg liegt Winsen (Luhe). Der RE 3 mit Zielbahnhof Hamburg Hauptbahnhof verkehrt einmal stündlich und hat eine Fahrtzeit von 35 Minuten (min.). In südlicher Richtung verkehrt der RE 3 mit Zielbahnhof Uelzen stündlich über Bad Bevensen. Uelzen ist innerhalb von ca. 22 min. mit dem RE 3 verbunden. Der RE 83, welcher zwischen Büchen und Lübeck verkehrt, hält jeweils am Lüneburger Hauptbahnhof.

Außerdem liegt die Hansestadt auf der Strecke verschiedener ICE und IC, welche zwischen Norden und Süden sowie in Richtung Osten verlaufen (u. a. ICE 881, ICE 1577, ICE 1579, ICE 1676, ICE 1285, ICE 751, ICE 2230).

Diverse Buslinien der KVG Stade führen zur Verknüpfung verschiedener Stadtteile sowie zu verschiedenen Umlandgemeinden.

Radverkehr

Die Hansestadt Lüneburg ist für die Jahre 2025-2029 als „Fahrradfreundliche Kommune Niedersachsen“ zertifiziert (Hansestadt Lüneburg o.J.).

Im Jahr 2017 wurde in Lüneburg ein Verkehrsentwicklungsplan erstellt und beschlossen (vgl. Hansestadt Lüneburg 2017). Die Verbesserung des Radverkehrsnetzes sowie der Ausbau von

Fahrradabstellanlagen wurden bereits in der Vergangenheit implementiert und befinden sich weiterhin in Umsetzung. Unter anderem befinden sich in der Wallstraße kostenlose Fahrradboxen, welche gebucht werden können (ebd.).

Die 11 Hauptrouten, welche in der „Radverkehrsstrategie 2025“ genannt werden, bilden das Gerüst des Lüneburger Radnetzes. Diese wurden Ende 2021 vollständig neu beschildert. Ergänzt werden diese Hauptrouten durch Netzergänzungen, wie den geplanten Fahrradstraßenring der Innenstadt (ebd.).

Die touristisch geprägte Hansestadt Lüneburg verfügt über etwa zwei Dutzend Fahrradrouten, von denen ein Großteil nach dem landkreisweiten Knotenpunktsystem befahrbar sind. Das Routennetz wird neben den ausgewiesenen Alltagsradrouten durch ausgeschilderte Fernradwege sowie Freizeitroutes ergänzt (ebd.). Zusätzlich gibt es an über 25 Stationen im Stadtgebiet sowie in verschiedenen Umlandgemeinden das „StadtRAD Lüneburg“. Aktuell können in diesem Rahmen 185 Fahrräder sowie 25 Lastenpedelecs ausgeliehen werden (ebd.).

In der Hansestadt gibt es 10 öffentliche Fahrradreparaturstationen, welche kostenfrei genutzt werden können (ebd.).

Modal Split

Die Personenverkehrsleistung umfasst die zurückgelegte Strecke von Personen innerhalb einer bestimmten Zeit. Personenkilometer (Pkm) dienen als Einheit zur Messung der Verkehrsleistung im Personenverkehr (vgl. DLR 2022). Die Personenverkehrsleistung wird aus der Personenanzahl und der zurückgelegten Strecke in km berechnet (UBA o.J.).

In der Hansestadt Lüneburg wurden im Jahr 2022 ca. 677 Mio. Pkm zurückgelegt. Diese sind zu 77 % mit dem Personenkraftwagen (Pkw), zu 8 % mit dem Linienbus, zu 5 % mit dem Rad, zu jeweils 4 % durch Schienenpersonennahverkehr und zu Fuß sowie zu 2 % durch motorisierte Zweiräder erfolgt (siehe Abbildung 13).

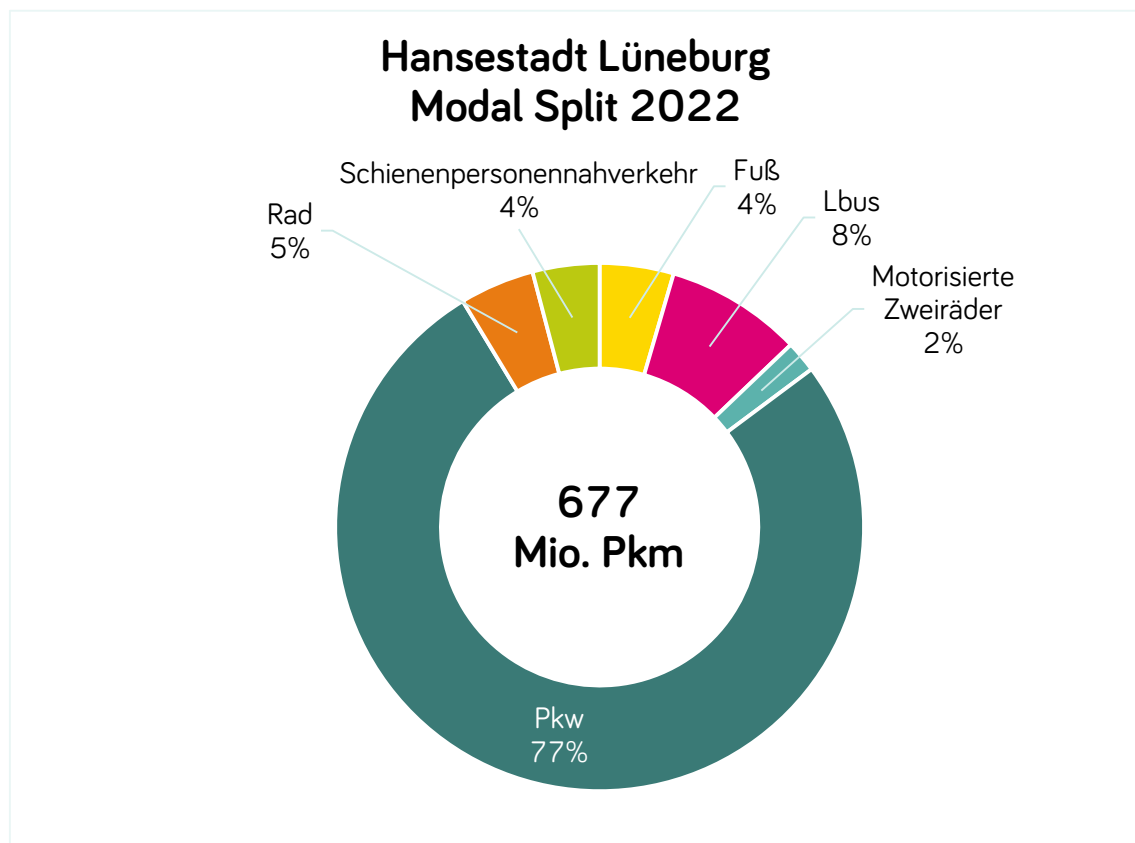


Abbildung 13: Modal Split in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Die Personenkilometer, welche im Hansestadtgebiet zurückgelegt wurden, sind von 2020 auf 2021 leicht gesunken (ca. -1,6 %). Ein Rückgang in den Verkehrsbewegungen ist in diesem Zeitraum bundesweit zu beobachten und wird auf die Corona-Pandemie zurückgeführt (vgl. UBA 2021b). Die Personenkilometer stiegen in Lüneburg von 2021 auf 2022 um ca. 5,5 % an. Insgesamt ist damit ein Zuwachs der Personenkilometer im gesamten Zeitraum von 2020 bis 2022 um ca. 3,8 % zu verzeichnen.

Betrachtet man jedoch in der Hansestadt zusätzlich das Jahr 2019, welches als Jahr vor der Corona-Pandemie gesehen wird, lag hier die Verkehrsbewegung ca. 9,5 % höher als im Jahr 2020. Auch im Jahr 2022 liegt die Anzahl an Personenkilometer noch ca. 6 % unterhalb der Anzahl der Personenkilometer aus dem Jahr 2019. Der Vergleich der Verkehrsbewegungen konnte zu dem Jahr 2019 gezogen werden, da bereits in 2019 nach BSKO-Standard bilanziert wurde.

Verkehrsemissionen

Die Verkehrsemissionen nehmen mit 146.103 t CO₂-äq. gut ein Fünftel (22 %) der Gesamtemissionen ein. Damit kommt dem Sektor Verkehr eine hohe Bedeutung im Klimaschutz in Lüneburg zu.

Etwa 90 Tsd. t CO₂-äq. bzw. 61,6 % der gesamten Verkehrsemissionen sind auf die Nutzung von Pkw zurückzuführen (Abbildung 14). Der Anteil der THG-Emissionen durch den Lastkraftwagen (Lkw)-Verkehr und leichte Nutzfahrzeuge liegt 2022 in der Hansestadt Lüneburg mit ca. 27,8 % bei ca. einem Drittel (Abbildung 14). Die hohen Emissionen hängen stark mit der Autobahn sowie den Bundesstraßen zusammen, die durch das Hansestadtgebiet verlaufen. Der THG-Anteil des ÖPNV hat einen sehr geringen Anteil von ca. 6 % (Abbildung 14).

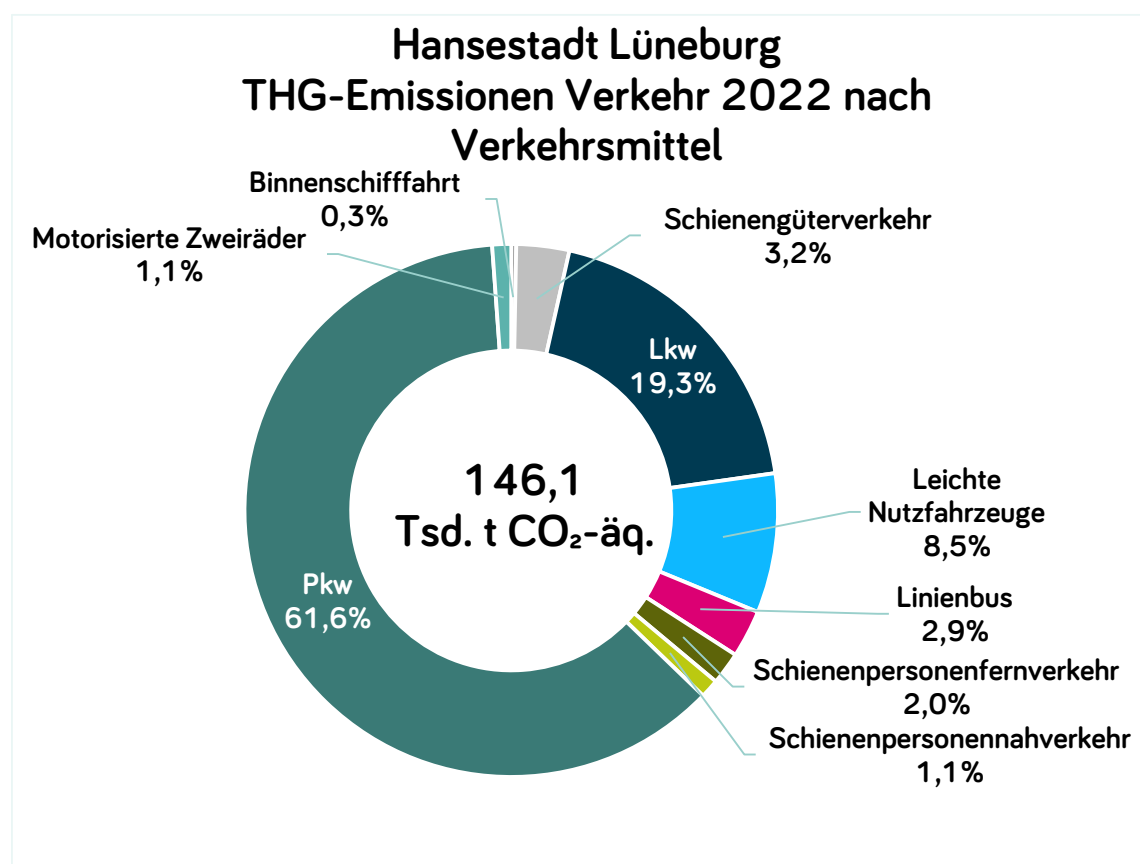


Abbildung 14: THG-Emissionen im Verkehr in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Bei der zeitlichen Betrachtung der THG-Emissionen des Verkehrs ist analog zu den Personenkilometern von 2020 auf 2021 ein leichter Rückgang um ca. 0,04 % sichtbar (Abbildung 15).

Von 2021 auf 2022 steigen die Emissionen im Sektor Verkehr in Lüneburg um ca. 10 % von ca. 133 Tsd. t CO₂-äq. auf 146 Tsd. t CO₂-äq. an (Abbildung 15).

Diese Entwicklungen ist größtenteils auf die Corona-Pandemie zurückzuführen (vgl. UBA 2021b). Die Verkehrsleistung und die damit verbundenen THG-Emissionen sind besonders von 2019 auf das Jahr 2020 gesunken. Im Jahr 2022 hat sich die Verkehrsleistung wieder etwas erholt, bleibt jedoch unter dem Niveau von 2019. Gleiches ist auch bei den THG-Emissionen zu beobachten.

Die THG-Emissionen sind von 2020 bis 2022 um ca. 10 % gestiegen. Aufgrund der vorherrschenden Corona-Pandemie stellt dies jedoch keinen repräsentativen Wert dar. Die Emissionen im Jahr 2020 liegen ca. 8,4 % unterhalb der THG-Emissionen des Verkehrs im Jahr 2019. Somit sind liegen die THG-Emissionen im Jahr 2022 lediglich 0,79 % oberhalb der THG-Emissionen des Jahres 2019.

Seit 1990 sind die THG-Emissionen im Verkehrssektor bundesweit kaum gesunken (UBA 2024b). Die Verbesserungen im Klima- und Umweltschutz, welche seitdem erreicht wurden, werden teilweise durch das Mehr an Verkehr aufgehoben.

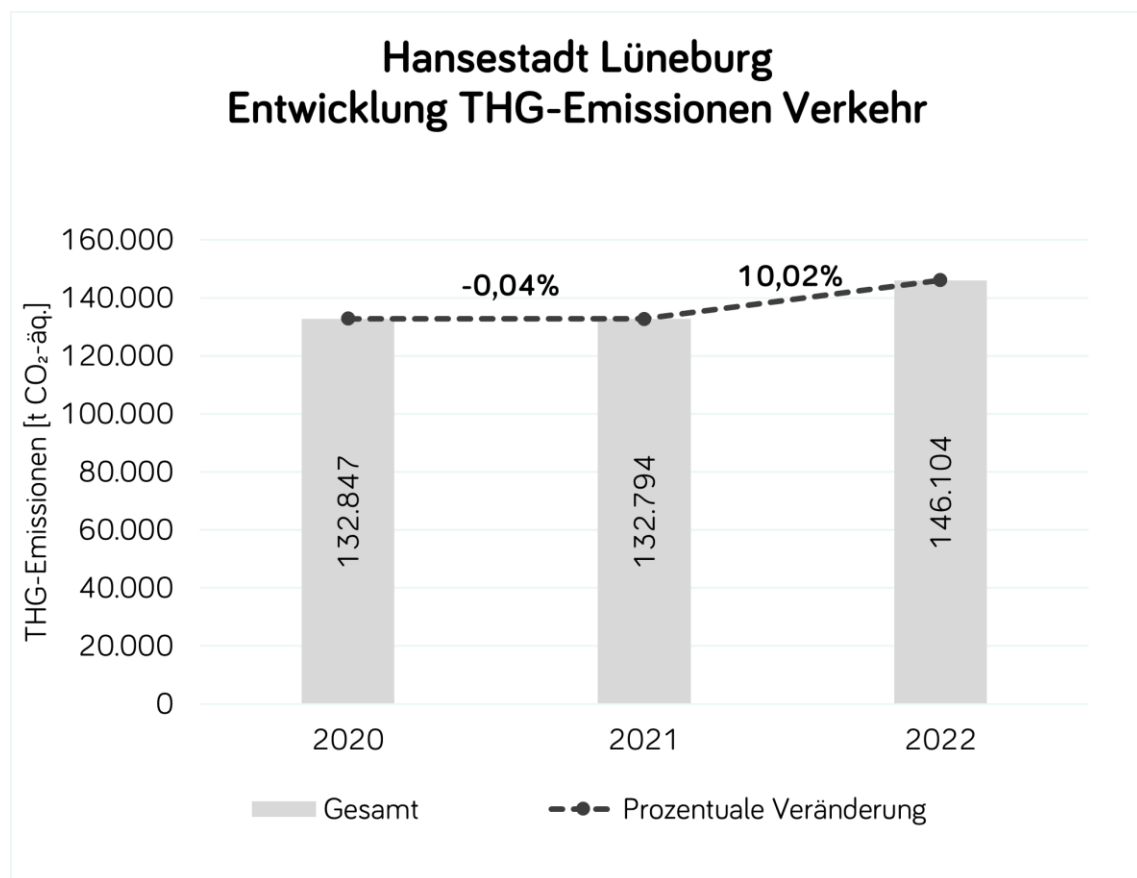


Abbildung 15: Entwicklung der THG-Emissionen im Verkehr in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beKS 2025).

3.4 Nachrichtlich: Treibhausgasemissionen pro Einwohner:innen

Der Klimaschutz-Planer bietet die Möglichkeit, die pro Kopf-Belastung der Bevölkerung durch die THG-Emissionen in der Kommune auszuweisen. Dies ist wichtig, um eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Städten und Kommunen zu haben, da die THG-Emissionen unter anderem davon abhängig sind, wie viele Einwohner:innen in einem Gebiet leben. Bezieht man also die energiegedingten Gesamtemissionen der Hansestadt Lüneburg auf die Anzahl der Einwohner:innen, ergeben sich folgende Emissionen pro Einwohner:in für die Jahre 2020-2022:

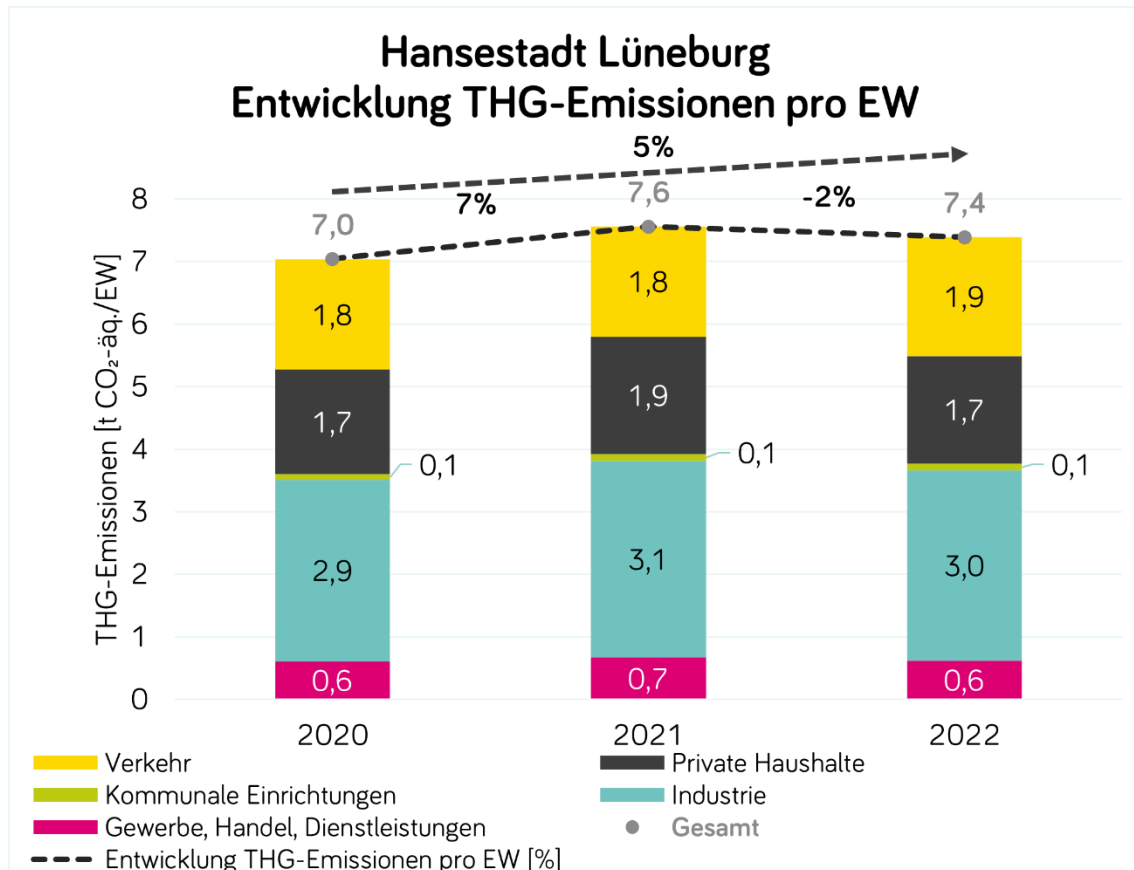


Abbildung 16: Entwicklung der THG-Emissionen pro Einwohner:in in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beKS 2025).

Die THG-Emissionen pro Kopf sind von 7,0 t CO₂-äq. im Jahr 2020 um ca. 7 % auf 7,6 t CO₂-äq. im Jahr 2021 gestiegen. Von 2021 auf 2022 sind die Pro-Kopf-THG-Emissionen um ca. 2 % auf 7,4 t CO₂-äq. gesunken. Insgesamt ist zwischen 2020 und 2022 ein Anstieg der Pro-Kopf-THG-Emissionen um ca. 5 % zu verzeichnen.

Betrachtet man nur die Energieverbräuche aus dem Sektor Privathaushalte, so beträgt dieser Kennwert ca. 1,7 t CO₂-äq./Person im Jahr 2022. Nicht inkludiert sind hier die Emissionen, welche z. B. durch Konsum und Ernährung entstehen.

Bundesweit belaufen sich die Pro-Kopf-Emissionen im Jahr 2022 auf 10,8 t CO₂-äq. (vgl. Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum 2023) (Abbildung 17). In dieser bundesweiten Betrachtung werden neben den in Lüneburg betrachteten Bereichen zusätzlich die Emissionen aus Flugreisen sowie Ernährung und sonstiger Konsum einbezogen. Betrachtet man auch hier nur die energiebedingten Emissionen aus öffentlichen Emissionen, Strom, Heizung und Mobilität (inkl. Flugreisen), liegt die bundesdurchschnittliche Belastung im Jahr 2022 bei ca. 5,7 t CO₂-äq., und damit deutlich unterhalb der Pro-Kopf-Emissionen der Einwohner:innen von Lüneburg.

Zu den oben genannten energiebedingten THG-Emissionen pro Kopf im Jahr 2022 in Höhe von etwa 7,4 t CO₂-äq. kommen dann zusätzlich die in Abbildung 17 dargestellten Bereiche Ernährung und sonstigen Konsum hinzu. Im Bundesdurchschnitt fallen hierbei Emissionen in Höhe von 1,7 t CO₂-äq./EW für Ernährung und 3,4 t CO₂-äq./EW für sonstigen Konsum an. In der Summe entsteht ein durchschnittlicher Fußabdruck von ca. 12,5 t CO₂-äq. für die Einwohner:innen Lüneburgs.

Durchschnittlicher CO₂-Fußabdruck pro Kopf in Deutschland

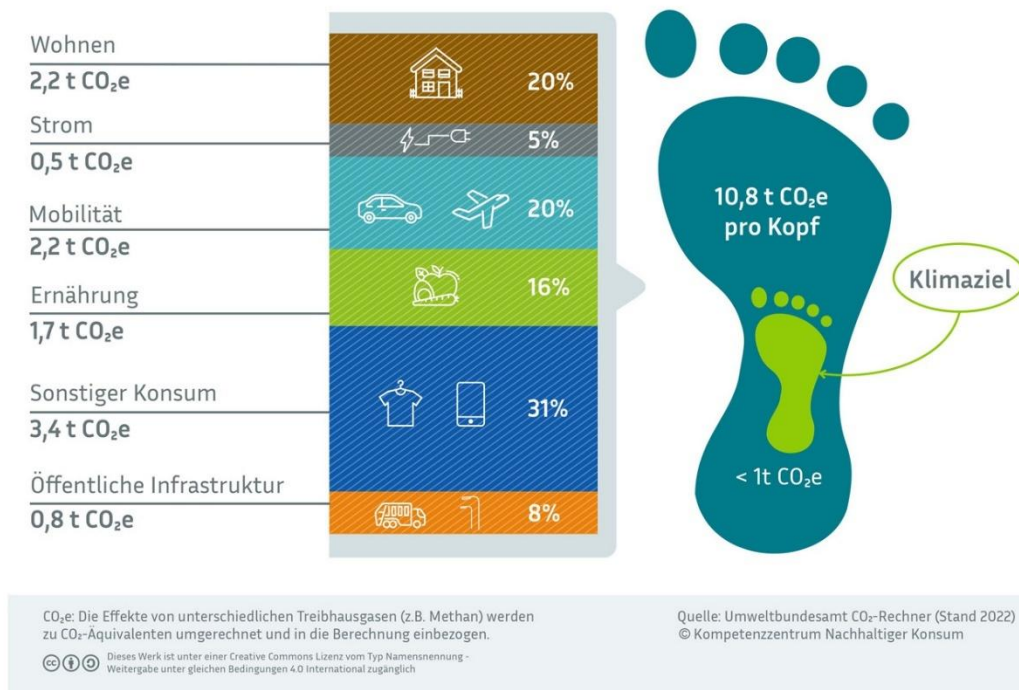


Abbildung 17: Durchschnittlicher CO₂-Fußabdruck pro Kopf in Deutschland Stand 2022 (Quelle: Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum 2023).

4 Erneuerbare Energien in der Hansestadt Lüneburg (lokaler Mix)

4.1 Erneuerbarer Strom in der Hansestadt Lüneburg

Der alleinige Blick auf die absoluten Endenergieverbräuche (Kapitel 3.1) reicht bei der Beurteilung der Ergebnisse nicht aus. Ebenso von Bedeutung sind die THG-Emissionen (Kapitel 3.2). Die THG-Emissionen werden wie zuvor beschrieben aus den Endenergieverbräuchen und den bundesweiten THG-Emissionsfaktoren berechnet.

Bei einem bundesweiten Zubau an erneuerbaren Energien sinkt der THG-Emissionsfaktor des Bundesstrommixes. Dadurch können beispielsweise die THG-Emissionen im Strombereich in einer Kommune sinken, obwohl keine absolute Reduktion der Verbräuche stattgefunden hat. Im Jahr 1990 (Referenzjahr globaler Klimaschutzziele) lag der THG-Emissionsfaktor des Bundesstrommixes noch bei 764 g/kWh, im Jahr 2022 aufgrund des höheren Anteils der erneuerbaren Energien bei 505 g/kWh.

Nach dem BSKO-Standard wird die regionale auf erneuerbaren Energien beruhende Stromerzeugung in der Kommune bei der Energie- und THG-Bilanzierung nicht berücksichtigt. Dies dient der Vergleichbarkeit der Bilanzen zwischen Kommunen (Difu 2024). Vielmehr geht die BSKO-konforme Berechnung davon aus, dass der gesamte Strom, der in der Kommune verbraucht wird, aus dem vorgelagerten Bundesnetz bereitgestellt wird und somit die THG-Emissionen mit dem Emissionsfaktor des Bundesstrommixes zu berechnen sind.

Lag der Anteil der erneuerbaren Energien der Bruttostromerzeugung im Jahr 1990 auf Bundesebene noch bei gerade mal 3,4 %, so stieg dieser Anteil bis zum Jahr 2022 auf 48,3 % (vgl. Bundesnetzagentur 2023) an. Diese Verbesserung des Bundesstrommix ist durch den Ausbau der erneuerbaren Energien in den Kommunen in Deutschland möglich geworden.

Kommunen haben unterschiedliche Voraussetzungen bzw. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien. Durch die Bilanzierung mit dem Bundesstrommix profitieren alle Kommunen vom Ausbau erneuerbarer Energien anderer Kommunen. Daher ist es wichtig, dass alle Kommunen versuchen die jeweiligen Möglichkeiten zum Ausbau zu nutzen, um gemeinsam den Emissionsfaktor des Bundesstrommixes zu verbessern.

In der folgenden Tabelle sowie Abbildung sind die Einspeisemengen der erneuerbaren Energien in Lüneburg und der Strombezug aus dem Bundesstromnetz aufgeführt:

Insgesamt wurden in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 ca. 69,3 GWh erneuerbarer Strom eingespeist, davon wurden 25,6 GWh durch Biomasseanlagen, ca. 32,6 GWh durch Biogasanlagen und ca. 9 GWh durch Photovoltaikanlagen sowie ca. 1,3 GWh durch Deponie-, Klär- & Grubengas sowie 0,8 GWh durch Wasserkraft erzeugt (Tabelle 4, Abbildung 18). Es ist zu beachten, dass die Stromeigennutzung durch Photovoltaikanlagen nicht beinhaltet sind. Es handelt sich hierbei nur um die Einspeisemengen ins überregionale Stromnetz. Weiterhin stehen im Gebiet der Hansestadt zwei Windkraftanlagen, welche im Jahr 2022 Strom in Höhe von 66,9 GWh produziert haben. Da die Einspeisepunkte im Landkreis Lüneburg und nicht in der Hansestadt liegen, werden diese dem Landkreis zugeordnet und hier nicht weiter betrachtet.

Demgegenüber beträgt der gesamte Strombezug ohne Verkehr in der Hansestadt Lüneburg ca. 336,3 GWh im Jahr 2022. Rein rechnerisch beträgt der aktuelle Deckungsgrad der Stromversorgung durch erneuerbare Energien im Jahr 2022 in der Hansestadt damit etwa 20,6 % (Abbildung 18). In der Hansestadt Lüneburg wird damit bilanziell weniger grüner Strom erzeugt als in der Hansestadt bezogen wird. Dieser Deckungsgrad ist von 2020 bis 2022 um 1,7 % gesunken.

Vergleicht man die Erzeugung von erneuerbarem Strom im Jahr 2022 mit dem Jahr 2019 ist hingegen eine Steigerung der Erzeugung von 59 GWh auf 69,3 GWh bzw. um 17,5 % zu verzeichnen. Der Deckungsgrad wurde von 17 % im Jahr 2019 auf 20,6 % im Jahr 2022 erhöht.

Tabelle 4: Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien sowie Strombezug aus dem Bundesstromnetz in der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beKS 2025).

Erneuerbare Energie	Stromeinspeisung [GWh/a]			Veränderung 2020 bis 2022 [%]	Anteil Energieerzeugung [%]
	2020	2021	2022		2022
Biogas	28,4	28,4	25,6	-9,9 %	36,9%
Biomasse	32,6	32,7	32,6	0,04 %	47,0 %
Deponie-, Klär- & Grubengas	1,0	1,2	1,3	34,3 %	1,9 %
Photovoltaik	7,9	8,0	9,0	13,5 %	13,0 %
Wasserkraft	0,8	0,5	0,8	-2,4 %	1,1 %
Gesamte Stromerzeugung EE	70,7	70,7	69,3	-2,0%	
Strombezug	342,1	343,9	336,3	-1,7 %	
Theoretischer Deckungsgrad (Stromeinspeisung – Strombezug)	20,7 %	20,6 %	20,6 %	-0,3 %	

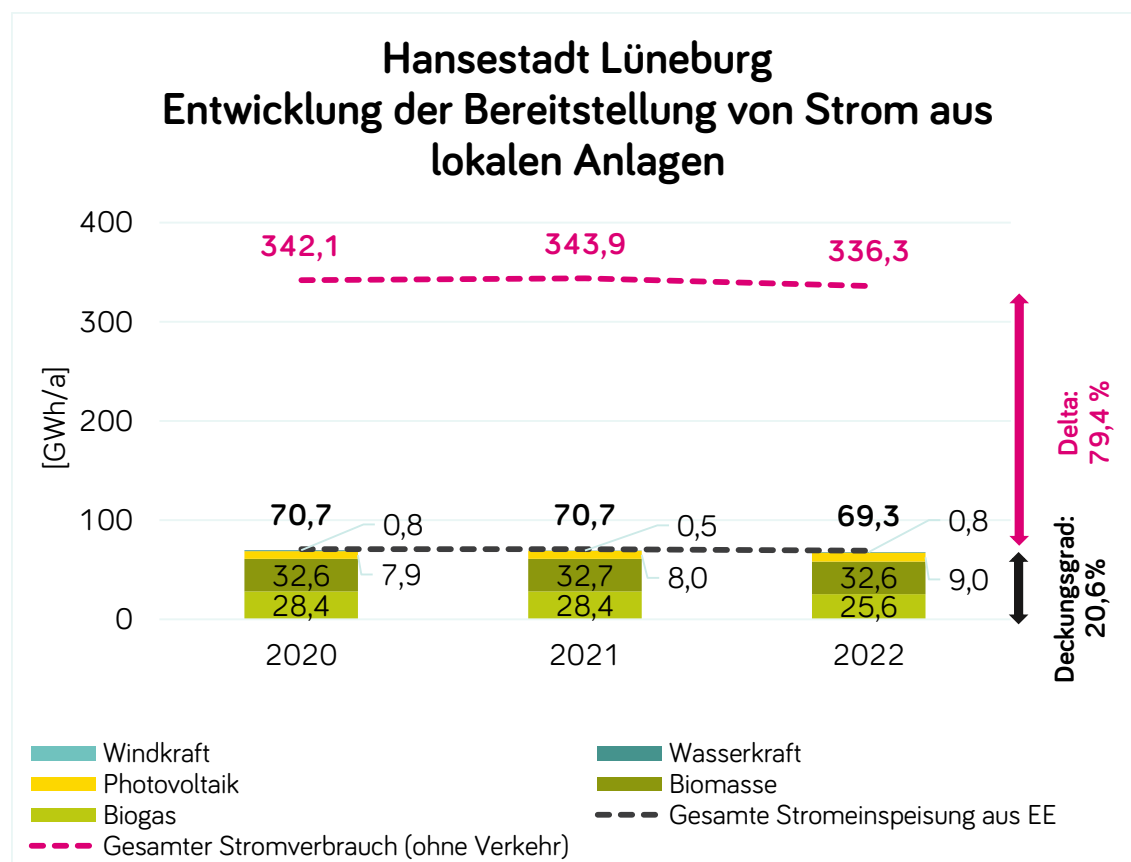


Abbildung 18: Entwicklung des Strombezugs (pinkte Linie) sowie der erneuerbaren Stromerzeugung (Balken sowie schwarze Linie) in der Hansestadt Lüneburg von 2020-2022 (Quelle: beKS 2025).

Mit Hilfe der regionalen Strom-Bilanzierung wird deutlich, wie viel THG-Emissionen die Hansestadt Lüneburg durch die Erzeugung von erneuerbaren Energien im Vergleich zur Bilanzierung mit dem Bundesstrommix einspart. Bei der Bilanzierung mit dem lokalen Stromemissionsfaktor würden die gesamten THG-Emissionen der Hansestadt um ca. 10 % von 568 auf 512 Tsd. t CO₂-äq. reduziert (Abbildung 19).

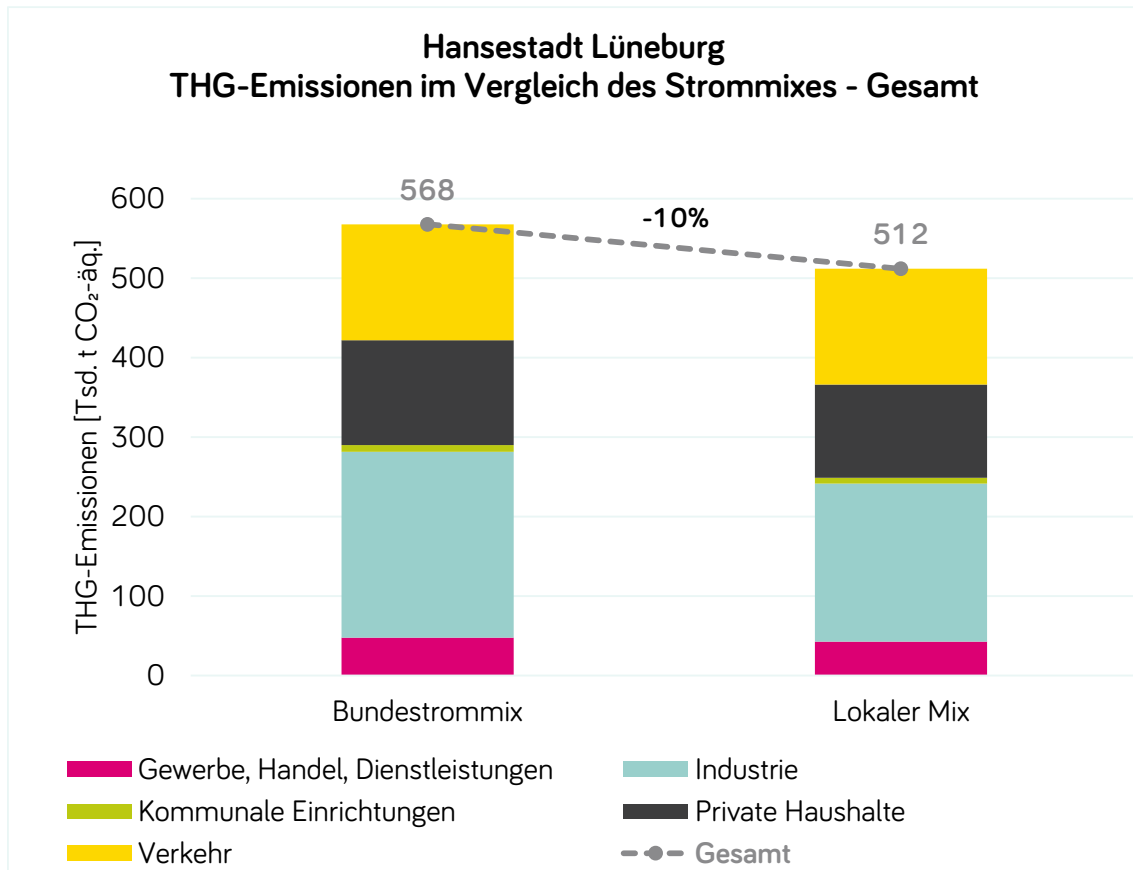


Abbildung 19: THG-Emissionen im Vergleich der Bilanzierung mit Bundesstrommix zu Bilanzierung nach lokalem Mix in der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

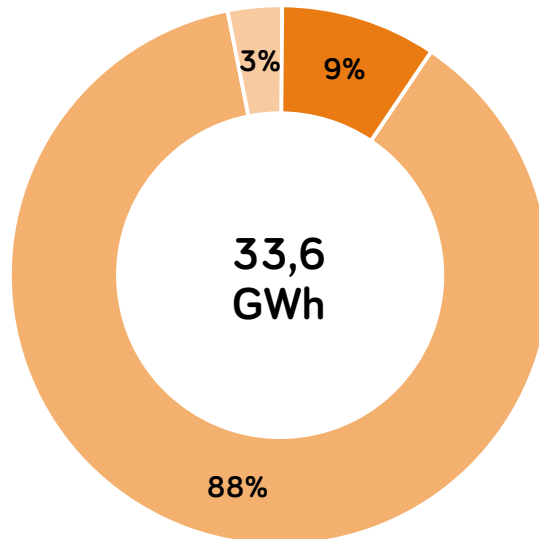
Durch die zunehmende Elektrifizierung im Verkehrs-, Industrie- und auch dem Gebäudesektor wird prognostiziert, dass es zukünftig eine Erhöhung der Strombedarfe geben wird. Der weitere Ausbau der erneuerbaren Stromquellen wird deshalb auch zukünftig eine entscheidende Rolle spielen, um die Klimaschutzziele einhalten zu können.

4.2 Erneuerbare Wärme in der Hansestadt Lüneburg

Im Klimaschutz-Planer wird für die Hansestadt im Bereich Einspeisemengen von Wärme aus lokalen Anlagen der Anteil erneuerbarer Wärmenergie in der Fern- und Nahwärme, sowie die Umweltwärme betrachtet. Der erneuerbare Anteil in der Fern- und Nahwärme ist der Anteil, welcher z. B. durch Umweltwärme oder Biomasse/Biogas bei der Erzeugung der Wärme genutzt wird. Der Anteil von fossilen Energieträgern zur Erzeugung von Wärme, wird hingegen im Wärmebezug ausgewiesen.

In der Hansestadt Lüneburg werden im Jahr 2022 ca. 33,6 GWh Wärme aus erneuerbaren Energien bereitgestellt. Die Bereitstellung von erneuerbarer Wärme aus lokalen Anlagen erfolgt hauptsächlich über den Anteil der Fernwärme, welcher durch erneuerbare Energien bereitgestellt wird (88 %) (Abbildung 20). Weitere erneuerbare Wärme wird über Umweltwärme (9 %) sowie den erneuerbaren Anteil der Nahwärme (3 %) bereitgestellt.

Hansestadt Lüneburg Bereitstellung von erneuerbarer Wärme aus lokalen Anlagen 2022



■ Fernwärme (Anteil Erneuerbar) ■ Nahwärme (Anteil Erneuerbar) ■ Umweltwärme

Abbildung 20: Bereitstellung von erneuerbarer Wärme aus lokalen Anlagen der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Im Zeitraum von 2020 bis 2022 ist die Bereitstellung von Wärme aus erneuerbaren Energien von ca. 34,7 GWh auf 33,6 GWh, bzw. um ca. 3,1 % gesunken.

Demgegenüber beträgt der Wärmebezug aus fossilen Energien in der Hansestadt Lüneburg ca. 934,3 GWh im Jahr 2022. Rein rechnerisch beträgt der aktuelle Deckungsgrad der Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien im Jahr 2022 in der Hansestadt damit etwa 3,6 %. In der Hansestadt Lüneburg wird damit bilanziell weniger grüne Wärme erzeugt als in der Hansestadt bezogen wird. Dieser Deckungsgrad ist von 2020 bis 2022 um 0,4 % gesunken.

Der Blick auf die lokale Wärmebilanz zeigt, dass der Fokus zukünftig weiter auf den Ausbau der erneuerbaren Wärme gelegt werden muss. Dazu wird aktuell eine Kommunale Wärmeplanung durchgeführt. Mit Ergebnissen aus der Kommunalen Wärmeplanung ist im Jahr 2025 zu rechnen.

Ein Ausbau der erneuerbaren Anteile der Nah- und Fernwärme wären neben einem weiteren Ausbau an Umweltwärme möglich.

Alle (relevanten) lokalen Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung sind im Klimaschutz-Planer einsehbar.

5 Vergleich Bilanz Vergangenheit mit aktueller Bilanzierung

Für die Jahre 2017-2019 wurde im Jahr 2022 eine Energie- und THG-Bilanz für die Hansestadt Lüneburg durch beks erstellt. Hierbei wurde nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip vorgegangen und der BSKO-Standard für alle Jahre angewendet. Die sogenannte Startbilanz wurde unter Anwendung des Klimaschutz-Planers erstellt. Differenziert wurden die Endenergieverbräuche nach den verschiedenen Sektoren (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, Kommunale Einrichtungen, Private Haushalte, Verkehr).

Beim Vergleich der Bilanzen von 2017-2019 mit 2020-2022 ist zu beachten, dass es ein Bevölkerungswachstum in Höhe von 2,9 % im besagten Zeitraum gab. Die Endenergieverbräuche von Gebäuden sind stark abhängig von den Witterungsbedingungen. Die Jahre 2017 und 2021 waren kalte Jahre, welche einen höheren Heizbedarf bedingen. Die THG-Emissionen sind stark abhängig von den Entwicklungen der Endenergieverbräuche sowie der Emissionsfaktoren.

5.1 Vergleich Endenergieverbräuche 2017-2022

Der Endenergieverbrauch (EEV) der Hansestadt Lüneburg ist im Jahr 2020 mit ca. 1.836 GWh ca. 2,3 % niedriger als im Jahr 2019 (ca. 1.879 GWh) (Abbildung 21, Tabelle 5, Tabelle 6). Vergleicht man den EEV der Hansestadt von 2017 mit 2022 ist ein Rückgang des EEV von ca. 1.899 GWh auf ca. 1.762 GWh bzw. um ca. 7,25 % zu vermerken (Abbildung 21, Tabelle 6). Prozentual liegt der größte Rückgang der Endenergieverbräuche von 2017 bis 2022 in der Hansestadt mit 10,4 % im Sektor der Kommunalen Einrichtungen sowie mit 9,24 % im Sektor der Privaten Haushalte (Tabelle 6).

Von 2019 zu 2020 kam es insgesamt zu einem Rückgang der Endenergieverbräuche um 2,3 % (Abbildung 21, Tabelle 6). Begründet wird dies durch die Auswirkungen der Corona-Pandemie und damit zusammenhängenden Entwicklungen besonders im Sektor Verkehr.

Der größte Anstieg der Endenergieverbräuche fand von 2020 zu 2021 statt (+4,19 %) (Abbildung 21, Tabelle 6). Dieser Anstieg ist auf die kalten Witterungsbedingungen sowie auf die Entwicklungen im Rahmen der Corona-Pandemie (2021 Lockerung der Infektionsschutzmaßnahmen) zurückzuführen. Der starke Rückgang der EEV von 2021 zu 2022 (-7,9 %) (Abbildung 21, Tabelle 6) ist wie bereits in Kapitel erwähnt, durch den wieder wärmeren Winter sowie durch die Auswirkungen des Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine und damit verbundene Energiesparmaßnahmen zu begründen.

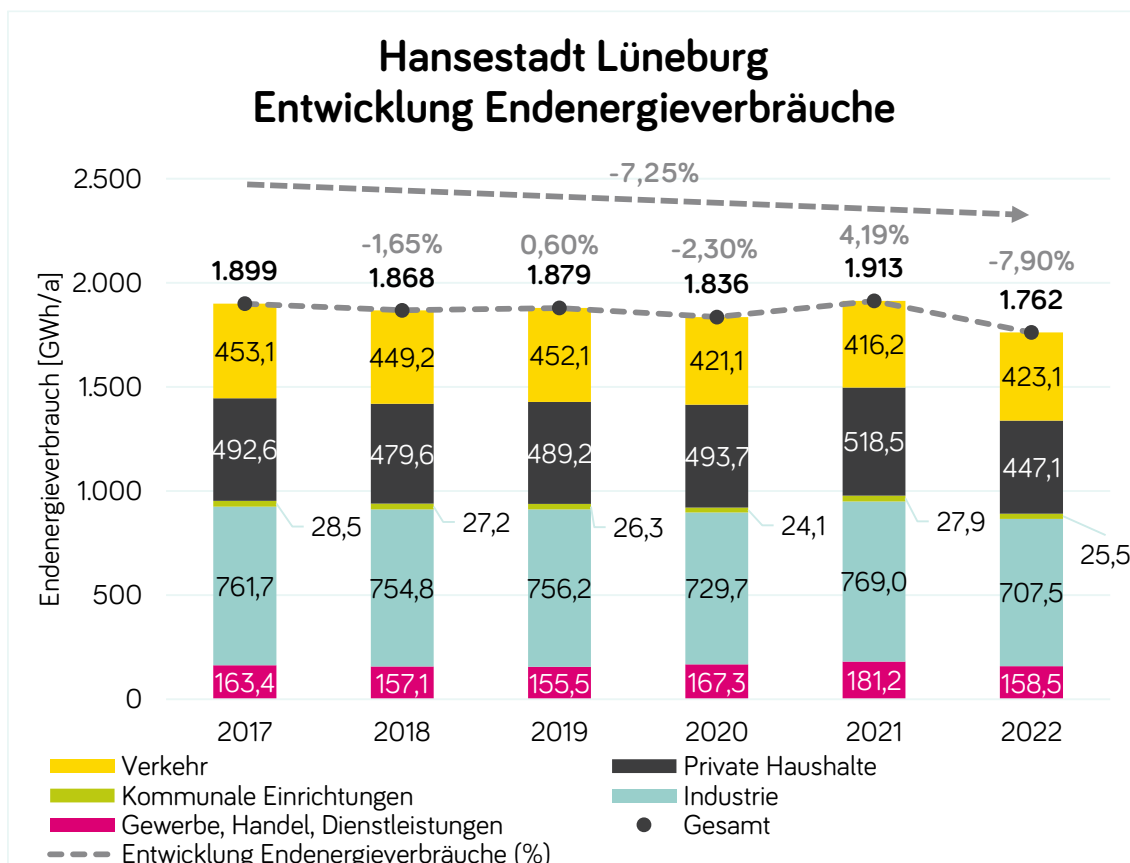


Abbildung 21: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Tabelle 5: Entwicklung der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Sektor	EEV [GWh]					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	163,40	157,09	155,48	167,26	181,18	158,51
Industrie	761,72	754,82	756,16	729,68	769,02	707,46
Kommunale Einrichtungen	28,46	27,23	26,29	24,13	27,91	25,50
Private Haushalte	492,57	479,63	489,18	493,68	518,48	447,08
Verkehr	453,12	449,19	452,06	421,13	416,15	423,08
Gesamt	1.899,28	1.867,95	1.879,18	1.835,87	1.912,74	1.761,63

Tabelle 6: Prozentuale Veränderungen der Endenergieverbräuche nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Sektor	Prozentuale Veränderung	Prozentuale Veränderung zum Vorjahr [%]				
	2017-2022	2018	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	-2,99 %	-3,86 %	-1,02 %	7,58 %	8,32 %	-12,51 %
Industrie	-7,12 %	-0,91 %	0,18 %	-3,50 %	5,39 %	-8,00 %
Kommunale Einrichtungen	-10,4 %	-4,32 %	-3,45 %	-8,22 %	15,67 %	-8,63 %
Private Haushalte	-9,24 %	-2,63 %	1,99 %	0,92 %	5,02 %	-13,77 %
Verkehr	-6,63 %	-0,87 %	0,64 %	-6,84 %	-1,18 %	1,67 %
Gesamt	-7,25 %	-1,65 %	0,60 %	-2,30 %	4,19 %	-7,90 %

5.2 Vergleich Treibhausgasemissionen 2017-2022

Die Treibhausgasemissionen der Hansestadt Lüneburg sinken von 2017-2020 kontinuierlich. Vom Jahr 2020 zu 2021 gibt es einen Anstieg der THG-Emissionen sowie anschließend eine leichte Reduktion der THG-Emissionen. Über den gesamten Zeitraum von 2017 bis 2022 kommt es zu einer Reduktion der THG-Emissionen der Hansestadt von ca. 601 Tsd. t CO₂-äq. im Jahr 2017 um ca. 5,51 % auf ca. 568 Tsd. t CO₂-äq. im Jahr 2022 (Abbildung 22, Tabelle 7, Tabelle 8). Prozentual liegt der größte Rückgang der THG-Emissionen von 2017 bis 2022 in der Hansestadt mit 10,65 % im Sektor der Industrie sowie mit ca. 4,24 % im Sektor der Privaten Haushalte (Tabelle 8). Der größte Anstieg der THG-Emissionen im gesamten Zeitraum ist im Sektor GHD (+3,72 %) gefolgt von dem Sektor Kommunale Einrichtungen (+0,51 %) (Tabelle 8).

Von 2019 zu 2020 kam es zu einem Rückgang der THG-Emissionen um 5,74 % (Abbildung 22, Tabelle 8). Begründet wird dies u. a. durch Reduktion der EEV (-2,3 %) sowie den Entwicklungen der Emissionsfaktoren. Beispielsweise ist der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes von 2019 auf 2020 um 10,25 % gesunken (Tabelle 9). Von 2020 auf 2021 fand eine Steigerung der Endenergieverbräuche sowie in verschiedenen Emissionsfaktoren statt (z. B. Emissionsfaktor Strom +10,02 %), sodass auch die THG-Emissionen von 2020 auf 2021 ansteigen.

Die Abweichung zwischen der Entwicklung von 2021 auf 2022 in den EEV sowie den THG-Emissionen ist durch die Entwicklung der Emissionsfaktoren, insbesondere in den Bereichen Erdgas (+4,05 %) sowie Bundesstrommix (+6,99 %) zu begründen (Tabelle 9).

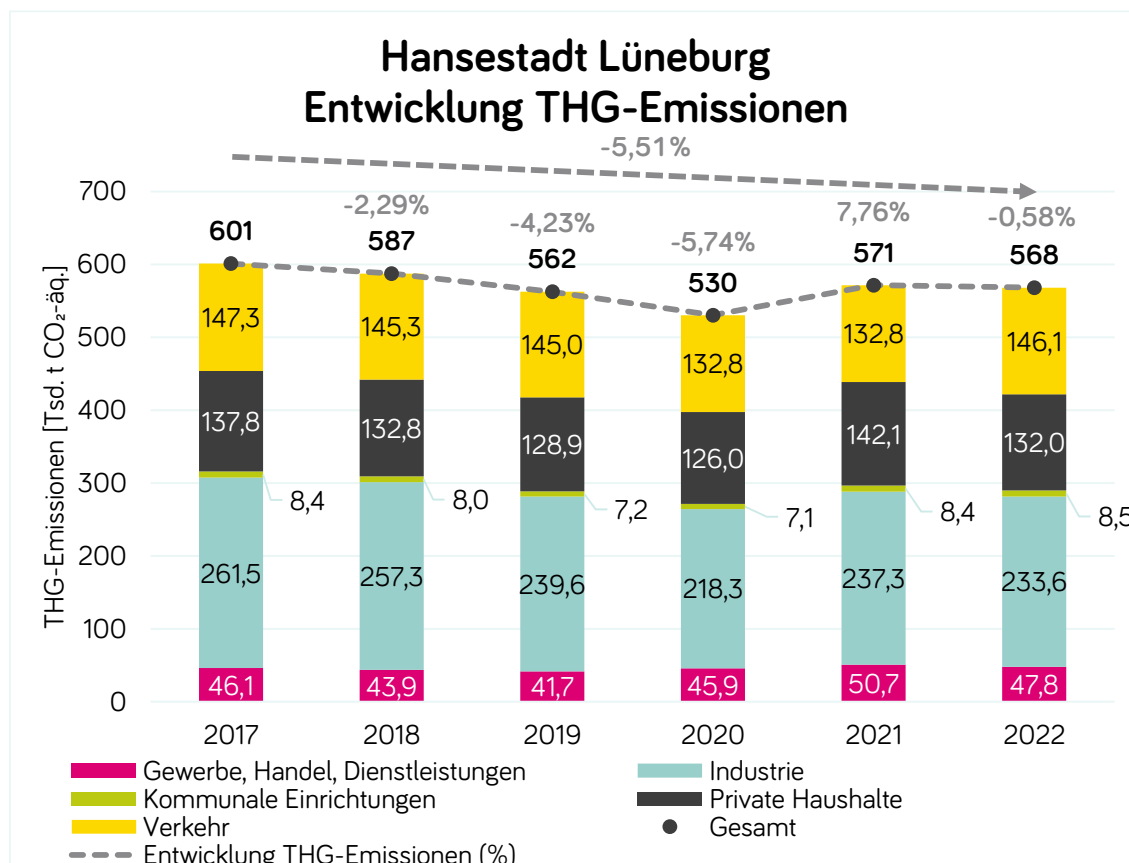


Abbildung 22: Entwicklung der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Tabelle 7: Entwicklung der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beKS 2025).

Sektor	THG-Emissionen [t CO ₂ -äq./a]					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	46.099,5	43.887,8	41.721,3	45.890,7	50.740,2	47.816,0
Industrie	261.474,6	257.257,5	239.618,4	218.321,7	237.290,3	233.626,6
Kommunale Einrichtungen	8.419,6	8.000,1	7.223,4	7.059,9	8.391,6	8.462,3
Private Haushalte	137.789,2	132.829,8	128.918,2	126.047,4	142.083,3	131.953,6
Verkehr	147.310,1	145.326,4	144.959,8	132.846,9	132.793,6	146.103,6
Gesamt	601.093,0	587.301,7	562.441,0	530.166,4	571.298,9	567.962,2

Tabelle 8: Prozentuale Veränderungen der THG-Emissionen nach Sektoren in der Hansestadt Lüneburg von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).

Sektor	Prozentuale Veränderung	Prozentuale Veränderung zum Vorjahr [%]				
	2017-2022	2018	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	3,72 %	-4,80 %	-4,94 %	9,99 %	10,57 %	-5,76 %
Industrie	-10,65 %	-1,61 %	-6,86 %	-8,89 %	8,69 %	-1,54 %
Kommunale Einrichtungen	0,51 %	-4,98 %	-9,71 %	-2,26 %	18,86 %	-0,84 %
Private Haushalte	-4,24 %	-3,60 %	-2,94 %	-2,23 %	12,72 %	-7,13 %
Verkehr	-0,82 %	-1,35 %	-0,25 %	-8,36 %	-0,04 %	10,02 %
Gesamt	-5,51 %	-2,29 %	-4,23 %	-5,74 %	7,76 %	-0,58 %

Tabelle 9: Prozentuale Veränderungen der Emissionsfaktoren für Bundesstrommix und Erdgas von 2017 bis 2022 (Quelle: beks 2025).

Sektor	Prozentuale Veränderung	Prozentuale Veränderung zum Vorjahr [%]				
	2017-2022	2018	2019	2020	2021	2022
Bundesstrommix	-8,84 %	-1,81 %	-12,13 %	-10,25 %	10,02 %	6,99 %
Erdgas	4,05 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	4,05 %

6 Potenzialanalyse

In diesem Abschnitt werden die Energieeinsparpotenziale bzw. die THG-Minderungspotenziale für die Hansestadt Lüneburg dargestellt. Die Potenziale dienen als Grundlage für die Berechnung der Szenarien sowie für die daraus abzuleitenden Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele.

Zur Bestimmung der Potenziale wird der Schwerpunkt auf Energieeffizienzpotenziale in den verschiedenen Sektoren sowie auf den Ausbau der erneuerbaren Energien gelegt. Berücksichtigt werden Potenziale, die mit den vorliegenden Voraussetzungen (beispielsweise der Berücksichtigung der bestehenden Einwohner:innenstruktur) und Technologien technisch, wirtschaftlich und realistisch umsetzbar sind.

In der untenstehenden Abbildung sind die unterschiedlichen Potenzialebenen dargestellt. Ausgehend vom theoretischen Potenzial (z. B. gesamte Globalstrahlung innerhalb der Kommune), wird zunächst das technisch umsetzbare Potenzial abgegrenzt (z. B. Solarertrag auf allen Dächern in der Kommune). Das wirtschaftliche Potenzial richtet den Blick zusätzlich auf ökonomische Gesichtspunkte (z. B. Solarertrag auf Süddächern unter Berücksichtigung der Installationsmöglichkeiten). Das erschließbare Potenzial bildet das maximal umsetzbare Potenzial ab (z. B. Solarertrag unter Berücksichtigung der Umsetzungswahrscheinlichkeit).

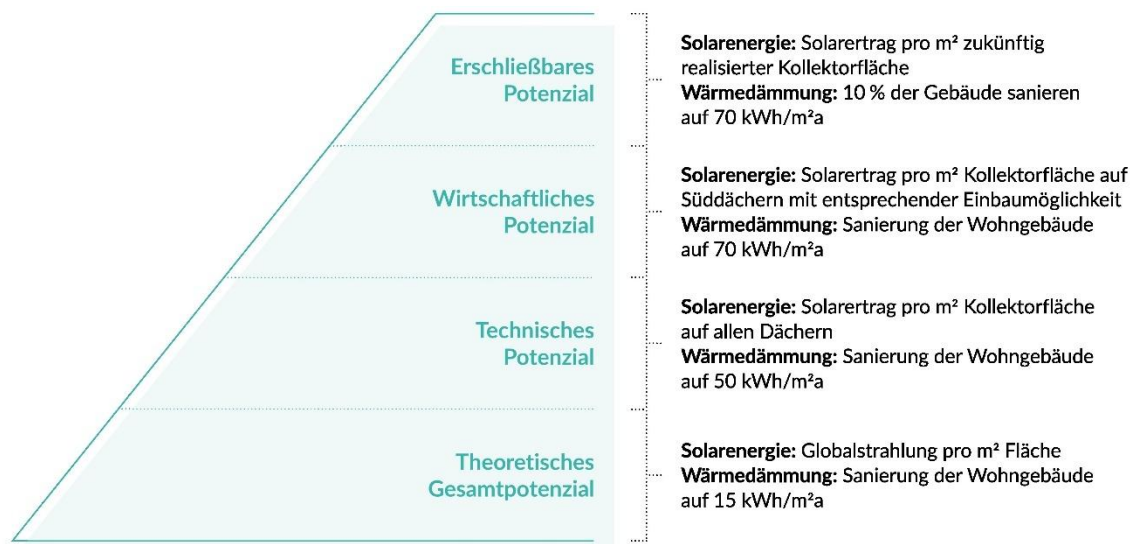


Abbildung 23: Potenzialpyramide (Quelle: Difu 2023: 169).

Bei der Ermittlung der Potenziale wird der durch die Energie- und THG-Bilanz ermittelte Ist-Zustand in der Kommune berücksichtigt. Zusätzlich werden aktuelle Studien in die Berechnungen mit einbezogen. Besonders bei der Betrachtung der Energieeinsparpotenziale in privaten Haushalten wird davon ausgegangen, dass die Kommunale Wärmeplanung genauere Potenziale ausweisen kann. Die Kommunale Wärmeplanung der Hansestadt Lüneburg wird durch OCF Consulting GmbH erstellt und voraussichtlich 2025 veröffentlicht.

6.1 Energieeinsparpotenziale

Im untenstehenden Diagramm sind die Energieeinsparpotenziale in den verschiedenen stationären Sektoren der Hansestadt Lüneburg für das Zieljahr 2040 dargestellt. Details zu den Reduktionspotenzialen werden ebenfalls aufgezeigt.

Ein sehr großes Einsparpotenzial liegt im Sektor der privaten Haushalte mit ca. 96,3 GWh/a – das entspricht etwa 22 % Reduktion im Vergleich zum Jahr 2022 (Abbildung 24). Diese Einsparpotenziale können insbesondere durch Maßnahmenumsetzung im Bereich der Gebäudesanierung, aber auch in verändertem Nutzungsverhalten und zunehmender Stromeigenversorgung erreicht werden.

Der Wirtschaftssektor hat Einsparpotenziale von ca. 117 GWh. Dabei können im GHD-Sektor bis zu 28 % und im Industriesektor bis zu 10 % der Endenergieverbräuche im Vergleich zum Ist-Zustand eingespart werden (Abbildung 24).

Im Sektor kommunale Einrichtungen, insbesondere durch Sanierungsmaßnahmen an den eigenen Liegenschaften, können Einsparpotenziale von bis zu 12 % erreicht werden (Abbildung 24). Dies entspricht ca. 3 GWh Endenergie.

Der Verkehrssektor hat Einsparpotenziale in Höhe von ca. 238 GWh bzw. 56 % gegenüber dem Jahr 2022 (Abbildung 24).

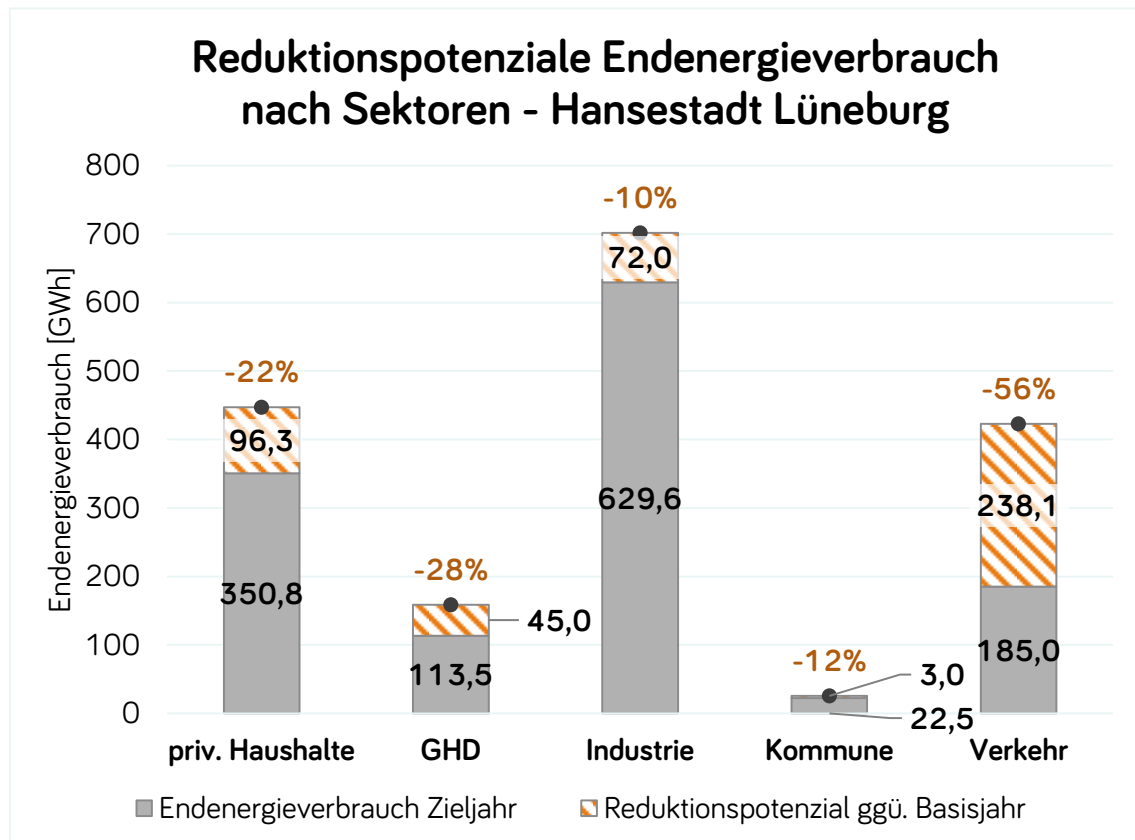


Abbildung 24: Potenziale zur Reduktion im Endenergieverbrauch in den verschiedenen Sektoren der Hansestadt Lüneburg bei der Betrachtung von Zieljahr 2040 (Quelle: beKS 2025).

6.1.1 Energieeinsparpotenziale stationär

Für die Wärmeversorgung in den untersuchten Sektoren wurden folgende Grundannahmen getroffen:

- Ein- und Zweifamilienhäuser: Wärmepumpen, Solarthermie sowie Nahwärme
- Mehrfamilienhäuser: Wärmepumpen, Wärmenetze und z. T. durch Biomasse
- Kommunale Liegenschaften & GHD: Wärmenetze, Biomasse und Wärmepumpen
- Industrie: Biomasse, Fernwärme, Wärmepumpen und durch Wasserstoff

Eine detaillierte Betrachtung der Wärmeversorgungsoptionen und damit verknüpfte zukünftige Endenergieverbräuche erfolgt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, welche durch OCF Consulting erstellt wird.

Private Haushalte

Zur Ermittlung der Potenziale im Gebäudebereich der Privathaushalte wurde eine Analyse der Wohnflächen in der Hansestadt Lüneburg durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse sind:

- **ca. 49,8 %** der Wohnfläche befindet sich in **1-2 Familienhäusern** (Abbildung 25)
- **nur ca. 20,6 %** der Gebäude wurden **vor 1950** errichtet
- **ca. 24,4 %** der Gebäude wurden **nach 1990** errichtet

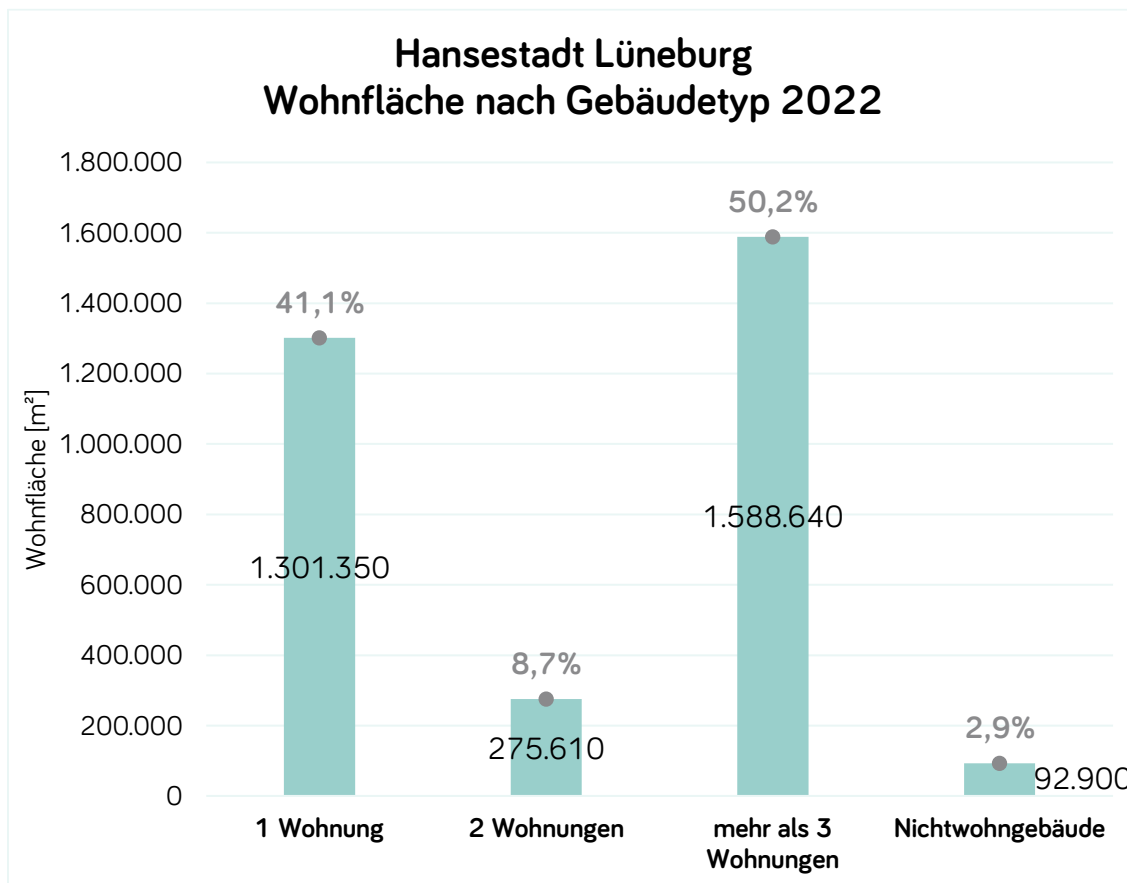


Abbildung 25: Verteilung der Wohnflächen auf Wohnungen (Quelle: beKS 2025).

In den Jahren 2020-2022 liegt der spezifische Wärmeenergieverbrauch in der Hansestadt Lüneburg im Sektor „private Haushalte“ witterungsbereinigt durchschnittlich bei ca. 154 kWh/m² (Abbildung 26). Dieser Wert liegt deutlich über den aktuellen Kennwerten, die bei Neubauten mit gutem energetischem Standard erreicht werden (40-55 kWh/m²). Auch liegt der Wert dicht an dem des durchschnittlichen Gebäudebestands in Deutschland, der im Jahr 2022 bei ca. 155 kWh/m² liegt (vgl. dena 2023: 64).

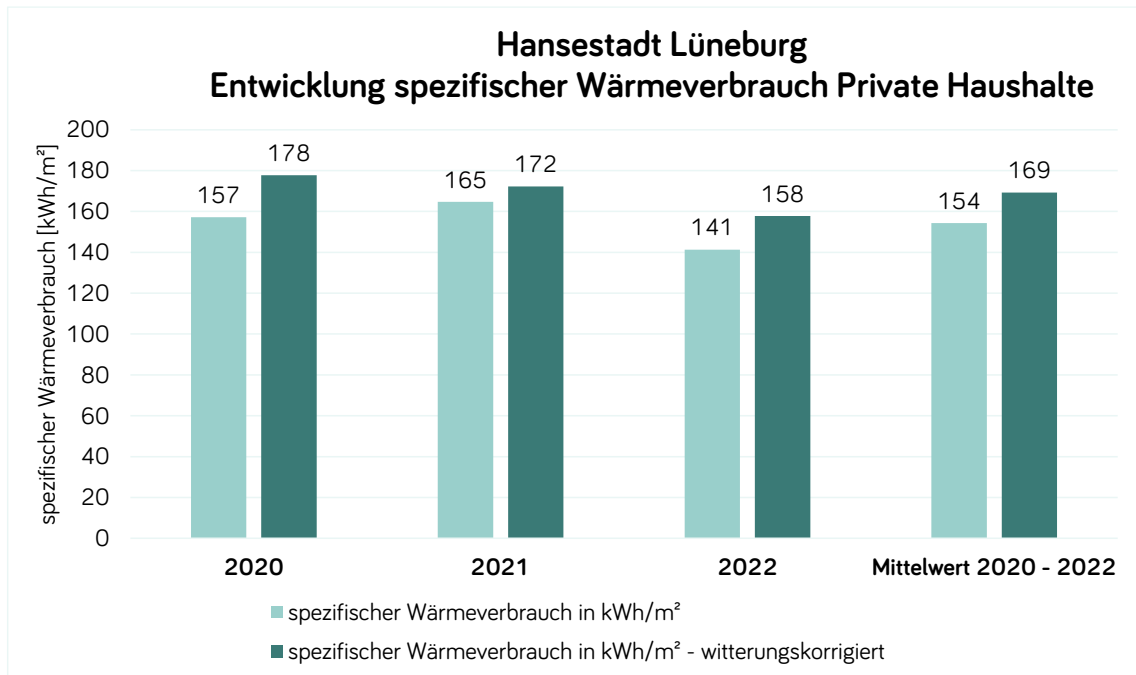


Abbildung 26: Spezifischer Wärmeverbrauch im Sektor private Haushalte in der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beKS 2025).

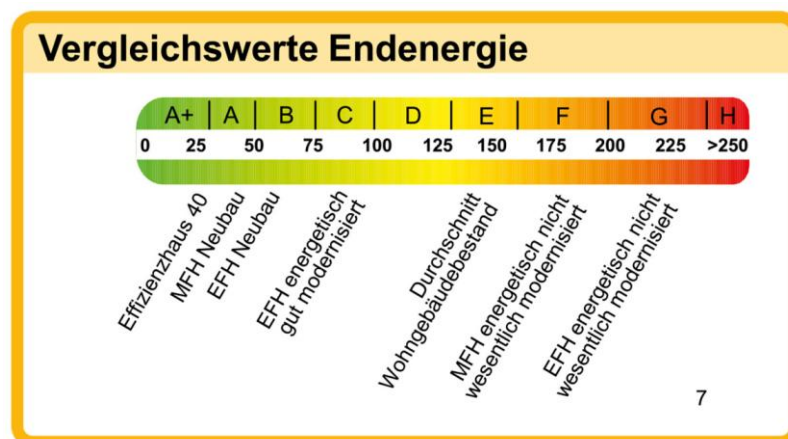


Abbildung 27: Vergleichswerte Endenergieverbrauch Wohngebäude (Quelle: Verbraucherzentrale 2023).

Insgesamt liegt der spezifische Wärmeverbrauch des Gebäudebestands in Lüneburg im Mittel zwischen der Effizienzklasse E und F (Abbildung 27), was unter anderem auf den hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern zurückzuführen ist. Hier liegen folglich sehr hohe Potenziale in der energetischen Sanierung.

Für die Potenzialanalyse wurde davon ausgegangen, dass der durchschnittliche Heizenergieverbrauchs-kennwert durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen des Gebäudebestands deutlich gesenkt werden kann. Je nachdem, welcher Effizienzhaus-Standard erreicht werden kann, ergeben sich unterschiedliche Verbrauchskennwerte. Für die Potenzialberechnung wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- Sanierung der Wohngebäude auf Effizienzhausstandard EG55: spez. Wärmebedarf (inkl. Warmwasser) von durchschnittlich 70 kWh/m² (inkl. Warmwasser)
- Neubauten auf Effizienzhausstandard EG40: spez. Wärmebedarf von durchschnittlich 55 kWh/m²

Bei der Betrachtung der Reduktionspotenziale im Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte ist das Zieljahr entscheidend. Je nach Zieljahr liegen unterschiedliche Rahmenbedingungen vor. Bei den privaten Haushalten ist der Wärme- und Strombedarf stark davon abhängig wie viele Einwohner:innen zu dem Zeitpunkt in der Hansestadt leben sowie wie viel Neubau bis zu dem Zeitpunkt erwartet wird. Im Folgenden wird das Zieljahr 2040 (Vorgabe NKlimaG) ausführlich betrachtet.

Der Wärmebedarf kann durch Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2040 auf 263.937 MWh/a gesenkt werden. Hierbei wurde beachtet, dass es bis 2040 ein Bevölkerungswachstum um 13 % geben wird. Bei einer Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energieträger reduziert sich der Wärmebedarf zusätzlich. Insgesamt ist eine Reduktion bis 2040 um 39 % auf 220.199 MWh/a möglich (Abbildung 28, orangene Schraffur links).

Beim Stromverbrauch der privaten Haushalte wird davon ausgegangen, dass dieser auf der einen Seite sinkt, begründet durch Effizienzmaßnahmen. Der Allgemeinstrombedarf kann von aktuell ca. 1.232 kWh/Person auf 1.000 kWh/Person gesenkt werden, was zu einer Reduktion des aktuellen Strombedarfs um ca. 1 % führt (Abbildung 28, orangene Schraffur rechts). Somit Verbleiben im Zieljahr 2040 noch 99 % des aktuellen Strombedarfs (Abbildung 28, grauer Balken rechts). Auf der anderen Seite steigt der Strombedarf stark an durch die Umstellung der Wärmeerzeugung insbesondere hin zu Wärmepumpen. Im Jahr 2040 werden ca. 43.738 MWh Strom zur Wärmebereitstellung benötigt. Dies entspricht einer Steigerung des Strombedarfs von 2022 um 50 % (Abbildung 28, blauer Balken rechts).

Bei der gemeinsamen Betrachtung der Entwicklung der Endenergieverbräuche der privaten Haushalte – also Strom- und Wärmeentwicklung – wird deutlich, dass neben einem Rückgang der Endenergie zur Wärmebereitstellung mit einem Anstieg im Stromverbrauch bis zum Jahr 2040 zu rechnen ist. Dies kommt daher, dass angenommen wird, dass der Anteil von Wärmepumpen stark ansteigen wird, einhergehend mit einem erhöhten Strombedarf. Insgesamt ist eine Reduktion im Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte bis 2040 um ca. 96.305 MWh bzw. 22 % möglich (Abbildung 24). Hierbei wurde die Einsparung im Wärmebereich mit der Erhöhung im Strombereich verrechnet.

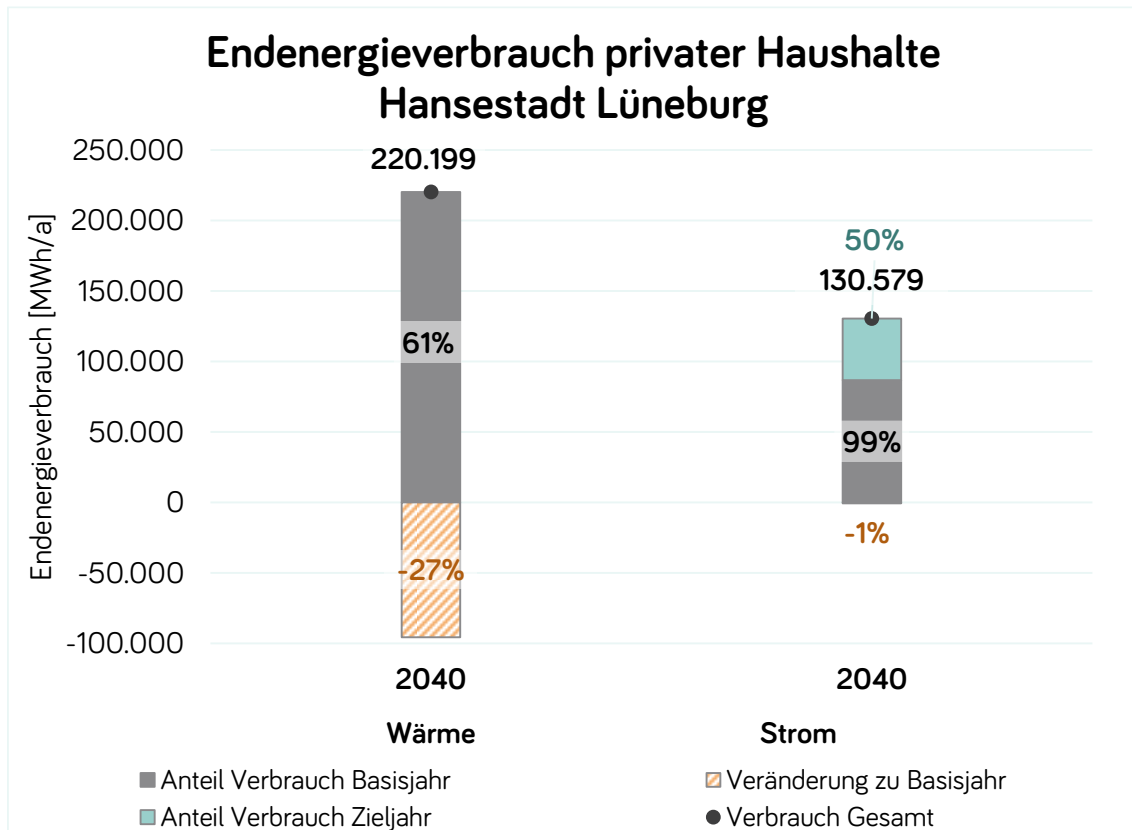


Abbildung 28: Reduktionspotenzial im Sektor private Haushalte der Hansestadt Lüneburg (links Wärme, rechts Strom) (Quelle: beKS 2025).

Im Zieljahr 2030 und 2045 zeigen sich einige Abweichungen zum Zieljahr 2040. Auf diese wird im Folgenden kurz eingegangen.

Man sieht, dass im Jahr 2030 42 % der Wärmeenergie und 7 % des Stromverbrauchs aus dem Jahr 2022 eingespart werden können (Abbildung 29, orangene Schraffuren 2030). Zusätzlich steigt der Strombedarf um 47 % (Abbildung 29, 2030 blau) bedingt durch die Umstellung der Energieträger zur Wärmeversorgung.

Im Jahr 2045 liegt die Reduktion im Wärmebereich bei lediglich 37 % (Abbildung 29, orangene Schraffur 2045). Der allgemeine Strombedarf steigt um 3 % (Abbildung 29, orangene Schraffur 2045). Weitere 51 % des Strombedarfs entstehen zusätzlich zur Wärmeversorgung (Abbildung 29, 2045 blau) Dies ist durch das prognostizierte Bevölkerungswachstum der Hansestadt Lüneburg bedingt. Bis in das Jahr 2030 wird mit einem Bevölkerungswachstum gegenüber 2022 von 5,59 % ausgegangen, im Jahr 2040 von 13,02 % und im Jahr 2045 von 16,93 %. Der Anteil des benötigten Wohnraums und damit des Neubaus ist im Jahr 2030 somit niedriger als im Jahr 2045. Der Strom- und Wärmebedarf steigt mit dem Bevölkerungsanstieg. Daher sind die Reduktionspotenziale in den Strom- und Wärmebedarfen im Jahr 2045 niedriger als im Jahr 2030. Der Anteil des ansteigenden Stroms zur Wärmeversorgung steigt mit dem erhöhten Wärmebedarf.

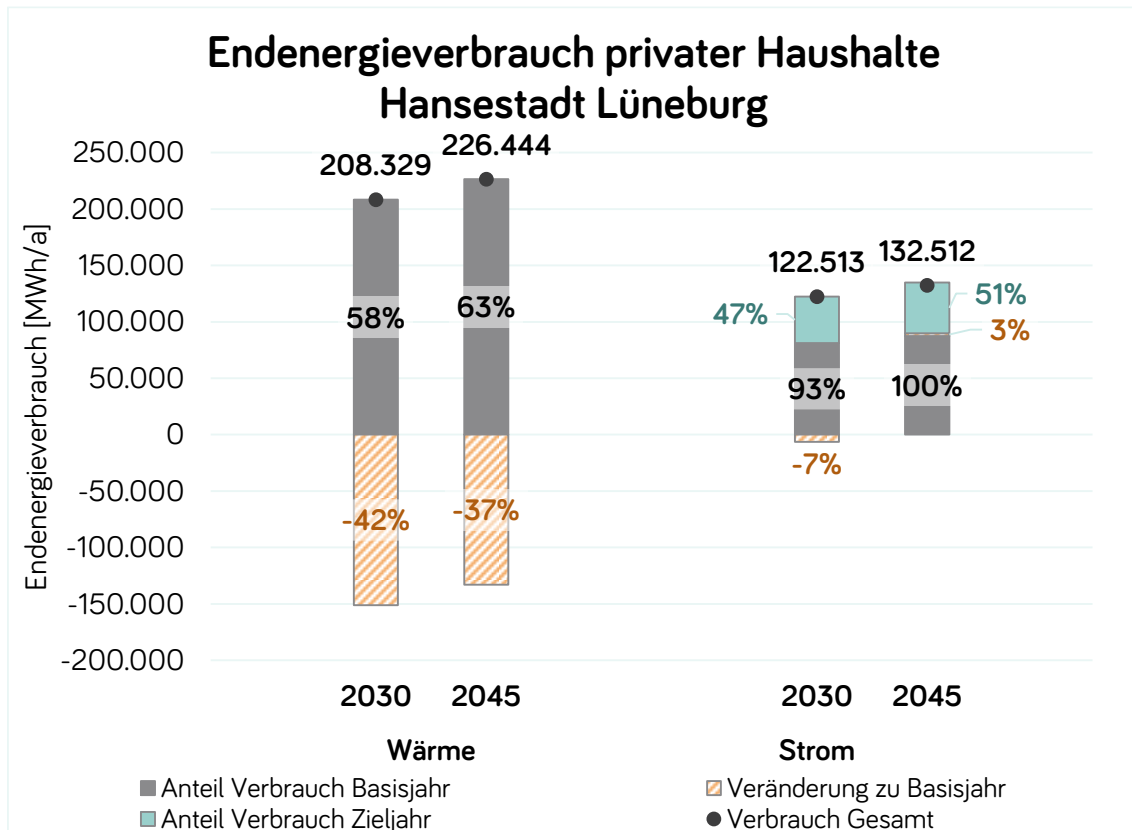


Abbildung 29: Reduktionspotenzial des Wärmeenergieverbrauchs im Sektor private Haushalte der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beKS 2025).

Kommunale Einrichtungen

Die Einsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften wurden auf Basis vorliegender Daten zu Energieverbräuchen und Bruttogrundflächen der kommunalen Liegenschaften und folgender Annahmen errechnet:

- Sanierung der Gebäude: spez. Wärmebedarf (inkl. Warmwasser) von durchschnittlich 70 kWh/m²
- Neubauten: spez. Wärmebedarf von durchschnittlich 55 kWh/m²
- Reduktion des Stromverbrauchs: Einsparpotenzial ca. 10 % durch Effizienzsteigerungen

Damit ergeben sich die in Abbildung 30 dargestellten Einsparpotenziale von bis zu 13 % im Wärmebereich bei Erreichung sowie eine Reduktion um 10 % im Stromverbrauch. Insgesamt liegt ein Reduktionspotenzial im Endenergieverbrauch kommunaler Einrichtungen in Höhe von 12 % vor (Abbildung 24).

Durch die Umstellung der Wärmeversorgung und die energetische Sanierung einiger Liegenschaften konnten in Lüneburg im kommunalen Bereich bereits der Endenergiebedarf und damit zusammenhängende THG-Emissionen gesenkt werden. Da insgesamt die Energieverbräuche und THG-Emissionen kommunaler Einrichtungen im Zeitraum von 2020-2022 leicht gestiegen sind, sollte auch in diesem Sektor eine weitere Erhöhung der Versorgung mit erneuerbaren Energien und die energetische Gebäudesanierung sowie eine Optimierung der Flächennutzung zukünftig im Fokus der Bemühungen stehen. Nur so können die Energieverbräuche und damit die Energiekosten minimiert werden. Um der Vorbildfunktion nachzukommen, sollte die Hansestadt Lüneburg weiterhin mit gutem Beispiel vorangehen und verstärkt auf die Nutzung erneuerbarer Energien in öffentlichen Gebäuden setzen. Auch sollte bei kommenden kommunalen Neubauten Effizienzhausstandard EG40 (55 kWh/m²) berücksichtigt werden.

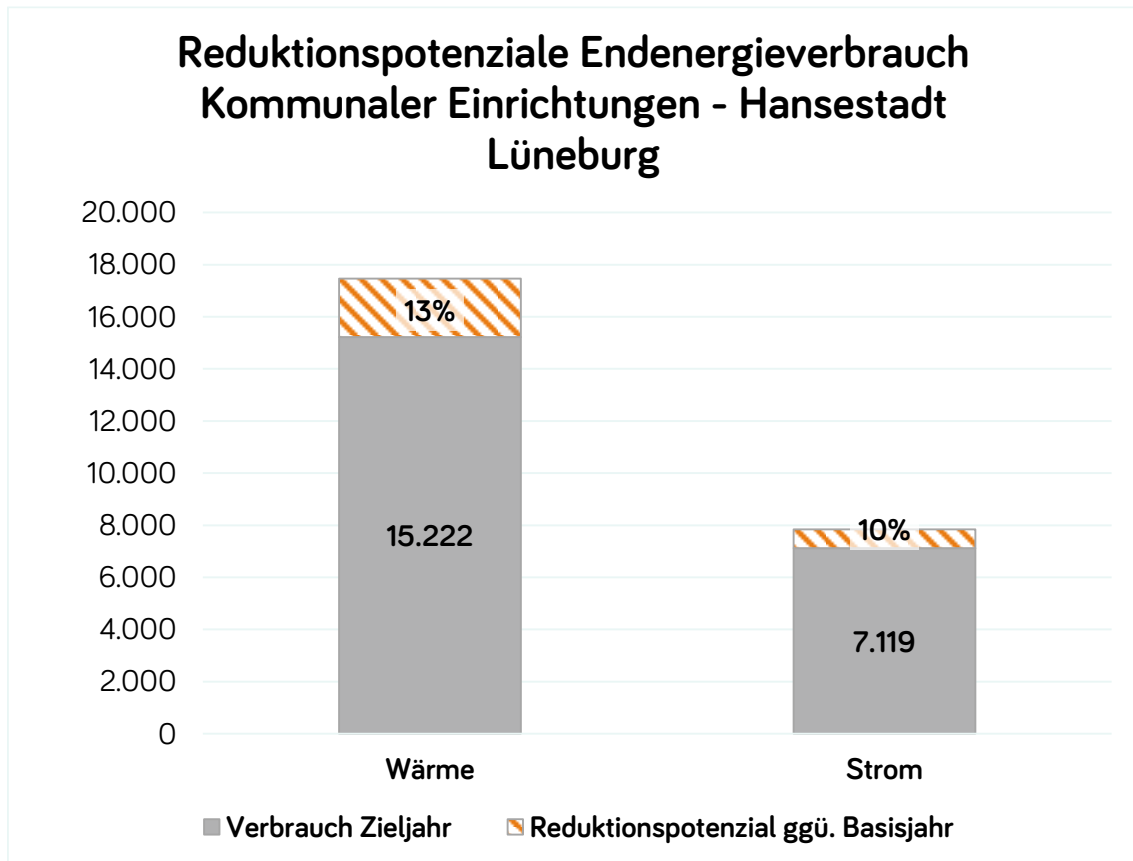


Abbildung 30: Reduktionspotenzial im Sektor kommunale Einrichtungen der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beKS 2025).

Wenn alternativ das Zieljahr 2030 oder 2045 betrachtet werden würde, bleibt das Potenzial prozentual annähernd gleich. Allerdings müssten die Potenziale schon 10 Jahre früher oder 5 Jahre später ausgeschöpft bzw. umgesetzt werden.

Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie

Durch die Umstellung auf energieeffizientere Maschinen und Geräte, Änderungen im Nutzungsverhalten, Prozessoptimierungen und Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebereich können auch in den Sektoren „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ und „Industrie“ Energieverbräuche gesenkt und dadurch THG-Emissionen vermindert werden.

Die Entwicklungen der Energieverbräuche in diesen Sektoren wurden in Anlehnung an verschiedene Studien (vgl. Prognos et al. 2021, UBA 2021a) berechnet und auf die Hansestadt Lüneburg angewendet. Für die Sektoren GHD und Industrie ergibt sich ein gesamtes Reduktionspotenzial von 28 % bzw. 10 % im Vergleich zum Ist-Zustand 2022 (Abbildung 31, Abbildung 24).

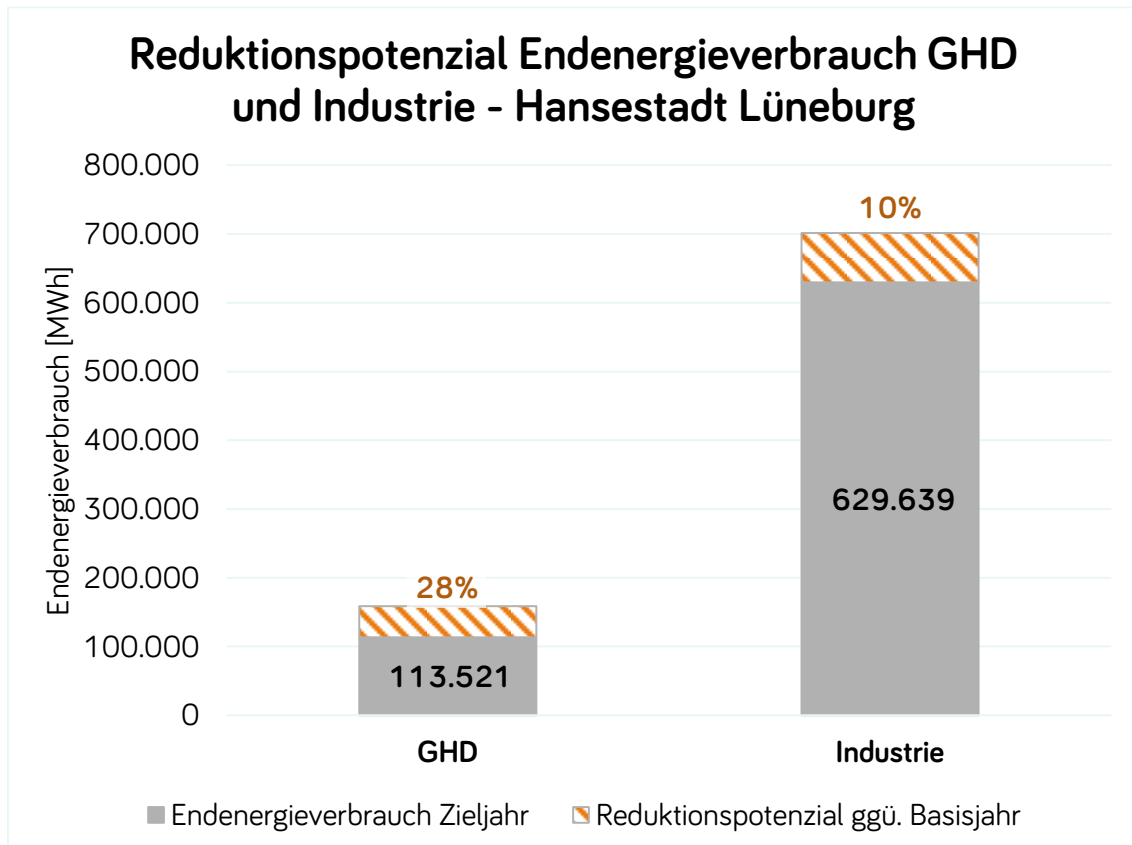


Abbildung 31: Reduktionspotenzial im Sektor GHD und Industrie der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beKS 2025).

Wenn alternativ das Zieljahr 2030 oder 2045 betrachtet werden würde, bleibt das Potenzial prozentual annähernd gleich. Allerdings müssten die Potenziale schon 10 Jahre früher oder 5 Jahre später ausgeschöpft bzw. umgesetzt werden.

6.1.2 Energieeinsparpotenziale Verkehr

Der auf fossilen Kraftstoffen basierende Verkehr trägt momentan maßgeblich zu den THG-Emissionen in Deutschland bei. Auch in Lüneburg sind die Auswirkungen des Verkehrsstroms enorm, insbesondere durch die Autobahn A28 sowie drei Bundesstraßen, welche durch das Stadtgebiet verlaufen.

Die Potenziale für eine treibhausgasneutrale und ressourcenschonende Verkehrswende lassen sich in der Kombination aus Vermeidung (bspw. Straßengüterverkehr), Verlagerung (z. B. auf Fahrrad, Fuß und ÖPNV) und Steigerung der Energieeffizienz (z. B. Elektromobilität, effizientere Motoren, kleinere und leichtere Fahrzeuge) finden. Die Gestaltung der Verkehrswende senkt den Energieverbrauch des Verkehrs und ist zentral, um eine Energiewende zu ermöglichen und die Klimaschutzziele zu erreichen. Beides muss also Hand in Hand gehen, da eine Energiewende umso teurer wird, je mehr Energie der Transportsektor absolut benötigt und je später Maßnahmen konsequent umgesetzt werden (vgl. Agora Verkehrswende 2024, Prognos et al. 2021). Viele Maßnahmen im Verkehr müssen über regulatorische Instrumente seitens der Bundesregierung vorgegeben werden.

In der Potenzialanalyse für den Verkehrssektor wurden die Annahmen und Berechnungen aus Studien (vgl. Prognos et al. 2021) herangezogen. Das sind auf Bundesebene zum Beispiel:

- Die Elektrifizierung ist der größte Hebel zur Dekarbonisierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV).
- Die Personenverkehrsnachfrage verbleibt im MIV etwa auf dem heutigen Niveau und steigt im ÖPNV leicht
- Schienenverkehr (bundesweit) nimmt mehr zu als der Straßengüterverkehr
- Die motorisierten Verkehre müssen im Zieljahr 2045 klimaneutral betrieben werden (durch E-Mobilität und synthetische Kraftstoffe)
- Verdoppelung des Öffentlichen Verkehrs bis zum Jahr 2045
- Zunahme des Rad- und Fußverkehrs

Überträgt man die Annahmen und Zahlenwerte aus den o. g. Studien ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine Endenergieeinsparung von ungefähr 56 % im Sektor Verkehr (Abbildung 32, Abbildung 24). Im MIV kann bis zum Jahr 2040 64%, im Güterverkehr 32 % und im öffentlichen Verkehr ca. 5 % des Endenergieverbrauchs aus dem Jahr 2022 eingespart werden (Abbildung 32). Der höchste Endenergiebedarf liegt 2040 im MIV.

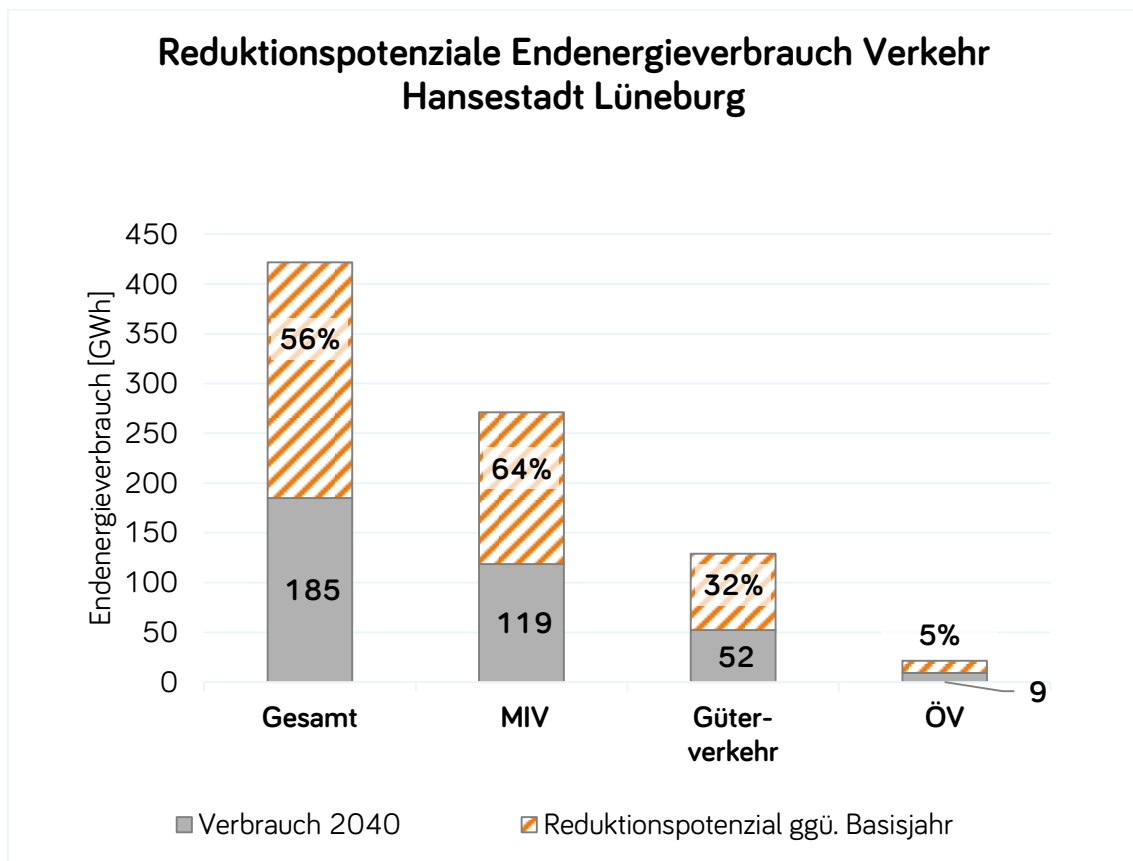


Abbildung 32: Reduktionspotenziale im Sektor Verkehr in der Hansestadt Lüneburg (Quelle: beKS 2025).

Im Jahr 2040 verbleiben Restenergieverbräuche im Verkehrssektor von ca. 185 GWh/a (Abbildung 32, Abbildung 33). Die THG-Emissionen sinken rein rechnerisch von 146.104 t CO₂-äq. im Jahr 2022 auf 7.293 t CO₂-äq. im Jahr 2040. Diese Emissionen verbleiben, da im Jahr 2040 restlichen Emissionen durch die Nutzung von alternativen Antrieben entstehen.

Wenn im Verkehrsbereich bei den Potenzialen alternativ auf das Jahr 2030 eingegangen wird, zeigen sich deutliche Unterschiede. Insbesondere bis 2030 können die Einsparungen durch Maßnahmen der Hansestadt Lüneburg nur teilweise beschleunigt werden, da viele Maßnahmen auf Bundes-

oder EU-Ebene umgesetzt werden müssen. Erst ab 2040 werden die EU- und Bundesvorgaben zu einer deutlichen Reduzierung im Verkehrsbereich führen.

Für die einzelnen Endenergieträger, wie Treibstoffe fossil (insbesondere Benzin und Diesel), Biokraftstoffe (Bio-Diesel, Bio-Benzin, Bio-CNG etc.) sowie den neu hinzukommenden Kraftstoffen Wasserstoff (H_2) und Power to Liquid (PtL, Flüssigkraftstoff aus EE-Strom) und den elektrischen Antrieben, ergibt sich im Klimaneutralitätsszenario bis zum Jahr 2040 folgende Entwicklung der Endenergieverbräuche im Verkehr:

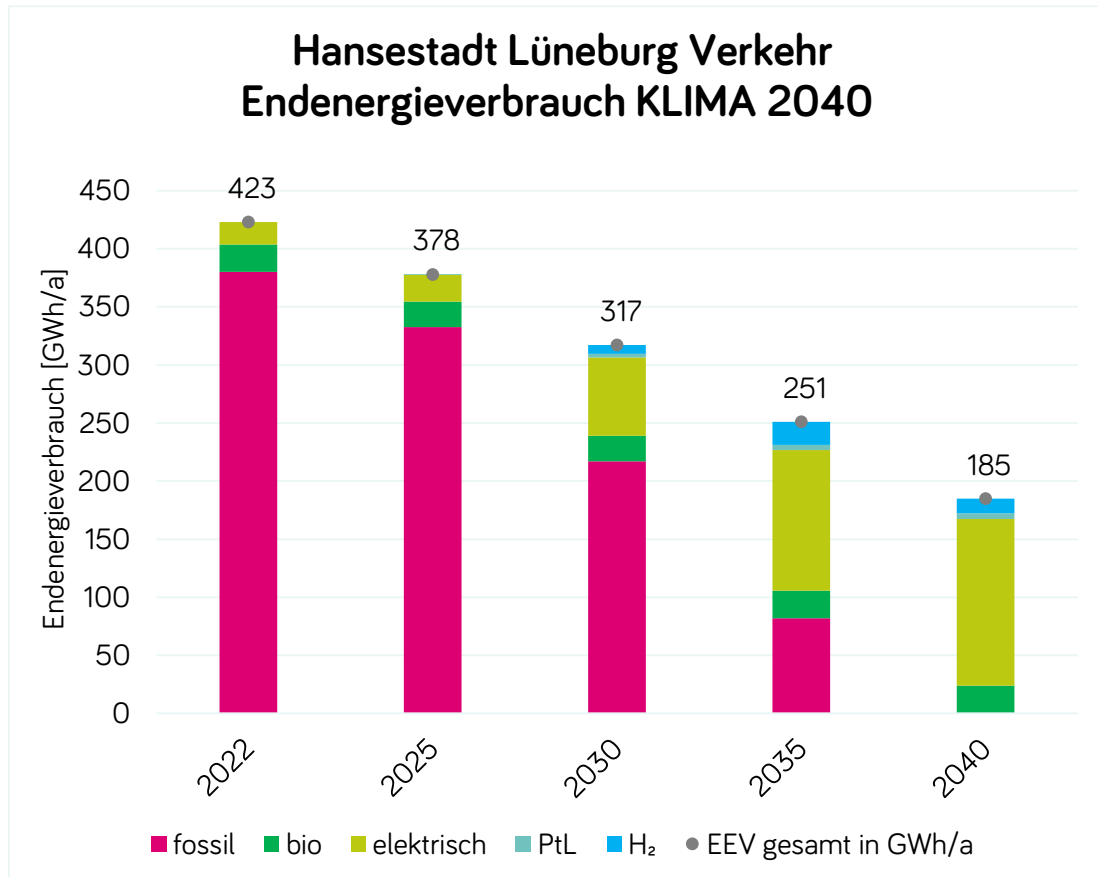


Abbildung 33: Endenergieverbrauch in der Hansestadt Lüneburg im Sektor Verkehr im Szenario KLIMA 2040 (Quelle: beKS 2025).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die berechneten Reduktionspotenziale sehr stark abhängig sind von den regulatorischen Maßnahmen auf bundes- und europäischer Ebene und nur in relativ geringem Umfang durch die Verwaltung der Hansestadt Lüneburg beeinflussbar sind. Deshalb müssen zusätzlich Maßnahmen entwickelt werden, die einen persönlichen Anreiz bieten die individuelle und touristische Mobilität klimafreundlicher zu gestalten und attraktive Alternativen zu Fahrten mit dem Pkw bieten.

6.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

Eine gute Grundlage für die Berechnung der verschiedenen Potenziale bildet unter anderem die Analyse der Flächennutzung in der Hansestadt. Die Fläche in der Hansestadt Lüneburg verteilt sich folgendermaßen:

- Gesamtfläche ca. 7.050 ha
 - Siedlungsfläche von ca. 2.367 ha
 - Verkehrsfläche von ca. 816 ha

- Vegetationsfläche von ca. 3.731 ha
 - Landwirtschaftlich genutzte Fläche von ca. 1.708 ha
 - Waldfläche von ca. 1.875 ha
- Gewässer von ca. 134 ha

Etwas mehr als ein Drittel der Fläche in der Hansestadt wird als Wohn- und Siedlungsfläche genutzt. Insgesamt sind ca. 53% des Stadtgebiets Vegetationsflächen, davon werden circa 46 % landwirtschaftlich genutzt. Neben einer landwirtschaftlichen Nutzung dieser Flächen eignen sich diese ggf. auch für die Erzeugung von erneuerbarer Energie. Hierbei entstehen Flächenkonkurrenzen zwischen den unterschiedlichen Nutzungsformen (Energieerzeugung, Nutztierhaltung, Nahrungsmittelproduktion).

6.2.1 Potenziale Windenergie

Auf dem Stadtgebiet der Hansestadt Lüneburg befinden sich zwei Windenergieanlagen, jedoch speisen diese ins Netz des Landkreises ein. Da auf dem Stadtgebiet kein geeignetes Hochspannungsnetz für die Einspeisung dieser Windenergiemengen vorhanden ist, werden diese bilanziell auch lokal dem Landkreis zugerechnet.

Der Landkreis Lüneburg ist momentan dabei das neue Raumordnungsprogramm (RROP) fertigzustellen (vgl. Landkreis Lüneburg 2024). In diesem werden u. a. neue Vorrangflächen für Windenergie ausgewiesen. Windkraftanlagen innerhalb eines Stadtgebietes sind dabei nicht zwingend ausgeschlossen. In der Hansestadt Lüneburg sind die potenziell geeigneten Flächen aufgrund der dichten Bebauung jedoch gering.

Die Fertigstellung des RROP ist für 2025 geplant. Mit der Veröffentlichung stehen dann auch die Vorranggebiete für Windkraft final fest.

Bevor Windkraftanlagen errichtet werden können, muss deren Eignung durch ein naturschutzfachliches Gutachten überprüft werden. Gegebenenfalls ist Windkraft auf diesen Flächen zukünftig denkbar.

6.2.2 Potenziale Photovoltaik & Solarthermie

Die für die PV-Nutzung zulässige Flächenkulisse hat sich in jüngerer Zeit deutlich vergrößert (u. a. im Bereich von Freiflächen-PV-Anlagen), zeitgleich wurden in Folge von Solarpaket I die rechtlichen und wirtschaftlichen Hürden für den Ausbau der PV-Erzeugung gesenkt. Weitere Veränderungen bzgl. der Voraussetzungen sowie der Nutzungsmöglichkeiten von PV sind mit dem noch ausstehenden Beschluss von Solarpaket II zu erwarten. Mit Blick auf die Klimaschutzziele ist deshalb davon auszugehen, dass der PV-Ausbau auf Gebäudedächern und Freiflächen in naher Zukunft deutlich zunehmen wird.

Freiflächen-Photovoltaik (inkl. Agri-PV und Parkplatz-PV)

Lüneburg hat 2024 ein „Standortkonzept für PV-Freiflächenanlagen“ im Stadtgebiet der Hansestadt Lüneburg erstellen lassen (vgl. Hansestadt Lüneburg 2024). Grundlage ist das Niedersächsische Klimaschutzgesetz (NKlimaG) mit der Vorgabe bis 2032 mindestens 0,5 % der Landesfläche als Gebiete für die Nutzung solarer Strahlungsenergie in Bebauungsplänen der Gemeinden auszuweisen. Für die Hansestadt Lüneburg würde dies bedeuten bis Ende des Jahres 2032 mindestens 35 ha Fläche für PV-Freiflächenanlagen in Bauleitplänen auszuweisen. Aufbauend auf dem Ratsbeschluss zur Klimaneutralität bis 2030 wird für die Hansestadt Lüneburg empfohlen die gesetzlich vorgegebene Fläche zu verdoppeln und 70 ha für die Nutzung von solarer Strahlungsenergie auszuweisen.

Für die Hansestadt Lüneburg wurden die Potenzialflächen in die Priorität-1-Standorte und die Priorität-2-Standorte unterteilt (Abbildung 34). Erste umfassen ca. 85 ha Fläche. Es wird davon

Potenziale Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen

Für den Landkreis Lüneburg liegt ein Solarkataster vor. Auszüge mit den Daten der Gebäude- und Dachflächen wurden für die vorliegende Potenzialanalyse zur Verfügung gestellt.

Innerhalb der Daten sind die unterschiedlichen Teil-Dachflächen eines Gebäudes jeweils zu einem Gebäude-Datensatz zusammengefasst. Betrachtet werden nur solche Gebäude, die aufgrund ihrer Einstrahlungswerte grundsätzlich als „geeignet“ eingestuft wurden. Das Solarkataster weist für die gesamte Hansestadt Lüneburg folgende Werte für die gewählten Gebäude aus:

- Für PV-Ausbau geeignete Dachflächen: ca. 2 Mio. m²
- Installierbare Leistung: 303.470 kWp
- Stromertrag: 281 GWh/Jahr

Diese Angaben entsprechen einer mittleren Belegungsdichte von 0,13 kWp/m². Da hier nur „geeignete“ Dachflächen gewählt wurden, erscheint dieser Wert plausibel (der Mittelwert für alle Dach-PV-Anlagen liegt bei etwa 0,15 kWp/m²).

Unter Abzug des aktuellen jährlichen **PV-Stromertrags** (ca. 130 MWh) lässt sich durch die konsequente Belegung aller geeigneten Dachflächen ein **zusätzlicher PV-Stromertrag** von **280 GWh/a** erzielen. Dies entspricht einer Vervielfachung des aktuellen Jahresertrags.

Neben der Photovoltaik stellt die Solarthermie eine Option zur Nutzung der Sonnenstrahlung für die Energiegewinnung dar. Solarthermieanlagen eignen sich zur Warmwassererzeugung und zur Heizungsunterstützung. Für das Solarthermie-Potenziale muss bedacht werden, dass Solarthermie und Photovoltaik in direkter Flächenkonkurrenz zueinanderstehen. In der Potenzialermittlung wird dies vorerst nicht berücksichtigt.

Laut dem Solarkataster eignen sich ca. 3 Mio. m² der Dachflächen auch für die **Solarthermie**. Bei einem geschätzten mittleren Wärmeertrag von 500 kWh/m und Jahr beträgt das mögliche Ertragspotenzial für **Solarthermie** in der Hansestadt Lüneburg 1.500 GWh/a.

In gewerblichen und öffentlichen Gebäuden mit höheren Strombedarfen empfiehlt sich in der Regel eher die Photovoltaik, sodass es hier nicht zur Flächenkonkurrenz mit Solarthermie kommt. In der Betrachtung aller Wohngebäude in der Hansestadt Lüneburg unter den Annahmen, dass eine Solarthermieanlage circa 4 m² auf Ein-/Zweifamilienhäusern bzw. auf Mehrfamilienhäusern 10 m² Fläche benötigt, zeigt sich ein technisches Solarthermiepotenzial von **47.100 MWh/a**.

6.2.3 Potenziale Umgebungswärme

Luft-Wärmepumpen

Die Nutzung von Umgebungswärme mit Wärmepumpen ist eine Schlüsseltechnik für wirksamen Klimaschutz und einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand (vgl. UBA 2022).

Eine Wärmepumpe wird mit Strom betrieben, nutzt die vorhandene Umgebungsenergie aus Luft, Erdreich oder Wasser und überträgt diese mittels eines Wärmetauschers auf ein Kältemittel. Dieses verdampft schon bei niedrigen Temperaturen der Wärmequelle (z. B. Erdreich oder Umgebungsluft). Über einen zweiten Wärmetauscher wird die Vorlauftemperatur im Heizkreislauf auf ein höheres Temperaturniveau gebracht.

Eine Wärmepumpe arbeitet am effizientesten, wenn die Temperatur des Heizkreislaufs nur auf ein geringes Niveau angehoben werden muss. Dies ist bei Gebäuden mit einem hohen energetischen Standard der Fall. Eine Sanierung des Gebäudebestands ist eine Voraussetzung für eine möglichst effektive Wärmeversorgung mittels Umgebungswärme und Wärmepumpen.

Vertiefende Informationen und Potenziale wurden in der parallel erarbeiteten kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt und werden deshalb hier vernachlässigt.

Geothermie

Zur Wärmeversorgung von kleinen bis mittelgroßen Wohn- und Nichtwohngebäuden stellt die oberflächennahe Geothermie eine erneuerbare Wärmeversorgungsoption dar.

Bei der oberflächennahen Geothermie wird Wärme dem Erdreich oder dem Grundwasser bis zu einer Tiefe von 400 m entzogen. Die Temperaturen im Untergrund steigen je 100 Meter Tiefe um durchschnittlich 3 °C an. Mithilfe einer Wärmepumpe wird das Temperaturniveau so weit angehoben, dass die Wärme zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser genutzt werden kann.

Das niedersächsische Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) veröffentlicht Daten zu Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie sowie Daten ausgewählter Bohrungen (LBEG o.J.).

Für die Ergiebigkeit einer Erdsonde (Wärmeentzugsleistung in W/m) sind die Wärmeleitfähigkeiten der Erdschichten bis 100 m Bohrtiefe von grundlegender Bedeutung. Innerhalb der Hansestadt Lüneburg wurden bereits Bohrungen in 40-100 m Tiefe vorgenommen. Die dort gemessenen Leitfähigkeiten liegen um die 1,9 - 2,5 W/(m*K) und damit überwiegend im Bereich > 2,0 W/(m*K), in denen Wärmepumpen in Kombination mit Erdsonden effizient betrieben werden können. Sie sind ein erstes Indiz für eine gute Wärmeentzugsleistung in weiten Teilen der Stadt.

Allerdings gibt es verschiedene Einschränkungsgründe in der Hansestadt Lüneburg, die beachtet werden müssen. Zum einen bestehen diese Einschränkungen aufgrund des Gefährdungsbereichs durch Bergbau, durch Sulfatgesteinsverbreitung, durch artesischen Grundwasserverhältnisse und durch Grundwasserversalzungsgebiete, auf der anderen Seite durch Vorranggebiete zur Trinkwassergewinnung. Im Rahmen der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung hat OCF Consulting die Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie in folgender Abbildung dargestellt.

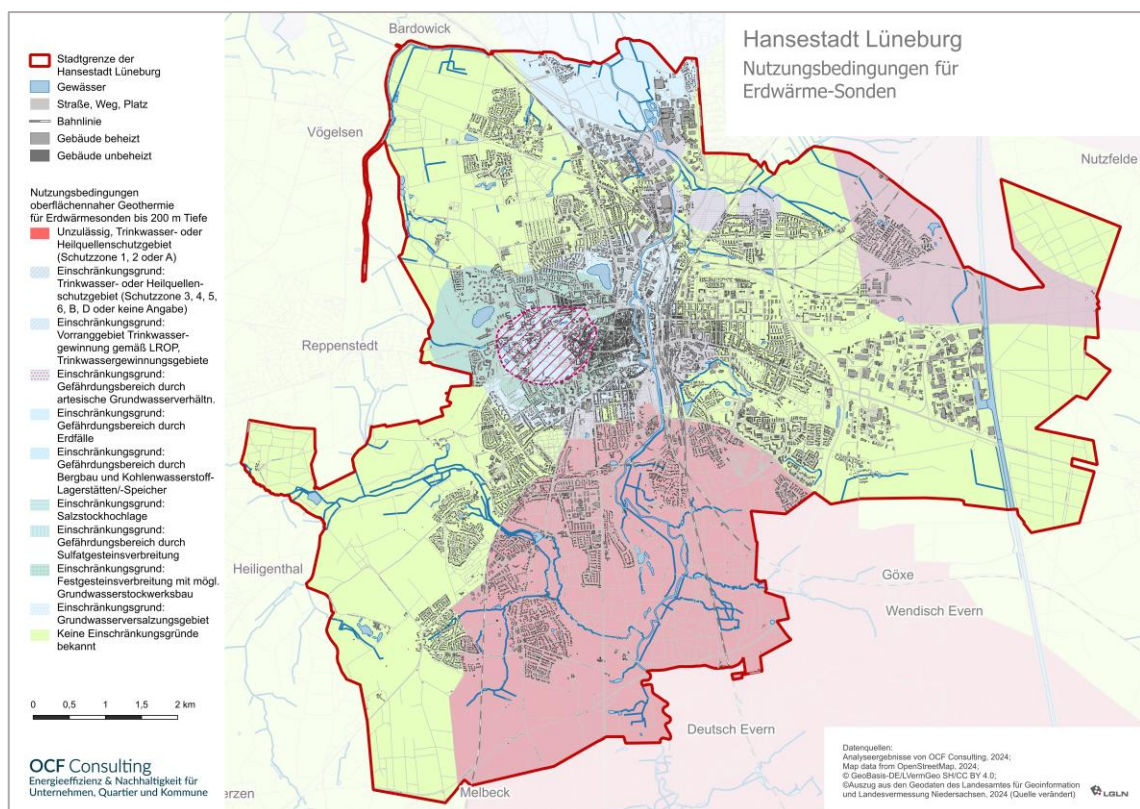


Abbildung 35: Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie für Erdwärmesonden (bis 200 m Tiefe) (Quelle: OCF Consulting basierend auf Daten des LBEG)

Nur die grünen Flächen in der Hansestadt Lüneburg sind ohne Einschränkungsgründe geeignet für oberflächennahe Geothermie. In den anderen Gebieten liegen wie dargestellt verschiedene Einschränkungsgründe laut LBEG vor. Dies bedeutet, dass das Gemeindegebiet für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie aufgrund der Bodenverhältnisse nur beschränkt geeignet ist. Die Nutzung von Erdsonden ist nicht kategorisch ausgeschlossen, es müssen aber zusätzliche Gutachten und wasserrechtliche Genehmigungen eingeholt werden.

In Gebieten, in denen vom LBEG Einschränkungen bekannt sind, muss die Untere Wasserbehörde zunächst prüfen, ob die angegebenen Einschränkungsgründe für das geplante Erdwärmeverhaben relevant sind oder am Standort nicht zutreffen. Nur wenn keine Betroffenheit vorliegt und dies durch die Untere Wasserbehörde bestätigt wird, kann das geplante Vorgaben weiterbearbeitet werden. Kommt es am geplanten Standort zu einer Betroffenheit, muss im Rahmen einer wasserrechtlichen Einzelfallprüfung entschieden werden, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Erdwärmenutzung möglich ist (vgl. LBEG o.J.).

In jedem Falle sind vor einer Erdwärmenutzung weitere Untersuchungen direkt vor Ort nötig, u. a. um die tatsächliche Wärmezugsleistung des Erdreichs zu bestimmen und weitere orts- und gebäudespezifische Kriterien zu prüfen. Dies gilt sowohl im Falle einer Einzelgebäudeversorgung als auch für die Nutzung der Geothermie in Wärmenetzen.

In der Hansestadt Lüneburg sind bereits einige Geothermie-Anlagen in Betrieb, die zur Wärmezeugung genutzt werden. Dies verdeutlicht, dass trotz der Einschränkungsgründe in vielen Bereichen der Stadt, ein Potenzial vorhanden ist, welches gehoben werden kann. Vertiefende Informationen finden sich in der parallel umgesetzten kommunalen Wärmeplanung.

6.2.4 Potenziale Biogas/Biomasse

Das nachhaltige Biomassepotenzial beinhaltet die Nutzung von Abfall- und Reststoffen, den Energiepflanzenanbau und die Forstwirtschaft (Waldrestholz, Sägereste). Die Ergebnisse der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ zeigen, dass Biomasse für die Treibhausgasneutralität eine entscheidende Rolle einnimmt (vgl. Prognos et al. 2021). Biogas wird insbesondere für die Bereitstellung von Hochtemperaturwärme in der Industrie sowie für die Einspeisung in Nahwärmenetze und im Bereich der Landwirtschaft für dezentrale Wärmeversorgung genutzt. Zukünftig wird Biogas überwiegend aus Reststoffen (Gülle, vergorenen Bioabfällen) und nur noch zu einem kleinen Anteil aus Energiepflanzen erzeugt.

Die Nutzung von fester Biomasse (z. B. Holz) nimmt zu, sodass auch der inländische Anbau zunimmt (ebd.). Die landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Hansestadt Lüneburg können also zukünftig zum Teil auch für den Anbau von fester Biomasse genutzt werden, zum Beispiel für die Erzeugung von fester Biomasse in sogenannten Agroforstsystemen oder für Kurzumtriebsplantagen. Gemäß AGORA-Energiewende nimmt die Anbauflächen für Biogas-Ko-Substrat ab, diese Flächen werden dann für den Anbau von fester Biomasse genutzt. Beim Anbau von Pappeln ergibt sich ein Flächenertrag von ca. 44 MWh Wärme/ha (vgl. Profi Energie 2010: 5), sodass bei ca. 87,5 ha genutzter Fläche in etwa 3.885 MWh Wärme erzeugt werden könnten (ca. 10% des aktuellen Heizölverbrauchs und 0,3 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs). Hier hinter steht die Annahme, dass 5 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche zukünftig für den Anbau von Kurzumtrieb-Gehölzen genutzt wird. Da die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Hansestadt Lüneburg eher gering ist mit 1.750 ha, ist das Potenzial überschaubar.

In der Hansestadt Lüneburg besteht weiterhin 1.960 ha Waldfläche. Die Nutzung von Waldrestholz bietet eine weitere Möglichkeit zur Wärmezeugung aus Biomasse. Bei einem Erzeugungspotenzial von ca. 4,3 MWh/ha aus Waldrestholz (vgl. UM BW 2020: 39) ergibt sich ein Energieertrag von ca. 8.428 MWh Wärme. Dies entspricht circa 0,63 % des aktuell benötigten Wärmebedarfs der Hansestadt Lüneburg.

Es ist festzuhalten, dass in Bezug auf die Flächeneffizienz die Stromerzeugung über Photovoltaik- und Windenergieanlagen sowie die Solarthermie zur Einspeisung in Wärmenetze deutlich effizienter als Anbaubiomasse sind (vgl. Abbildung 36). Hinzu kommen die gering vorhandene landwirtschaftliche Fläche und der hohe Strombedarf in der Hansestadt Lüneburg.

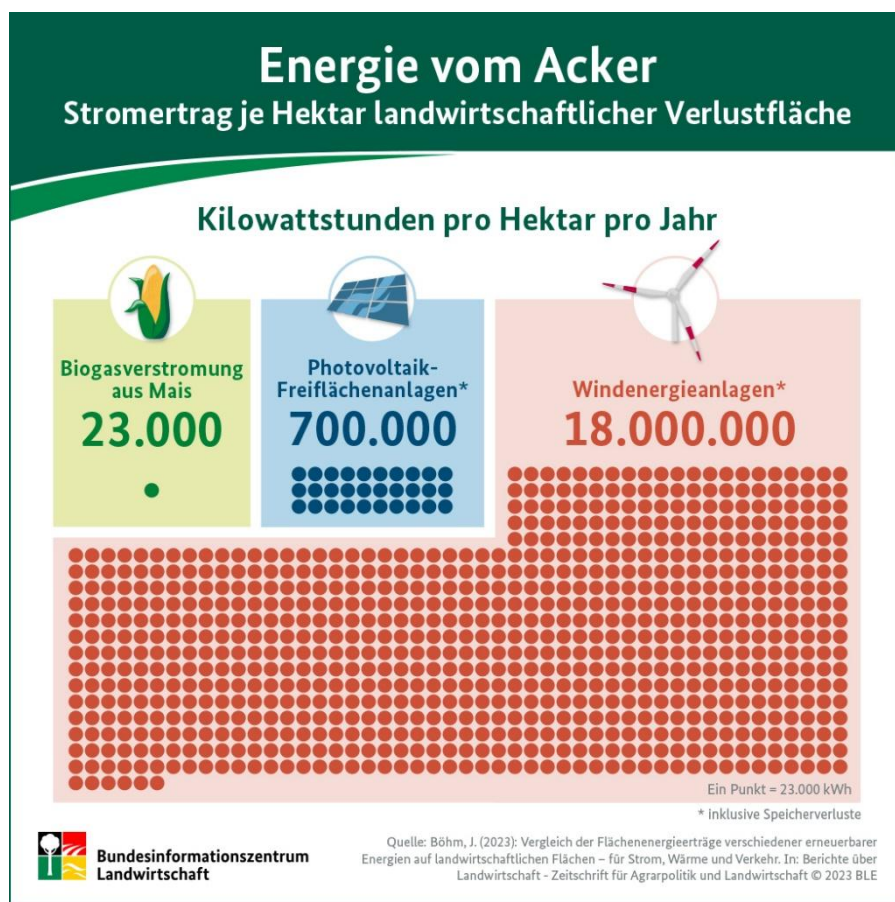


Abbildung 36: Flächeneffizienz für Stromerzeugung auf landwirtschaftlicher Fläche (Quelle: Bundesinformationszentrum Landwirtschaft o.J.).

7 Zielpfade

Auf Bundes- und Landesebene sowie auf Ebene der Hansestadt Lüneburg wurden verschiedene Zielvorgaben zur zukünftigen Erreichung der Treibhausgasneutralität getroffen. Diese werden im Folgenden als Zielpfade näher betrachtet. Die Zielpfade unterscheiden sich dabei hinsichtlich der zukünftigen THG-Entwicklungen.

In den Kapiteln 7.1 bis 7.3 sind die drei Zielpfade dargestellt. Bei den ersten beiden handelt es sich um gesetzliche Vorgaben, mit Bezug auf das Jahr 1990. Hier wurden die jeweiligen Vorgaben zur Reduktion der THG-Emissionen auf die Emissionen der Hansestadt Lüneburg im Jahr 2022 interpoliert. Ein weiterer Zielpfad stellt die zukünftige Entwicklung von THG-Emissionen nach dem Lüneburger Klimaziel dar.

7.1 Bundes-Klimaschutzgesetz

Die Bundesregierung hat mit der Novelle des **Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG)** die bisherigen Klimaschutzziele angehoben: **Bis 2045 soll in Deutschland Treibhausgasneutralität hergestellt werden** (vgl. Bundes-Klimaschutzgesetz § 3, Die Bundesregierung 2024).

Auf dem Weg dorthin sieht das Gesetz Minderungsziele vor. Die THG-Emissionen sollen

- bis 2030 um mindestens 65 % und
- bis 2040 um mindestens 88 %

gegenüber dem Niveau von 1990 reduziert werden (Abbildung 37) (ebd.).

Bis zum Jahr 2045 soll Deutschland die Treibhausgasneutralität erreichen:

- Es muss dann also ein Gleichgewicht zwischen THG-Emissionen und deren Abbau herrschen.
- Nach dem Jahr 2050 strebt die Bundesregierung negative Emissionen an.

Dies bedeutet, dass Deutschland mehr Treibhausgase in natürlichen Senken einbindet, als es ausstößt (ebd.).

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetz hat die Bundesregierung sowohl auf das Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 24. März 2021 als auch auf die Anhebung der europäischen Klimaschutzziele reagiert. Damit ist die Bundesregierung verpflichtet das Ziel des Übereinkommens von Paris umzusetzen und den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen (ebd.).

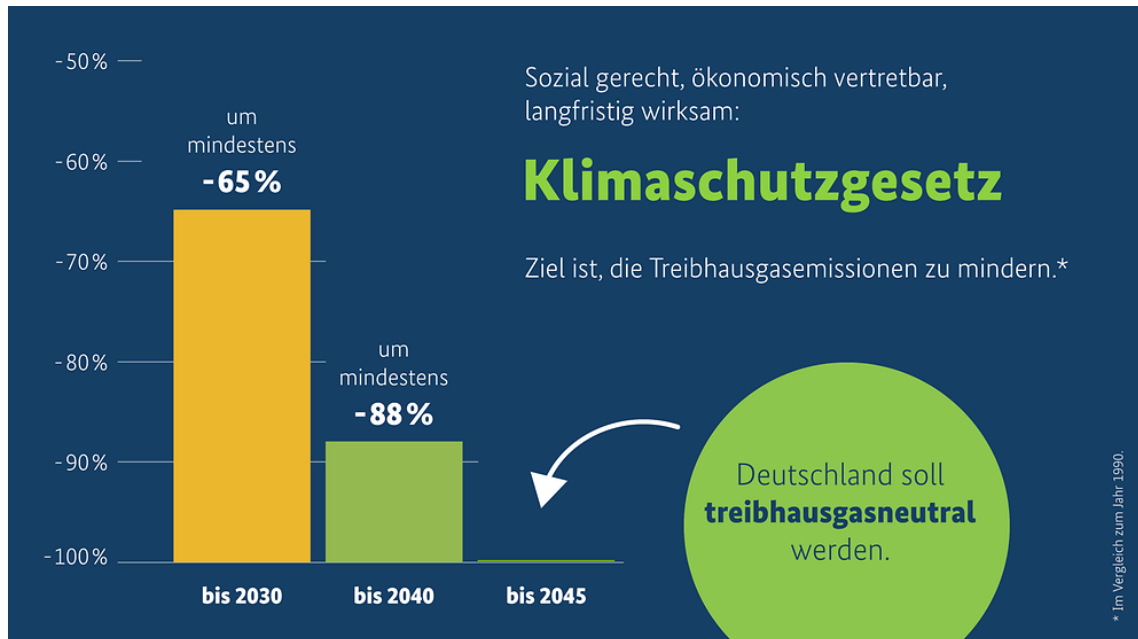


Abbildung 37: Klimaschutzziele Bundesregierung bis 2045 (Quelle: Die Bundesregierung 2024).

Die Vorgaben des KSG beziehen sich auf Veränderungen zum Jahr 1990. Das KSG legt als Zieljahr der Treibhausgasneutralität das Jahr 2045 fest, daher wird es hier folgend als „**KSG 2045**“ bezeichnet. Bis zum Jahr 2030 sollen die THG-Emissionen bundesweit um 65 % sowie bis in das Jahr 2040 um 88 % reduziert werden (vgl. ebd.).

Für die Hansestadt Lüneburg liegen keine Angaben bzgl. der THG-Emissionen im Jahr 1990 vor. Bundesweit wird davon ausgegangen, dass die THG-Emissionen zwischen 1990 und 2020 bereits um 41 % reduziert wurden. Unter der Annahme, dass die THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg sich in der Vergangenheit bundesdurchschnittlich verändert haben, wurde der Treibhausgaswert von 1990 berechnet. Diese Angabe ist eine Hochrechnung, die auf der Bundesentwicklung basiert. Der tatsächliche Wert der THG-Emissionen kann von der Hochrechnung aufgrund lokaler Begebenheiten abweichen, ist hier jedoch nicht ermittelbar.

Die Zielvorgaben des KSG 2045 wurden für die Hansestadt Lüneburg auf das Basisjahr 2022 interpoliert. Die vorgegebenen Veränderungen betragen somit bis zum Jahr 2030 eine Reduktion um 42 % sowie bis 2040 um 80 % sowie eine 100 %-ige Reduktion bis 2045 der THG-Emissionen aus dem Jahr 2022 (Abbildung 38).

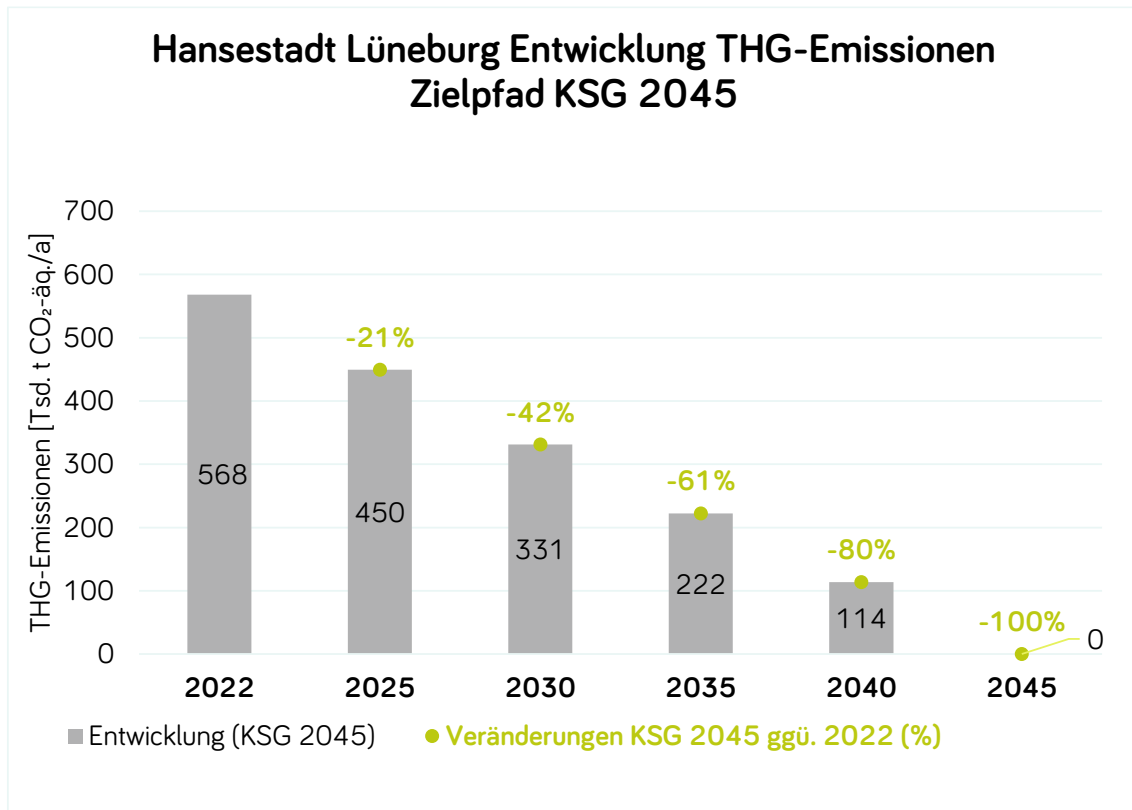


Abbildung 38: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Zielpfad KSG 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

7.2 Niedersächsisches Klimaschutzgesetz

Das Niedersächsische Klimaschutzgesetz (**NKlimaG**)¹ wurde im Dezember 2023 novelliert und im Landtag verabschiedet. Dieses trat zum 01.01.2024 in Kraft.

Nachfolgend werden die wesentlichen Eckpunkte des novellierten NKlimaG im Vergleich zu den zuvor gültigen Zielen dargestellt.

Wesentliche Eckpunkte des NKlimaG ab 01.01.2024 (vgl. MU Nds. 2023, KEAN 2024)

Anheben der Treibhausgas-Minderungsziele für Niedersachsen bzw. Verkürzung des Minderungspfades.

Ambitionierterer Reduktionspfad:

- -75 % bis 2030 (bisher -65 %)
- -90 % bis 2035 (bisher -76 %)

gegenüber dem Niveau von 1990.

Zielsetzung: Treibhausgasneutralität bis 2040 (zuvor 2045)

Das Land Niedersachsen bezieht sich in den Vorgaben zu den Veränderungen der THG-Emissionen ebenso wie das Bundes-Klimaschutzgesetz auf das Jahr 1990. Die Treibhausgasneutralität soll laut NKlimaG im Jahr 2040 erreicht werden, daher wird dieser Zielpfad folgend als „**NKlimaG 2040**“

¹ Niedersächsisches Klimagesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG). Weitere Informationen zum Klimaschutzgesetz finden sich auf den Seiten der Niedersächsischen Landesregierung: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/novelle-klimagesetz-227891.html%20C2%A0>

bezeichnet. Als Zwischenziele werden im NKlimaG 2040 für das Jahr 2030 eine Reduktion um 75 % sowie für das Jahr 2035 um 90 % festgesetzt (vgl. MU Nds. 2023).

Die Interpolation der Vorgaben des NKlimaG auf das Basisjahr 2022 erfolgte für die Hansestadt Lüneburg analog zu der der Bundes-Ziele. Die vorgegebenen Veränderungen betragen somit bis zum Jahr 2030 eine Reduktion um 58 %, für das Jahr 2035 eine Reduktion um 83 % und für das Jahr 2040 um 100 % der THG-Emissionen aus dem Jahr 2022 (Abbildung 39).

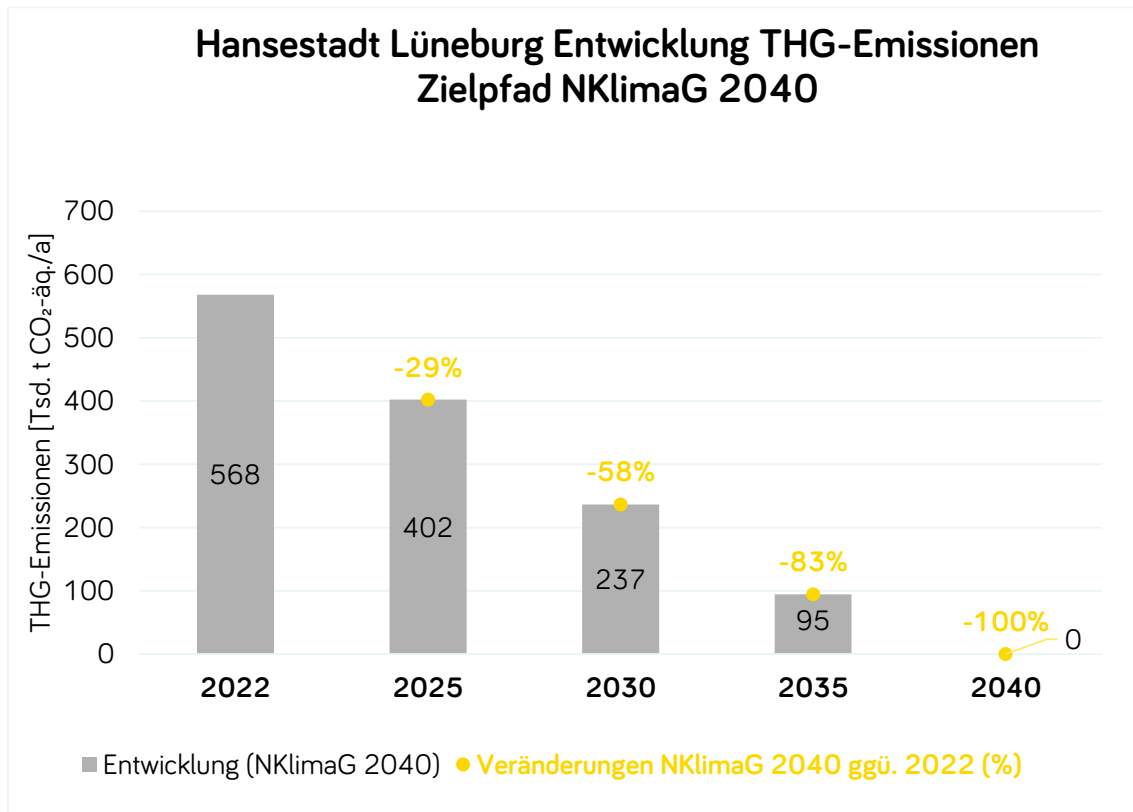


Abbildung 39: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Zielpfad NKlimaG 2040 von 2022-2040 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

7.3 Lüneburg 2030

Die Hansestadt Lüneburg hat sich durch den Beschluss des Klimaschutzplanes der Hansestadt Lüneburg sowie dem Beitritt zum Bürgerbegehren „Klimaentscheid“ im Jahr 2021 das Ziel gesetzt, die Treibhausgasneutralität möglichst bereits 2030 zu erreichen. Dieses Ziel steht mit den Klimaschutzzielen des Landkreises Lüneburg im Einklang, welcher ebenfalls eine Klimaneutralität bis 2030 anstrebt (vgl. Hansestadt Lüneburg 2021). Da das Ziel der Treibhausgasneutralität der Hansestadt im Jahr 2030 erreicht werden soll, wird dieser Zielpfad „**Lüneburg 2030**“ genannt. In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung des Zielpfads Lüneburg 2030 dargestellt. Das Zwischenziel 2025 wurde von beKS linear zwischen dem Basis- und dem Zieljahr berechnet.

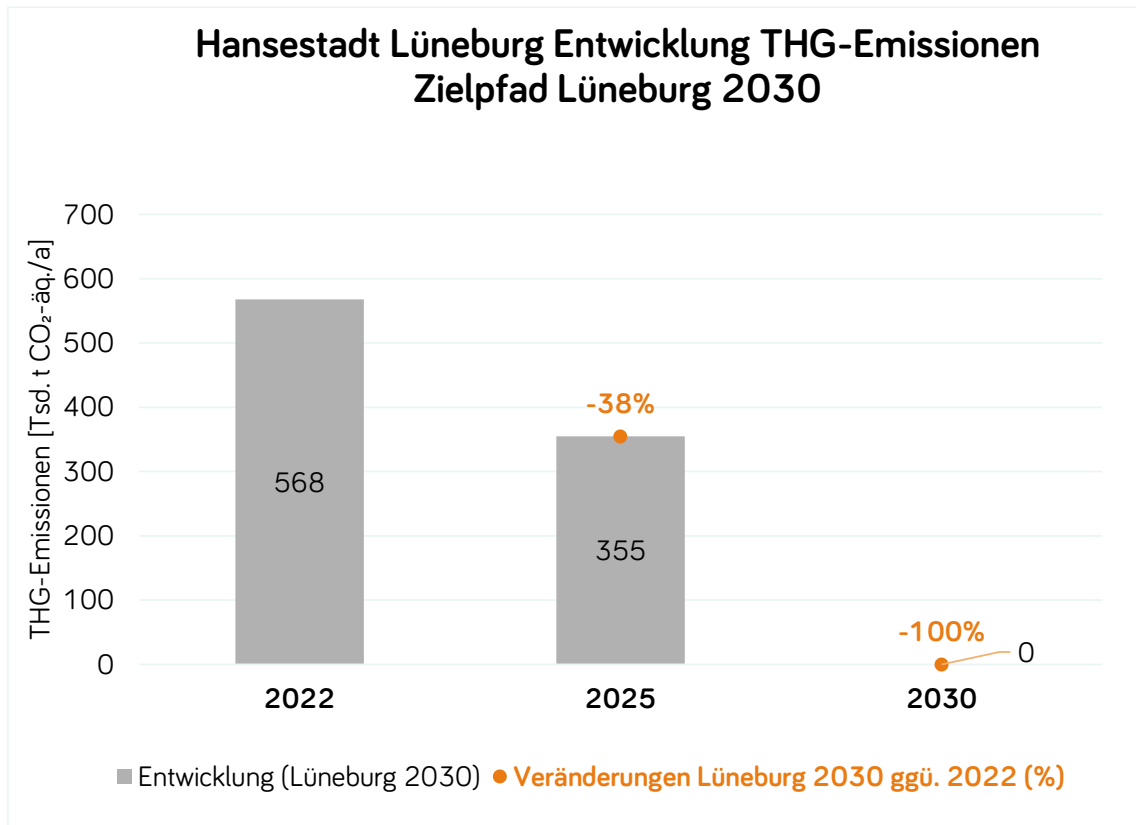


Abbildung 40: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Zielpfad Lüneburg 2030 von 2022-2030 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

7.4 Vergleich Zielpfade

Die Zielpfade **KSG 2045**, **NKlimaG 2040** sowie **Lüneburg 2030** unterscheiden sich voneinander. Dabei verlaufen die Zielpfade nach den gesetzlichen Vorgaben auf Bundes- sowie Landesebene ähnlich (Abbildung 41). Besonders nah verlaufen die Reduktionsziele der beiden Zielpfade bis in das Jahr 2030. Anschließend kommt es im **NKlimaG 2040** zu einer Beschleunigung der THG-Reduktion, sodass bereits 2040 die THG-Neutralität vorgeschrieben wird. Der Zielpfad **Lüneburg 2030** weicht bereits 2025 stark von den zuvor genannten Zielpfaden ab und setzt sich das Ziel der THG-Neutralität bereits für das Jahr 2030.

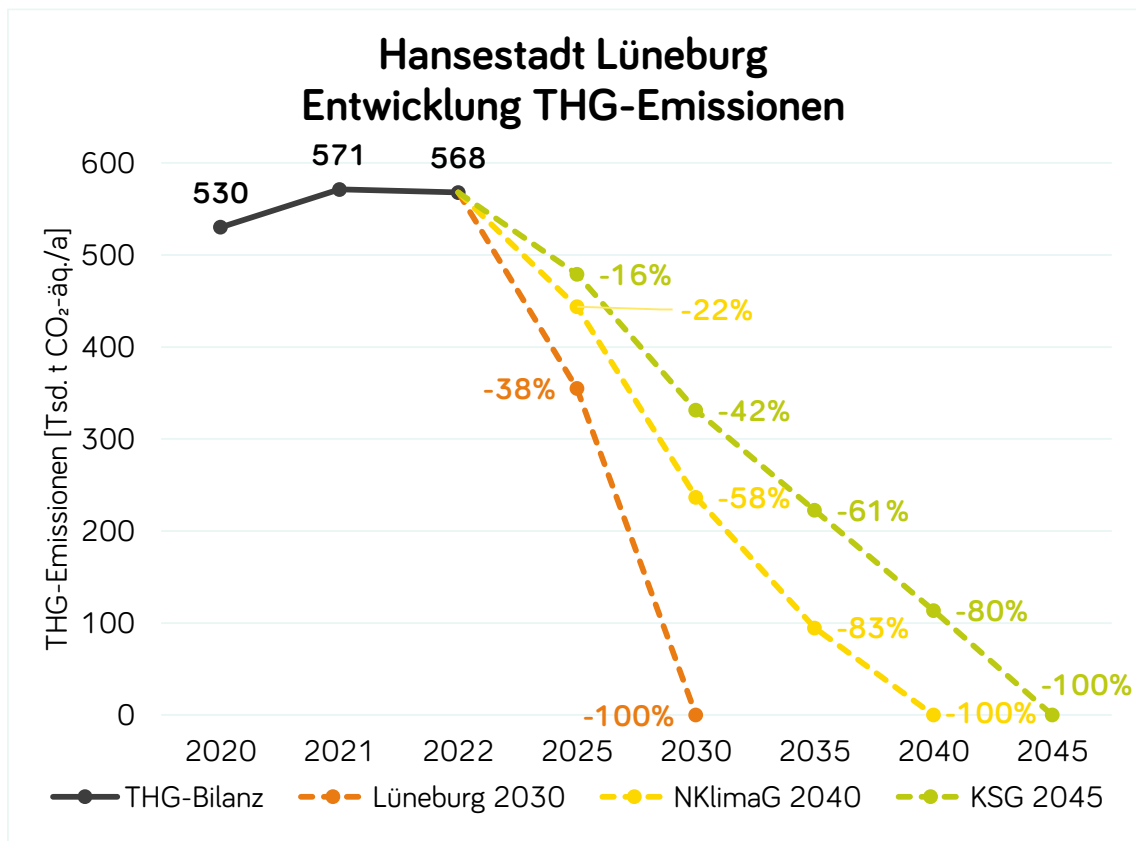


Abbildung 41: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Zielpfad KSG 2045 (grün), im Zielpfad NKlimaG 2040 (gelb) sowie im Zielpfad Lüneburg 2030 (orange) von 2022-2045 (Quelle: beKS 2025).

8 Szenarienentwicklung

Weitergehend werden vier verschiedene Szenarien für zukünftige Entwicklungen von THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg erstellt (Kapitel 8.1 – Kapitel 8.4). Hier wird einmal zwischen dem Trendszenario sowie verschiedenen Klimaneutralitätsszenarien unterschieden. Das Trendszenario stellt dabei die mögliche Entwicklung unter der Annahme business as usual dar. Die verschiedenen Klimaneutralitätsszenarien orientieren sich an den Vorgaben der Bundesrepublik (Kapitel 7.1), des Landes Niedersachsen (Kapitel 7.2) sowie der Hansestadt Lüneburg (Kapitel 7.3), welche sich durch verstärkte Klimaschutzbemühungen vom Trendszenario abgrenzen. In allen Szenarien wird die gleiche Entwicklung der bundesweiten Emissionsfaktoren zur Berechnung der zukünftigen THG-Emissionen zugrunde gelegt.

8.1 Trendszenario 2045

Im Trendszenario werden einerseits vergangene Entwicklungen in die Zukunft fortgeschrieben, andererseits werden prognostizierte Entwicklungen eingearbeitet. Für die vorliegende Betrachtung der Trendentwicklung wurde der Projektionsbericht 2021 des Umweltbundesamtes (vgl. UBA 2021a) als wissenschaftliche Basis verwendet sowie die zurückliegende Entwicklung der Hansestadt Lüneburg eingearbeitet und fortgeschrieben. Als Grundlage des Szenarios gilt die Annahme, dass die bis dahin beschlossenen Bundes- sowie EU-Klimaschutzvorgaben eingehalten, jedoch keine weiteren Klimaschutzmaßnahmen beschlossen werden. Es handelt sich um ein business as usual Szenario.

Als Basis zur Entwicklung des Trendszenarios für die Hansestadt Lüneburg wurden die Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanzen des Referenzjahres 2022 verwendet und gemäß den Projektionen für Deutschland bis zum Jahr 2045 fortgeschrieben. Es wird folgend als „**TREND 2045**“ bezeichnet.

Im Trendszenario können die THG-Emissionen bis 2030 um 17 % und bis 2045 um 59 % reduziert werden (Abbildung 42). Eine bilanzielle Treibhausgasneutralität bei der Betrachtung der zukünftigen THG-Emissionen kann im Trendszenario demnach weder im Jahr 2040 noch im Jahr 2045 erreicht werden. Das Ziel der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 wird bei der Betrachtung der zukünftigen Entwicklungen um ca. 41 % verfehlt.

Zur Erreichung der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 müssten die im Jahr 2045 verbleibenden THG-Emissionen in Höhe von 231 Tsd. t CO₂-äq. kompensiert werden.

Zu betonen ist hierbei, dass die Vermeidung von Emissionen immer bevorzugt werden sollte (UBA 2018). Sollten jedoch aus verschiedenen Gründen keine weiteren THG-Emissionen vermieden/verringert werden, so kann die Kompensation einen Beitrag dazu leisten, die THG-Emissionen an einem anderen Ort zu verringern. Unter Kompensation werden Investitionen in Treibhausgasminderungsprojekte (z. B. Windkraftanlage in Entwicklungsländern) verstanden (UBA 2023).

Die Bundesregierung hat in ihrem Koalitionsvertrag im Jahr 2025 festgelegt, dass zur Erreichung der Bundes- und Europa-Klimaziele vorrangig eine Reduktion der THG-Emissionen stattfinden soll. Zusätzlich können in begrenztem Umfang THG-Emissionen, die nicht vermieden/verringert werden können, durch zertifizierte Projekte in außereuropäischen Partnerländern kompensiert werden (Die Bundesregierung 2025).

Somit könnte auch die Hansestadt Lüneburg prüfen, inwieweit die verbleibenden THG-Emissionen kompensiert werden könnten. Das Umweltbundesamt hat einen Leitfaden für freiwillige Kompensation von THG-Emissionen durch Klimaschutzprojekte herausgegeben, an dem sich orientiert werden kann (UBA 2018).

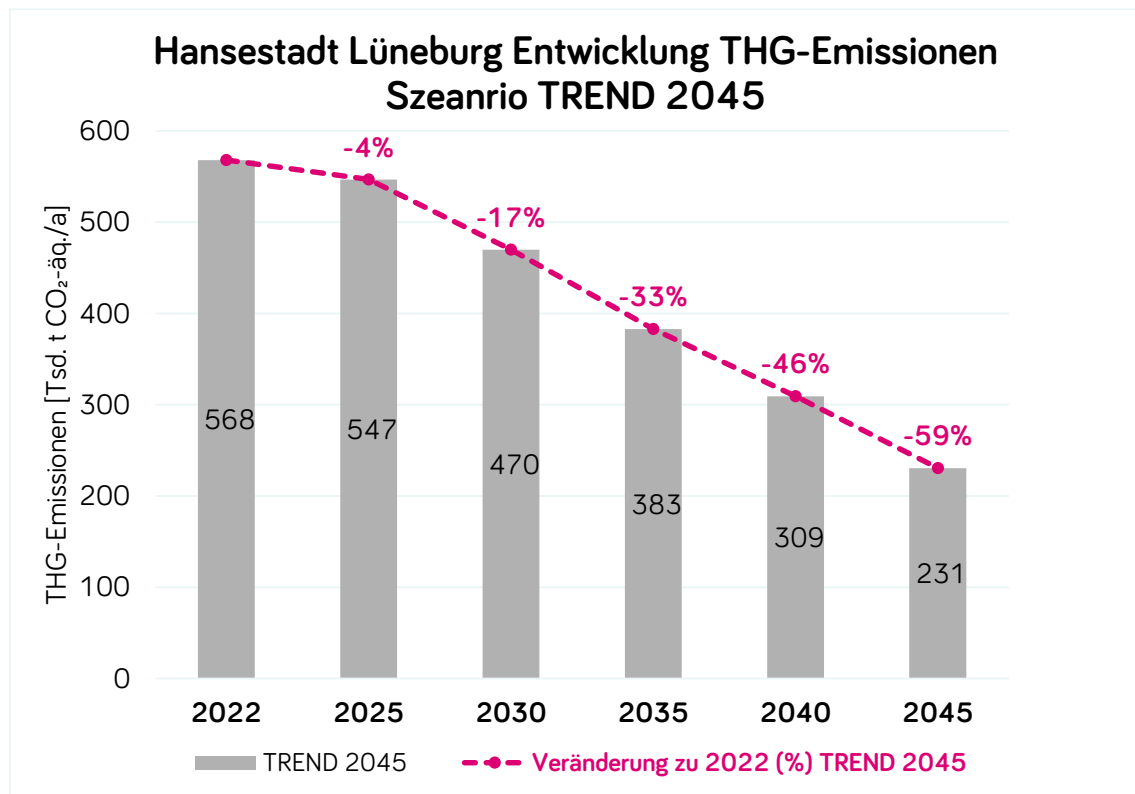


Abbildung 42: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario Trend 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

In der vertiefenden Betrachtung des Trendszenarios für Lüneburg sind die THG-Emissionen zusätzlich auf die verschiedenen Sektoren aufgeschlüsselt worden (Abbildung 43).

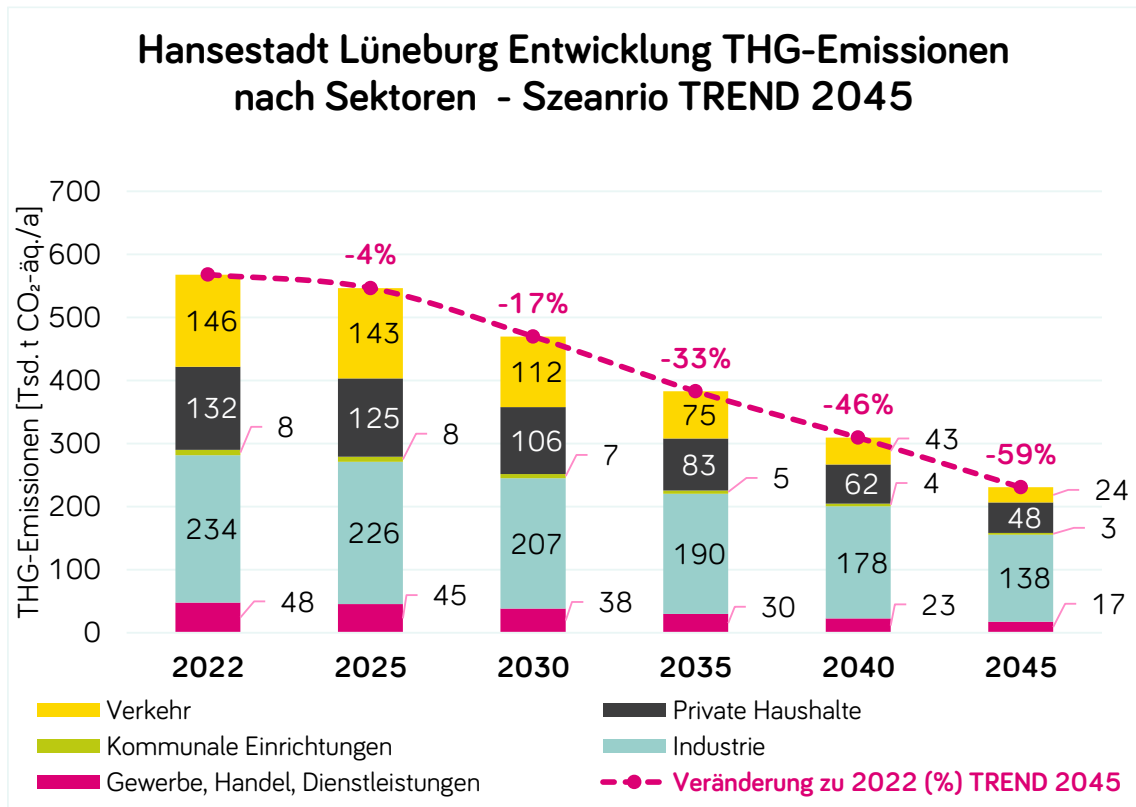


Abbildung 43: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario TREND 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 unterteilt nach Sektoren (Quelle: beKS 2025).

In Abbildung 44 sind die Entwicklungen der THG-Emissionen im Szenario **TREND 2045** dem Zielpfad **KSG 2045** (Vorgaben nach Bundes-Klimaschutzgesetz) gegenübergestellt. Die THG-Reduktionen im Szenario **TREND 2045** liegen oberhalb der Ziele des **KSG 2045**. Die THG-Emissionen sinken langsamer und weniger stark als die gesetzlichen Vorgaben vorgeben. Im Szenario **TREND 2045** werden die Ziele des **KSG 2045** daher verfehlt.

In diesem Vergleich muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass sich die Vorgaben des KSG 2045 auf die gesamte Bundesrepublik beziehen. Kommunen haben unterschiedlich hohe Endenergieverbräuche, Potenziale zur Reduktion der Endenergieverbräuche sowie Potenziale zur Umstellung der Energieträger. Kommunen, welche unterhalb und oberhalb der Vorgaben des KSG liegen, können sich ausgleichen. Bei dem Ausbau von Strom aus Erneuerbaren Energien profitieren beispielsweise alle Kommunen durch eine Verbesserung des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes.

Es zeigt sich, dass die bisher beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen nicht ausreichen um 2045 die Treibhausgasneutralität in Lüneburg zu erreichen. Eine deutlich ambitionierte Beschleunigung zur Dekarbonisierung müsste dazu stattfinden.

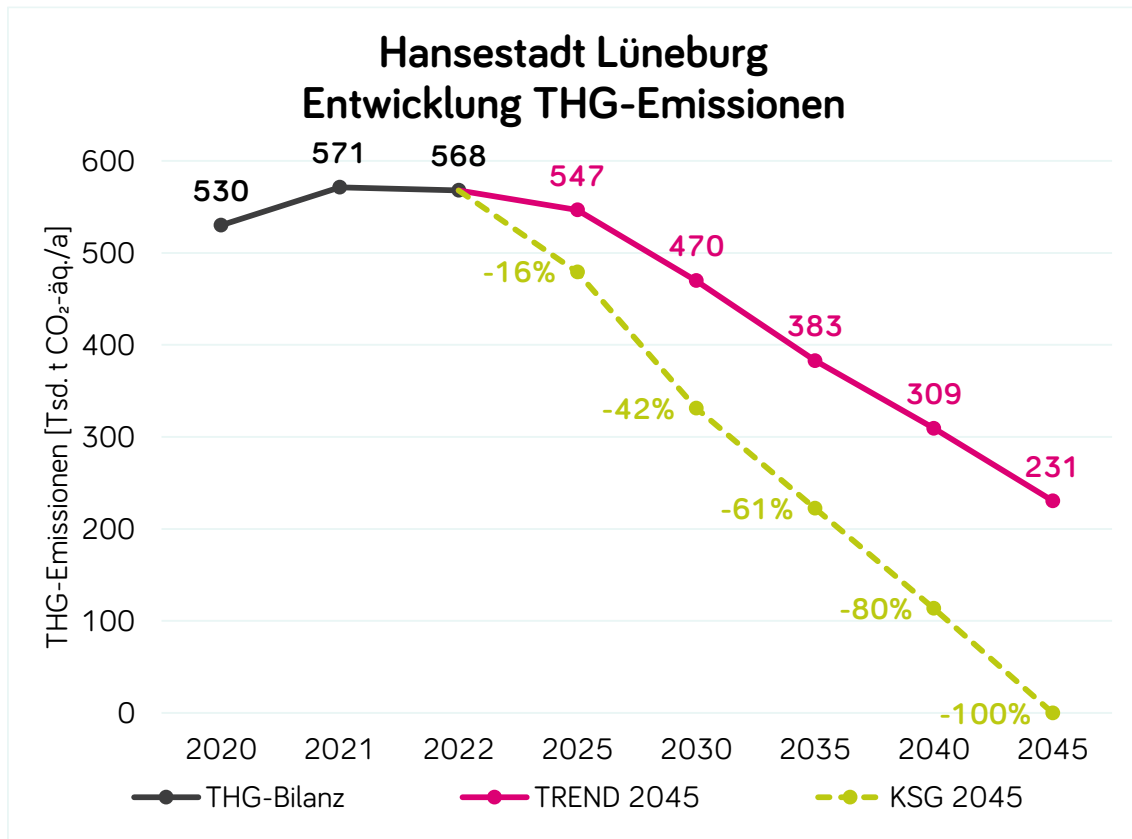


Abbildung 44: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario TREND 2045 (pink) sowie im Zielpfad KSG 2045 (grün) von 2022-2045 (Quelle: beKS 2025).

8.2 Klimaneutralitätsszenario 2045

Im Klimaneutralitätsszenario 2045 (**KLIMA 2045**) wird die mögliche Entwicklung der THG-Emissionen der Hansestadt dargestellt, wenn neben den beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen (siehe **TREND 2045**) weitere Klimaschutzbemühungen erfolgen. Für das Klimaneutralitätsszenario wurden die Ergebnisse aus der vorangegangenen Potenzialanalyse sowie die Annahmen der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (vgl. Prognos et al. 2021) sowie des Projektionsberichts 2021 des UBA (vgl. UBA 2021a) zugrunde gelegt.

Grundlegende Annahmen des Szenarios **KLIMA 2045** sind neben der verstärkten Reduktion von Endenergieverbräuchen die Umstellung der genutzten Energieträger.

Im Klimaneutralitätsszenario **KLIMA 2045** wird der Endenergieverbrauch bis in das Jahr 2045 um 27 % im Vergleich zum Jahr 2022 reduziert. Der verbleibende Endenergiebedarf wird bis zum Jahr 2045 komplett durch erneuerbare Energieträger ersetzt. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass durch die Elektrifizierung des Wärmesektors und des Verkehrssektors der Stromverbrauch im Vergleich zum Jahr 2022 ansteigt. Die Versorgung durch Nahwärme und die Nutzung von Biomasse nehmen ebenfalls zu. Wasserstoff und synthetisch erzeugtes Gas werden aufgrund der hohen Erzeugungskosten nur im Industriesektor eingesetzt.

Durch die Reduktion der EEV sowie der Umstellung der Energieträger, entwickeln sich die THG-Emissionen des Szenarios **KLIMA 2045** wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Bis zum Jahr 2030 sinken die THG-Emissionen gegenüber 2022 bereits um 48 % und bis 2040 um 88 %. Im Zieljahr 2045 werden bilanziell 97 % der THG-Emissionen aus dem Basisjahr reduziert. Die restlichen THG-Emissionen in Höhe von 16 Tsd. t CO₂-äq. verbleiben aufgrund der Entwicklung der Emissionsfaktoren. Auch erneuerbare Energien weisen im Zieljahr noch geringe Restemissionen auf.

Daher kann selbst bei Reduktion der Endenergieverbräuche und kompletter Umstellung auf erneuerbare Energieträger keine komplette Treibhausgasneutralität erreicht werden.

Zur Erreichung dieses Ziel müssten im Jahr 2045 die verbleibenden THG-Emissionen in Höhe von 16 Tsd. t CO₂-äq. kompensiert werden.

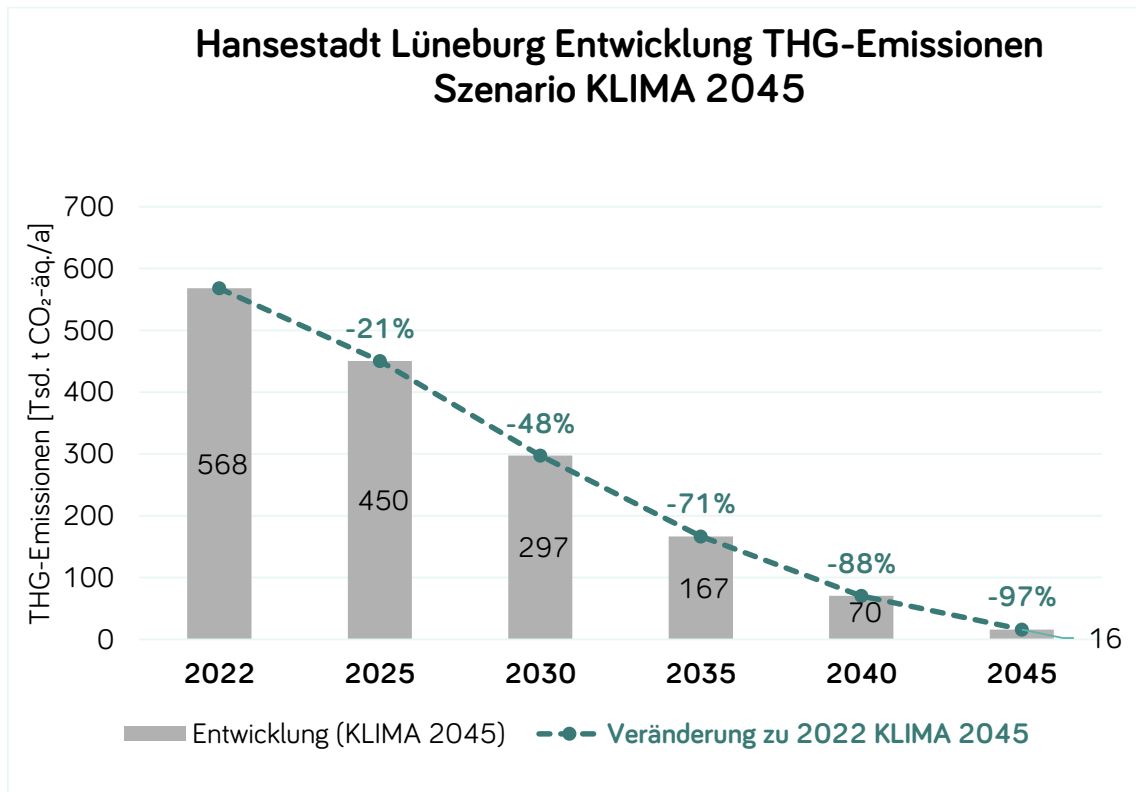


Abbildung 45: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2045 von 2022-2045 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

In der vertiefenden Betrachtung des Szenarios **KLIMA 2045** für die Hansestadt Lüneburg sind die THG-Emissionen zusätzlich auf die verschiedenen Sektoren ausgeschlüsselt worden (Abbildung 46).

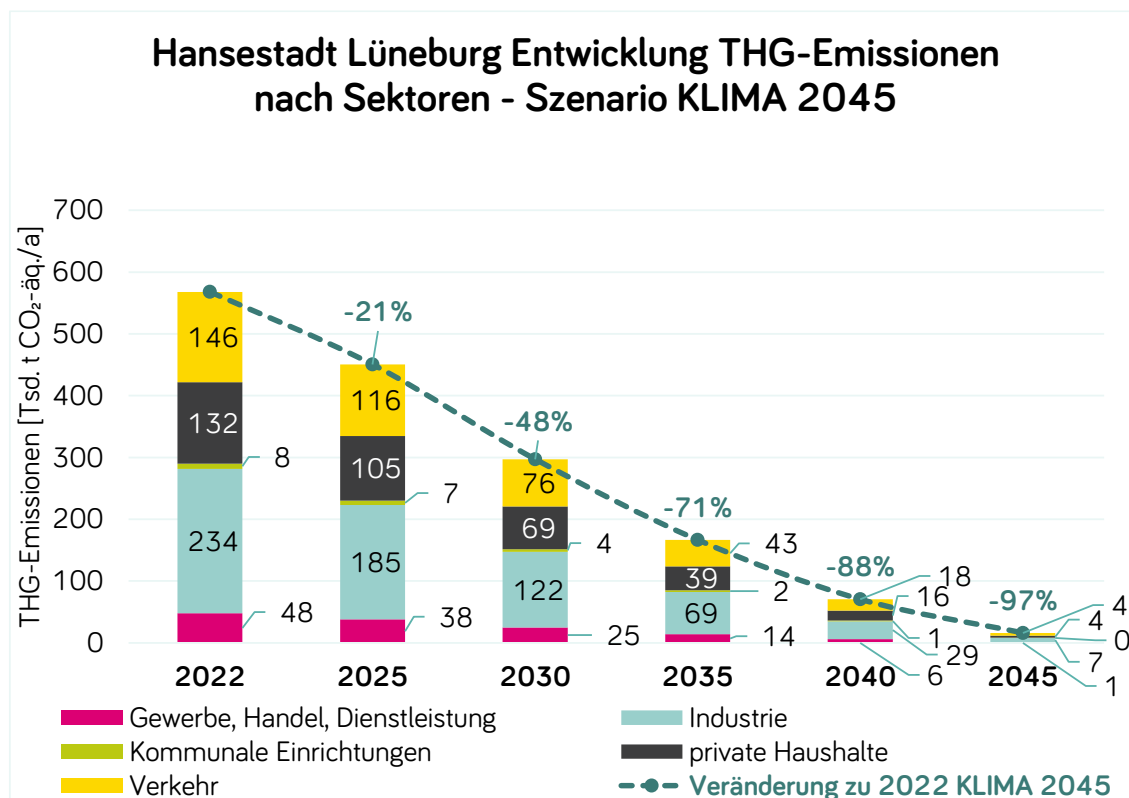


Abbildung 46: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2045 von 2022-2045 nach Sektoren inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Im Vergleich des Szenarios **KLIMA 2045** mit dem Szenario **TREND 2045** sowie dem Zielpfad **KSG 2045** wird deutlich, dass die THG-Emissionen im Szenario **KLIMA 2045** durch die Umsetzung weiterer Klimaschutzmaßnahmen deutlich schneller und stärker sinken als in **TREND 2045** (Abbildung 47). **KLIMA 2045** verläuft nahe den Vorgaben des **KSG 2045**.

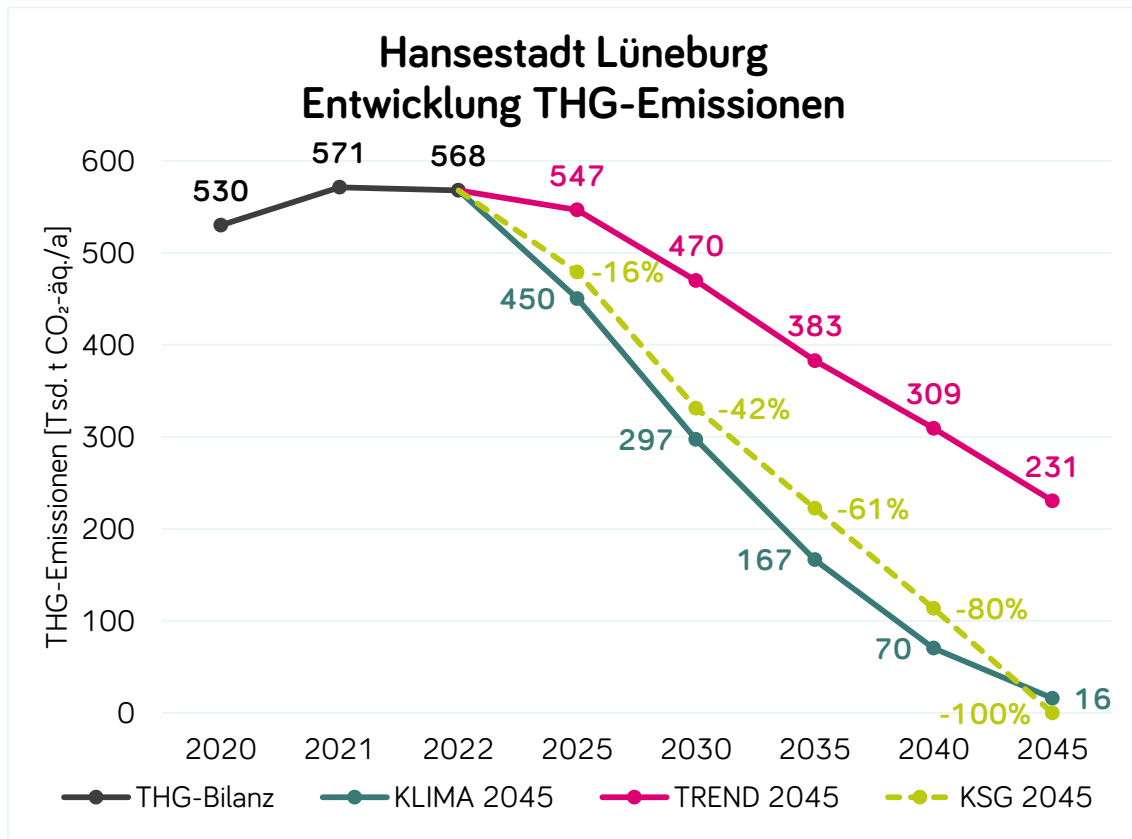


Abbildung 47: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario TREND 2045 (pink), im Szenario KLIMA 2045 (petrol) sowie im Zielpfad KSG 2045 (grün) von 2022-2045 (Quelle: beKS 2025).

8.3 Klimaneutralitätsszenario 2040

Das Land Niedersachsen hat im NKlimaG das Ziel der „Klimaneutralität“ für das Jahr 2040 festgeschrieben. Nachfolgend werden die Ergebnisse des Klimaneutralitätsszenarios für das Zieljahr 2040 (**KLIMA 2040**) dargestellt. Für das Klimaneutralitätsszenario wurden die Ergebnisse aus der vorangegangenen Potenzialanalyse sowie die Annahmen der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (vgl. Prognos et al. 2021) sowie des Projektionsberichts 2021 des UBA (vgl. UBA 2021a) ebenso wie bei **KLIMA 2045** zugrunde gelegt. Der Unterschied ist hier, dass die angenommenen Entwicklungen in der Reduktion der Endenergieverbräuche sowie Umstellung der Energieträger bereits fünf Jahre vorher erfolgt. Die Annahmen zu Veränderungen der Emissionsfaktoren bleiben unverändert.

Im Klimaneutralitätsszenario **KLIMA 2040** wird der Endenergieverbrauch bis in das Jahr 2040 um 24 % im Vergleich zum Jahr 2022 reduziert. Der verbleibende Endenergiebedarf wird bis zum Jahr 2040 komplett durch erneuerbare Energieträger ersetzt. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass durch die Elektrifizierung des Wärmesektors und des Verkehrssektors der Stromverbrauch im Vergleich zum Jahr 2022 ansteigt. Die Versorgung durch Nahwärme und die Nutzung von Biomasse nehmen ebenfalls zu. Wasserstoff und synthetisch erzeugtes Gas werden aufgrund der hohen Erzeugungskosten nur im Industriesektor eingesetzt.

Durch die Reduktion der EEV sowie der Umstellung der Energieträger, entwickeln sich die THG-Emissionen des Szenarios **KLIMA 2040** wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Bis zum Jahr 2030 sinken die THG-Emissionen gegenüber 2022 bereits um 51 % und bis 2035 um 76 %. Im Zieljahr 2040 werden bilanziell 95 % der THG-Emissionen aus dem Basisjahr reduziert. Die restlichen THG-Emissionen in Höhe von 28 Tsd. t CO₂-äq. verbleiben aufgrund der Entwicklung der Emissionsfaktoren. Auch erneuerbare Energien weisen im Zieljahr noch geringe Restemissionen insbesondere in ihrer Vorkette auf.

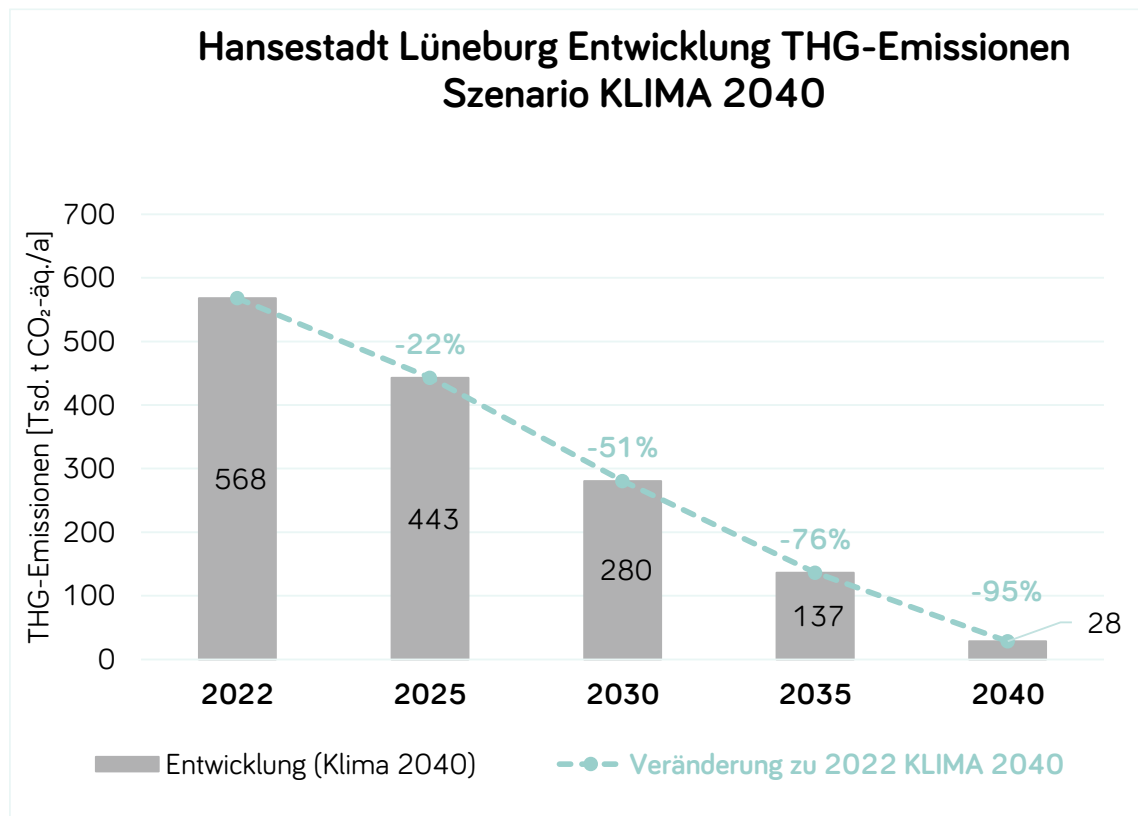


Abbildung 48: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2040 von 2022-2040 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beks 2025).

In der vertiefenden Betrachtung des Klimaneutralitätsszenarios für Lüneburg sind die THG-Emissionen zusätzlich auf die verschiedenen Sektoren ausgeschlüsselt worden (Abbildung 49).

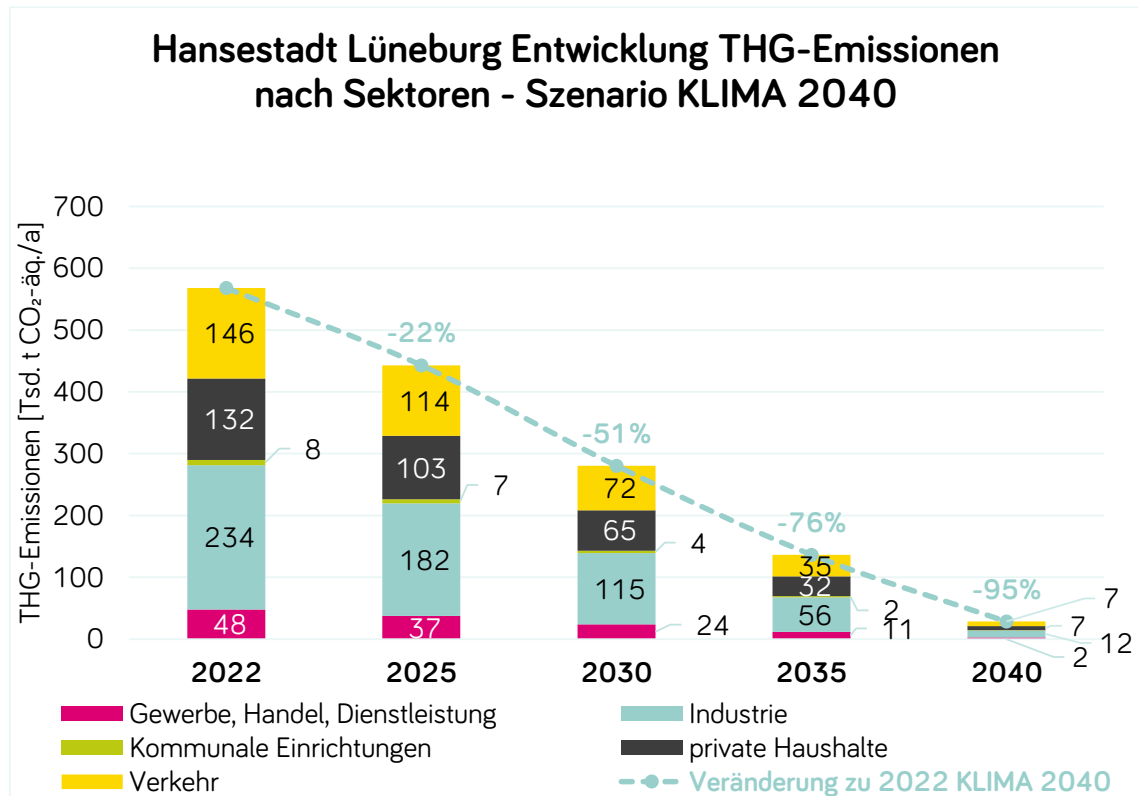


Abbildung 49: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2040 von 2022-2040 nach Sektoren inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Im Vergleich des Szenarios **KLIMA 2040** mit dem Zielpfad **KSG 2045** sowie dem Zielpfad nach **NKlimaG 2040** wird deutlich, dass die THG-Emissionen in **KLIMA 2040** außer im Jahr 2025 die Anforderungen nach **KSG 2045** übererfüllen (Abbildung 50). Betrachtet man **KLIMA 2040** im Vergleich zu Vorgaben des **NKlimaG 2040** wird deutlich, dass die Hansestadt Lüneburg trotz zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen die Ziele des NKlimaG verfehlt. In **KLIMA 2040** verbleiben im Jahr 2040 THG-Emissionen in Höhe von 28 Tsd. t CO₂-äq. Zur Erreichung des Ziels der THG-Neutralität im Jahr 2040 müssten im Jahr Zieljahr diese THG-Emissionen kompensiert werden.

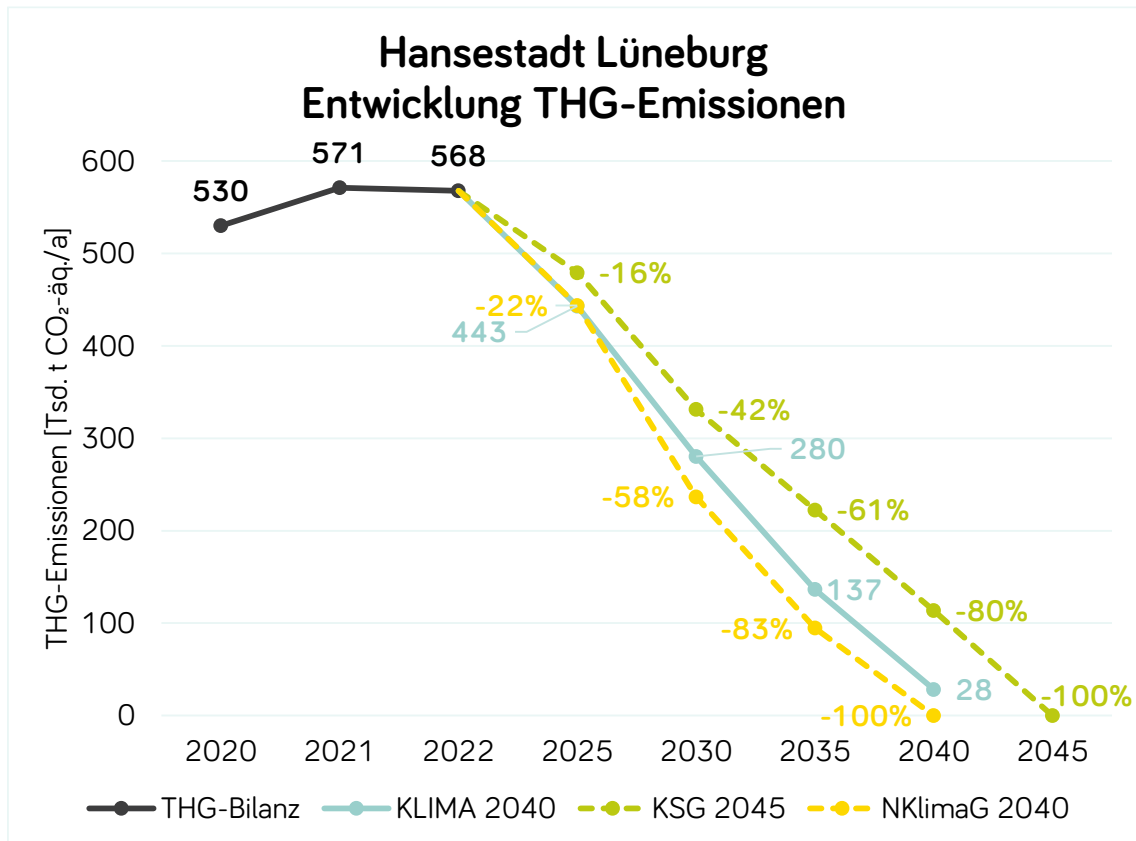


Abbildung 50: Entwicklungen der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario KLIMA 2040 (türkis), dem Zielpfad KSG 2045 (grün) sowie dem Zielpfad NKlimaG 2040 (gelb) von 2022-2040 bzw. 2022-2045 (Quelle: beKS 2025).

8.4 Klimaneutralitätsszenario 2030

Die Hansestadt Lüneburg hat sich im Jahr 2021 das Ziel der Treibhausgasneutralität 2030 gesetzt. Für das Klimaneutralitätsszenario **KLIMA 2030** wurden die Ergebnisse aus der vorangegangenen Potenzialanalyse sowie die Annahmen der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (vgl. Prognos et al. 2021) sowie des Projektionsberichts 2021 des UBA (vgl. UBA 2021a) ebenso wie bei **KLIMA 2045** zugrunde gelegt. Der Unterschied ist hier, dass die angenommenen Entwicklungen in der Reduktion der Endenergieverbräuche sowie Umstellung der Energieträger bereits fünfzehn Jahre vorher erfolgt. Ausnahme hiervon sind die Entwicklungen im Sektor Verkehr. Da diese stark von der Bundesebene abhängig sind ist hier keine Beschleunigung in der deutschlandweiten Entwicklung anzunehmen. Im Szenario **KLIMA 2030** wird davon ausgegangen, dass bis 2030 z. B. der Benzinverbrauch um 48 % gesenkt werden kann. Im Jahr 2035 würde dieser bereits um 82 % und im Jahr 2040 um 100 % gesenkt werden. Die Annahmen zu Veränderungen der Emissionsfaktoren bleiben unverändert.

Im Klimaneutralitätsszenario **KLIMA 2030** wird der Endenergieverbrauch bis in das Jahr 2030 um 68 % im Vergleich zum Jahr 2022 reduziert. Der verbleibende Endenergiebedarf wird in allen Sektoren außer dem Verkehrssektor bis zum Jahr 2030 vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass durch die Elektrifizierung des Wärmesektors und des Verkehrssektors der Stromverbrauch im Vergleich zum Jahr 2022 ansteigt. Die Emissionsfaktoren sind im Jahr 2030 teilweise noch etwas höher als im Jahr 2040 sein werden.

Bis zum Jahr 2025 sinken die THG-Emissionen im Szenario **KLIMA 2030** bereits um 27 % gegenüber 2022 (Abbildung 51). Im Zieljahr 2030 werden bilanziell 68 % der THG-Emissionen aus dem Basisjahr reduziert. Restliche THG-Emissionen in Höhe von 181 Tsd. t CO₂-äq. verbleiben.

Aufgrund der BSKO-Methode ist es für Lüneburg bilanziell nicht möglich im Jahr 2030 die Treibhausgasneutralität zu erreichen. Dies liegt unter anderem an den verwendeten Emissionsfaktoren. Alle Energieträger weisen im Jahr 2030 noch Vorketten-Emissionen auf. Zudem gibt es Entwicklungen, wie insbesondere im Verkehrsbereich, die auf lokaler Ebene nur begrenzt beschleunigt werden können. Hier besteht eine Abhängigkeit von der Bundesebene, die momentan eine Treibhausgasneutralität 2045 anstrebt.

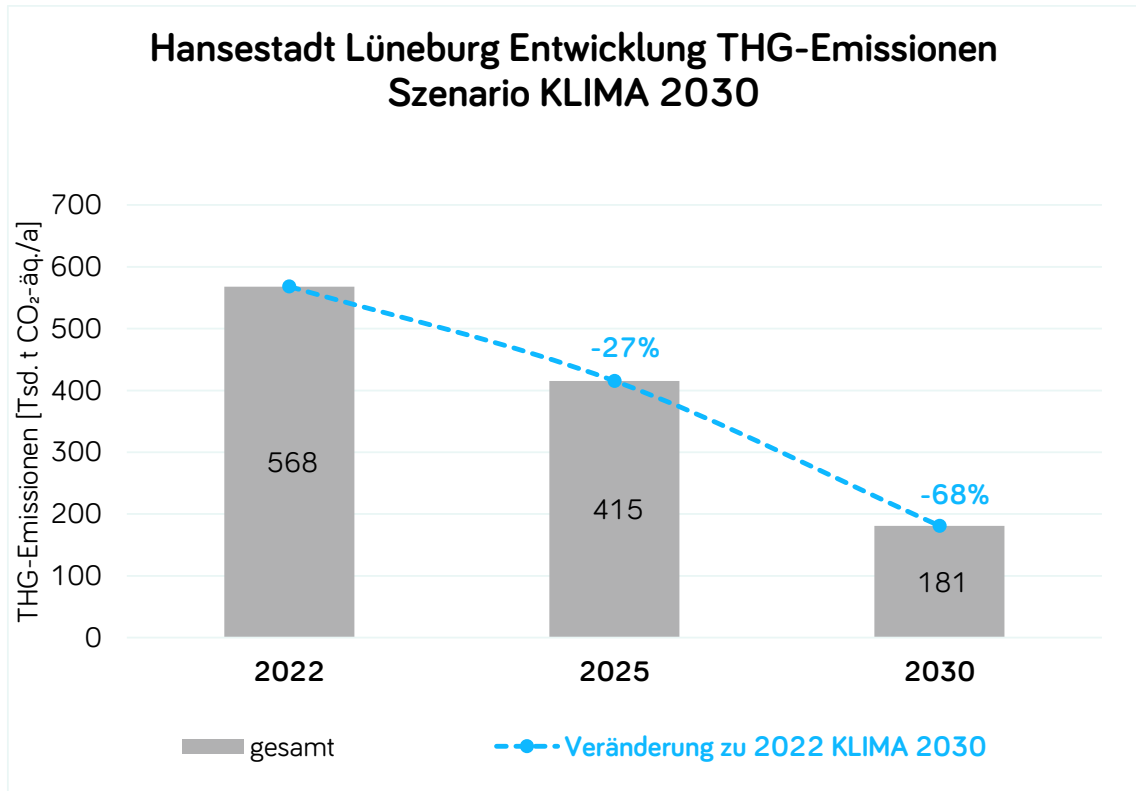


Abbildung 51: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2030 von 2022-2030 inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

In der vertiefenden Betrachtung des Klimaneutralitätsszenarios für Lüneburg sind die THG-Emissionen zusätzlich auf die verschiedenen Sektoren ausgeschlüsselt worden (Abbildung 52).

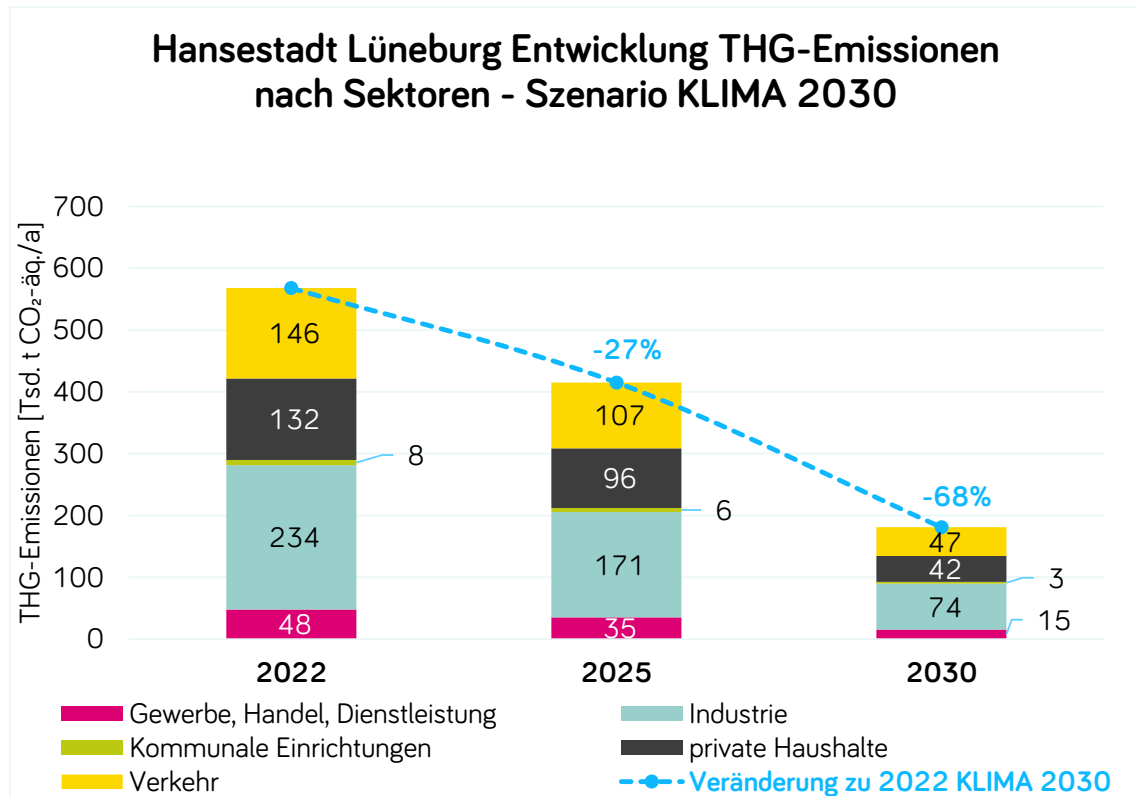


Abbildung 52: Entwicklung der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg im Szenario KLIMA 2030 von 2022-2030 nach Sektoren inkl. prozentualer Veränderung gegenüber dem Jahr 2022 (Quelle: beKS 2025).

Im Vergleich des Szenarios **KLIMA 2030** mit dem Zielpfad **Lüneburg 2030** sowie dem Zielpfad **NKlimaG 2040** wird deutlich, dass die THG-Emissionen in **KLIMA 2030** im Jahr 2025 sowie im Jahr 2030 die Anforderungen nach **Lüneburg 2030** nicht erfüllt (Abbildung 53). Im Szenario **KLIMA 2030** werden die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu den THG-Emissionen im Zielpfad **NKlimaG 2040** im Jahr 2030 weiter gesenkt. In **KLIMA 2030** verbleiben im Jahr 2030 THG-Emissionen in Höhe von 181 Tsd. t CO₂-äq. Zur Erreichung des Ziels der THG-Neutralität im Jahr 2030 müssten im Jahr 2030 diese THG-Emissionen kompensiert werden.

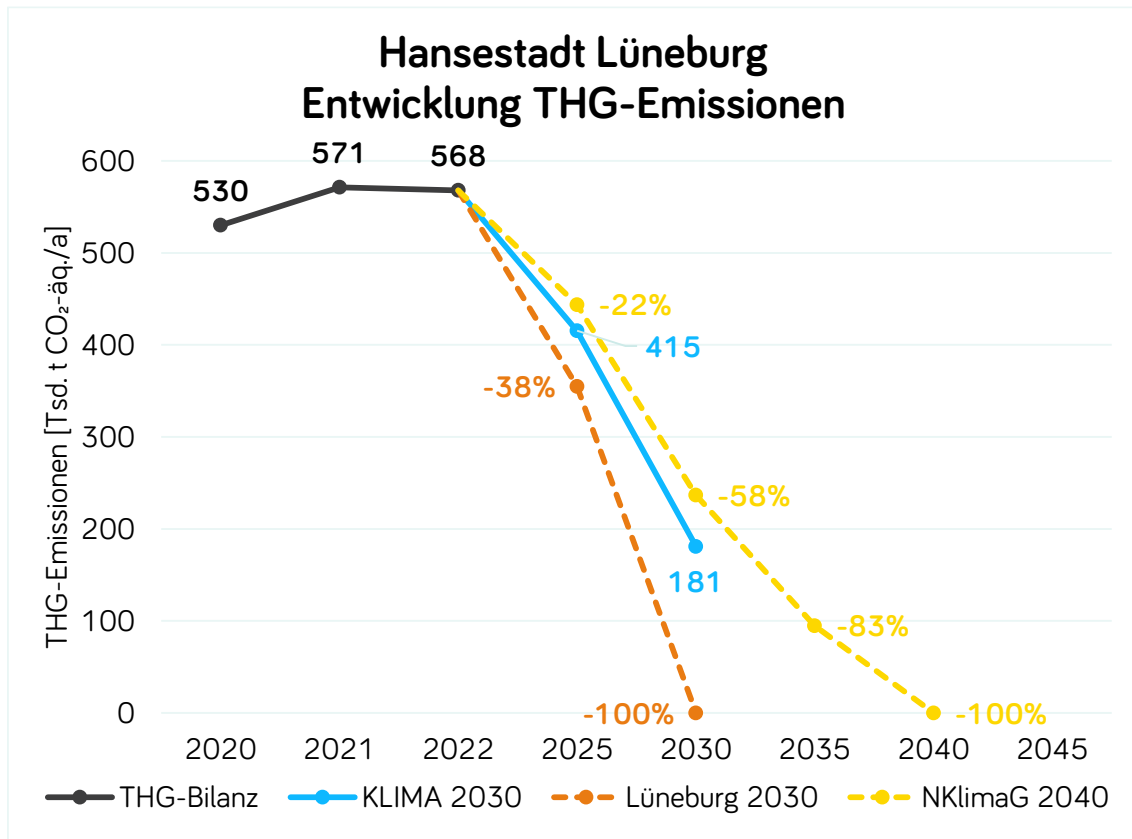


Abbildung 53: Absenkpfade der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario KLIMA 2030 (blau), dem Zielpfad NKlimaG 2040 sowie dem Zielpfad Lüneburg 2030 (orange) von 2022-2030 bzw. 2022-2040 (Quelle: beKS 2025).

8.4.1 Einschätzung KLIMA 2030

Das Ziel der THG-Neutralität innerhalb der Hansestadt Lüneburg bis 2030 kann rein bilanziell nicht erreicht werden. Wie zuvor dargestellt bestehen besonders im Verkehrsbereich auch 2030 noch hohe THG-Emissionen. Zudem weisen alle Energieträger im Jahr 2030 noch Vorketten-Emissionen auf, die aufgrund des methodischen Vorgehens berücksichtigt werden müssen.

Aus fachlicher Perspektive ist das Ziel 2030 THG-Neutralität zu erreichen sehr ambitioniert, da bis dahin ausgehend vom Jahr 2022 lediglich 8 Jahr Zeit sind. In den Szenarien ist dargestellt, dass unter der Verwendung der Annahmen - maximalen Reduktion der EEV sowie der Umstellung der Energieträger auf erneuerbare Energien - die Treibhausgasneutralität 2030 nicht erreicht werden kann.

Zudem ist, die Reduktion der EEV bereits 15 Jahre früher, als bei KLIMA 2045 zu erreichen, aus unserer Perspektive nicht realistisch. Hierzu müssten beispielsweise bis 2030 bereits alle Bestandsgebäude energetisch saniert werden, sodass der spezifische Wärmeverbrauch im Durchschnitt 70 kWh/m² im Bestand beträgt. Ist die Sanierungsquote geringer, müsste entsprechen mehr Wärme durch erneuerbare Energien erzeugt werden, um den Bedarf der Hansestadt zu decken. Insgesamt müsste die Erdgas- und Heizölversorgung aller Gebäude (Private Haushalte, Kommunale Liegenschaften, GHD, I) durch erneuerbare Energieträger innerhalb von 8 Jahren ersetzt werden.

Ambitioniert voranzugehen ist wichtig, um sich der THG-Neutralität anzunähern. Hierfür sollten umfassende Maßnahmen erarbeitet und umgesetzt werden. Die Hansestadt Lüneburg hat das Potenzial bis 2030 68 % der momentanen Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dieses Ziel sollte konsequent weiterverfolgt werden.

8.5 Vergleich Szenarien

Im Folgenden sind die Absenkpfade der Hansestadt Lüneburg mit dem Ziel der Erreichung der Treibhausgasneutralität aufgezeigt (Abbildung 54). Die THG-Emissionen der bilanzierten Jahre sind in schwarz dargestellt. Hier wird das Trendszenario den verschiedenen Klimaszenarien gegenübergestellt. Das Trendszenario (**TREND 2045**) bildet die Entwicklung der THG-Emissionen bei nahezu gleichbleibender Klimaschutzaktivität ohne zusätzliche Bemühungen über die bereits beschlossenen Maßnahmen der Bundesregierung hinaus ab. Dem gegenüber stehen die drei verschiedenen Klimaneutralitätsszenarien (**KLIMA 2045**, **KLIMA 2040**, **KLIMA 2030**), welche die mögliche Entwicklung der THG-Emissionen der Hansestadt bei Umsetzung verstärkter Klimaschutzbemühungen darstellen. Die restlichen Emissionen der Klimaneutralitätsszenarien müssten zur vollständigen Erreichung der THG-Neutralität kompensiert werden.

Es ist wichtig herauszustellen, dass es sich bei den Szenarien auf Basis der aktuellen Prognosen (TREND) bzw. der maximalen Potenziale (KLIMA) nur um mögliche Varianten handelt, die so eintreffen können, wenn alle genannten Potenziale wie beschrieben gehoben sowie sich die Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger wie angenommen entwickeln werden. Nicht vorhersehbare Ereignisse, (welt-)politische und regulatorische Rahmenbedingungen etc. können hiermit nicht abgebildet werden.

Beim Vergleich der vier verschiedenen Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der THG-Emissionen der Hansestadt Lüneburg fällt auf, dass die Szenarien **TREND 2045** sowie **KLIMA 2030** stark von den beiden Szenarien **KLIMA 2045** und **KLIMA 2040** abweichen (Abbildung 54). Die Abweichungen vom Szenario **TREND 2045** zu den beiden Szenarien **KLIMA 2045** und **KLIMA 2040** lassen sich durch die geringere Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen begründen. Der Unterschied zwischen den beiden Szenarien **KLIMA 2045** und **KLIMA 2040** ist hauptsächlich durch den unterschiedlichen Zeitpunkt der maximal möglichen Reduktion der Endenergieverbräuche sowie durch die Entwicklung der Emissionsfaktoren begründet. In **KLIMA 2045** wird der EEV bis zum Jahr 2045 und in **KLIMA 2040** bis zum Jahr 2040 um 24 % gesenkt. Die Umstellung der Energieträger erfolgt zwischen den beiden Szenarien (außer im Verkehrssektor) in einer zeitlichen Differenz von 5 Jahren. Im Verkehrsbereich werden die fossilen Kraftstoffe nach und nach ersetzt (durch Strom, Biobenzin, CNG bio, Diesel biogen, Ptl, H₂). Hier besteht eine große Abhängigkeit von der bundesweiten Entwicklung und EU-Vorgaben. Die Emissionsfaktoren, mit denen die durch die Nutzung von Endenergie entstehenden THG-Emissionen in den Szenarien berechnet werden, unterscheiden sich teilweise zwischen den Jahren 2045 und 2040. Beispielsweise beträgt der Emissionsfaktor für Strom im Jahr 2040 0,025 t CO₂-äq./MWh und im Jahr 2045 0,015 t CO₂-äq./MWh (vgl. BMWK und BMWSB 2024). Der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes reduziert sich somit zwischen 2040 und 2045 um ca. 40 %.

Die Entwicklungen der THG-Emissionen im Szenario **KLIMA 2030** liegt mit Abstand unter den zuvor genannten Szenarien. Wie bereits in dem Szenario **KLIMA 2040** wird hier angenommen, dass die Entwicklung des EEV im Verkehrssektor wie im Szenario **KLIMA 2045** verläuft, wohingegen die Endenergieeinsparungen in allen weiteren Sektoren bereits 15 Jahre früher erfolgt. Der große Unterschied zwischen **KLIMA 2030** und **KLIMA 2040** begründet sich zum einen durch große Veränderungen im Verkehrssektor, die vermutlich erst nach 2030 eintreten werden und zum anderen durch die sich erst nach und nach verändernden bundesweiten Emissionsfaktoren. So wird der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes voraussichtlich im Jahr 2030 bei 0,110 t CO₂-äq./MWh, im Jahr 2040 hingegen bereits bei 0,025 t CO₂-äq./MWh liegen (vgl. BMWK und BMWSB 2024). Dieser Emissionsfaktor reduziert sich vom Jahr 2030 bis in das Jahr 2040 voraussichtlich um ca. 77 %.

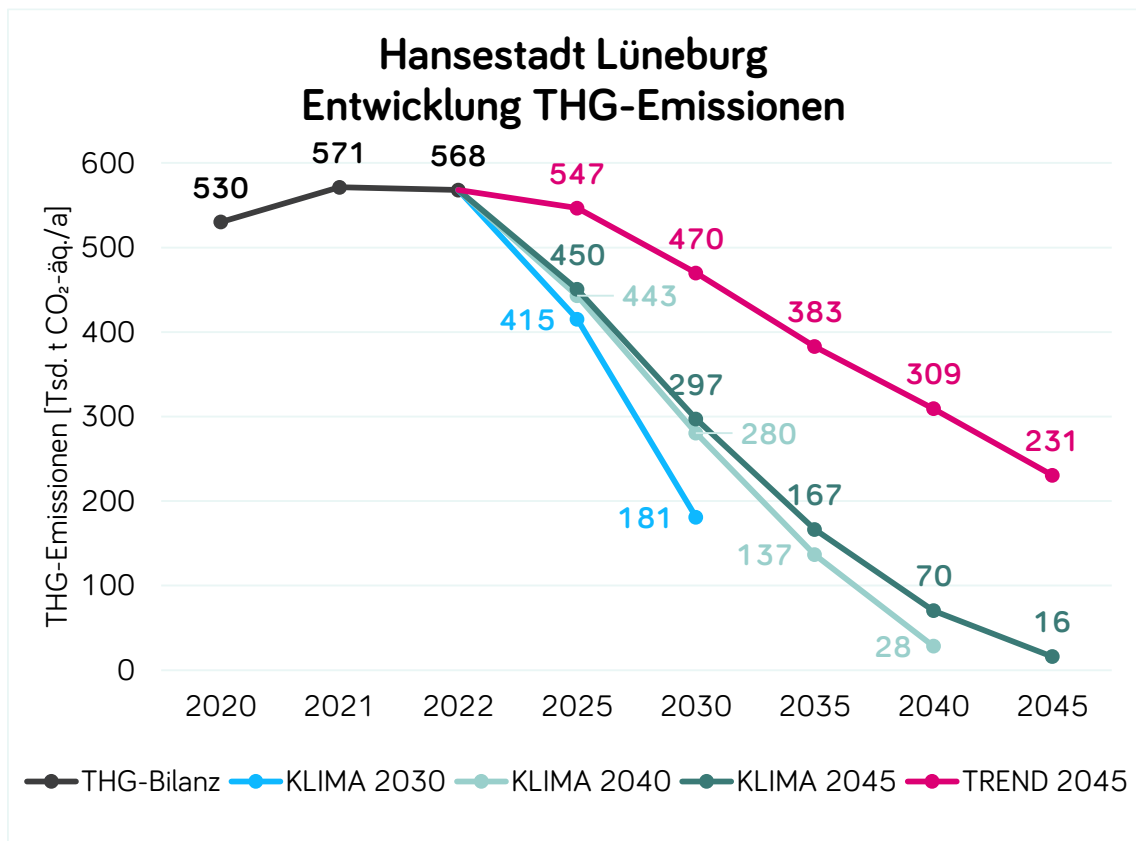


Abbildung 54: Absenkpfade der THG-Emissionen in der Hansestadt Lüneburg der bilanzierten Jahre 2020-2022 (schwarz), im Szenario TREND 2045 (pink), im Szenario KLIMA 2045 (petrol), im Szenario KLIMA 2040 (türkis) und im Szenario KLIMA 2030 (blau) von 2022-2030, 2022-2040 bzw. 2022-2045 (Quelle: beKS 2025).

9 Chancen und Hemmnisse

Ein erfolgreiches Klimaschutzkonzept geht mit großen Chancen für eine nachhaltige Entwicklung einher. Die Hansestadt Lüneburg ist hier bereits vorangeschritten und hat 2024 die Fortschreibung des Klimaschutzplans der Hansestadt Lüneburg veröffentlicht. In diesem sind 54 Maßnahmen zur Umsetzung, Fortsetzung und Weiterentwicklung von Klimaschutzaktivitäten enthalten. In der Umsetzung dieser Klimaschutzmaßnahmen bestehen große Potenziale die Hansestadt resistenter gegen den bereits eingesetzten Klimawandel aufzustellen und von fossilen Energielieferungen unabhängig(er) zu machen. Demgegenüber stehen jedoch auch zahlreiche Herausforderungen. Diese umfassen hohen Investitionskosten und regulatorischen Hürden oder auch Hemmnisse, die nicht alle allein durch die Stadtverwaltung gehoben werden können. Wesentliche Handlungserfordernisse liegen vor allem in der Gesetzgebung der Bundesregierung. Hier ist die Bundepolitik gefordert schnellstmöglich die Rahmenbedingungen zu bilden, die für eine realistische Einhaltung der Klimaschutzziele notwendig sind.

Chancen:

- Reduzierung von Treibhausgasemissionen und Einhaltung der Klimaschutzziele (1,5°C)
- Standortsicherung
- Vorbildwirkung in der Region und Verbesserung der Lebensqualität der Bewohner:innen
- Wirtschaftliche Marktposition, Führungsrolle ausbauen und sichern
- Förderung erneuerbarer Energien und Unabhängigkeit von Energielieferungen
- Steigerung der Energieeffizienz (in Gebäuden, Industrie und Verkehr) → Senkung des Energieverbrauchs
- Schutz vor klimabedingten Starkwetterereignissen oder Perioden (Dürre, Hochwasser, Starkregen, Hitze etc.)
- (Finanzielle) Unterstützung durch Förderprogramme und Netzwerke: Austausch mit umliegenden Städten, Kommunen, Landkreis etc.

Hemmnisse:

- Weltpolitische und technische Rahmenbedingungen (Krisen, Handel)
- Gesetzliche Vorgaben und regulatorische Hürden
- Hohe Investitionskosten, Komplexität der Umsetzung und Koordination
- Fehlende Ressourcen (Fachkräftemangel im Handwerk & Personalmangel in der Verwaltung)
- Strukturelle Nachteile ggü. Landkreisen (Flächen für Wind, PV, etc.)
- Eingeschränkter Wirkungskreis der Hansestadt Lüneburg
- Kaum beeinflussbare verkehrsinduzierte Emissionen (A39, B4)
- Akzeptanz und Verhaltensveränderungen: Bürger:innen müssen mitgenommen werden
- ...

10 Fazit & Handlungsempfehlungen

Die vorliegende Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanzierung für die Jahre 2020-2022 ist ein wichtiger Part im Bestreben der Hansestadt Lüneburg bis 2030 klimaneutral zu werden. Die Erfassung und Darstellung der tatsächlichen Verbräuche und Emissionen ermöglicht die Umsetzung von Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung übergeordnet zu evaluieren und die gesetzten Reduktionsziele zu reflektieren.

Mit den aktuell geltenden Gesetzen und Vorgaben können die Klimaschutzziele nicht erreicht werden. Weder das Ziel der Bundesregierung (Klimaneutralität bis 2045), noch das Ziel der Hansestadt Lüneburg bis 2030 klimaneutral zu werden. Dies verdeutlicht, dass in der Hansestadt Lüneburg zusätzliche Anstrengungen, über die Gesetzesvorgaben hinaus, notwendig sind. Die Hansestadt Lüneburg hat bereits viele Maßnahmen umgesetzt sowie viele weitere geplant oder sogar bereits angestoßen. In der Bilanz 2020-2022 liegt die Hansestadt jedoch noch deutlich von der Zielerreichung entfernt.

Die Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanzierung umfasst die IST-Situation und zeigt darauf aufbauend die Potenziale in den verschiedenen Sektoren auf. Hierdurch werden Impulse geliefert, wo die größten Hebel bestehen, um vor Ort den Herausforderungen des Klimawandels entgegenzutreten sowie die Thematik im Bewusstsein der Bewohner:innen zu verankern. In der Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanzierung wurde sich an dem Ziel der Hansestadt Lüneburg orientiert – spätestens im Jahr 2030 soll in Lüneburg die Treibhausgasneutralität erreicht werden. Als Vergleichsszenarien wurden sich zusätzlich die Ziele der Bundesregierung (Treibhausgasneutralität 2045) und von Niedersachsen (Treibhausgasneutralität 2040) betrachtet.

Die Hansestadt Lüneburg engagiert sich schon seit vielen Jahren stark im Klimaschutz und kann bereits viele Umsetzungserfolge verbuchen. Der Vergleich der Bilanzen von 2017 bis 2022 zeigt die positive Entwicklung auf. Insbesondere im Bereich private Haushalte konnte der Endenergieverbrauch über den Zeitraum gesenkt werden und auch im Sektor Industrie zeigen sich hier positive Entwicklungen. Insgesamt sind die Endenergieverbräuche von 2017 auf 2022 um 7,25 % gesunken.

Die THG-Emissionen sind im Vergleich zum Endenergieverbrauch etwas weniger gesunken (-5,51 %), dies ist wie im Bericht ausführlich erläutert insbesondere auf die Entwicklung der Emissionsfaktoren zurückzuführen. Um hier Verbesserungen anzustreben sind die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien (geringere Auswirkungen der Emissionsfaktoren von Erdgas) sowie der Ausbau erneuerbarer Energien (Verbesserung des bundesweiten Emissionsfaktors für Strom) zentral.

Die Energie- und THG-Bilanz bietet eine wesentliche Arbeitsgrundlage, um die bisherigen Klimaschutzbemühungen zu intensivieren. In einzelnen Sektoren liegen große Potenziale, welche es zu heben gilt, um den bisher eingeschlagenen Weg im Klimaschutz fortzuführen.

Es zeigen sich hohe Emissionen im Sektor Privathaushalte (ca. 23 %). Dies geht einher mit großen Potenzialen in energetischen Gebäudesanierung und der Optimierung der Wärmeversorgung, dem Ausbau von PV und Wärmepumpen. Auch im Bereich Industrie zeigen sich hohe Emissionen (41 %). Hier verdeutlicht sich ein Potenzial in den Themen Effizienzsteigerung, Prozessoptimierung und Umstellung auf erneuerbare Energien. Die Emissionen im Verkehrsbereich (26 %) sind insbesondere durch ein hohes Pendleraufkommen in der Hansestadt Lüneburg und recht viel Straßengüterverkehr zu erklären. Es zeigen sich hier vor allem Potenziale im Bereich Reduktion des motorisierten Individualverkehrs (MIV) und Ausbau ÖPNV.

Aus diesen hervorgehobenen Punkten ergeben sich zentrale Handlungsempfehlungen, um das Ziel der Hansestadt Lüneburg 2030 die Treibhausgasneutralität zu erreichen, weiterhin ambitioniert zu verfolgen:

- Prüfen, welche Maßnahmen eine besonders hohe Wirkung auf die THG-Reduzierung haben könnten
- Priorisierte Umsetzung von Maßnahmen mit hoher THG-Einsparwirkung
- Industriebetriebe bzw. Unternehmen auf Klimaziele verpflichten (verbindlich)
- Bürger:innenbeteiligung ausbauen und begleitende Öffentlichkeitsarbeit durchführen -> Nutzung verschiedenster Kanäle
- Förderprogramme umfassend nutzen und Bürger:innen über Möglichkeiten informieren
- regelmäßiges Controlling (Energie- und THG-Bilanz)

Die Aufgaben zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes liegen nicht allein beim Klimaschutzmanagement. Die Hauptaufgabe des Klimaschutzmanagements ist neben der Umsetzung einzelner Projekte besonders die Gesamtkoordination der Aktivitäten. Klimaschutz sowie Klimaanpassung sind gesamtgesellschaftliche Aufgaben, welche nur als solche zu bewerkstelligen sind. Kommunale Klimaschutzziele sind nur unter der Teilhabe relevanter Akteure erreichbar. Die Motivation der einzelnen Akteure gilt es zu nutzen sowie weiter zu stärken. Die Hansestadt sollte ihre Vorbildfunktion weiterhin stärken und ausbauen, um klare Signale an die Einwohner:innen zu senden.

11 Literaturverzeichnis

Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.) (2024a): BSKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Methoden und Daten für die kommunale Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Berlin. Abrufbar unter: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Methodenpapier_BSKO_2023-24.pdf (Stand 02.04.2025)

Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.) (2024b): Hilfestellung zur Interpretation der kommunalen Treibhausgasbilanz für das Jahr 2022. Berlin. Abrufbar unter: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Bilanzinterpretation_2022.pdf (Stand 02.04.2025)

Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.) (2024c): Hilfestellung zur Interpretation der kommunalen Treibhausgasbilanz für das Jahr 2021. Berlin. Abrufbar unter: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Bilanzinterpretation_2021.pdf (Stand 02.04.2025)

Agora Verkehrswende (2024): Verkehrswende als Mehrwert. Warum es sich volkswirtschaftlich lohnt, schnell in die Reduzierung von Treibhausgasemissionen in Deutschlands Verkehrssektor zu investieren. Abrufbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2024/Kosten_der_Verkehrswende/110_Kosten-der-Verkehrswende.pdf (Stand: 02.04.2025).

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (o.J.): Wie viel Strom kann mit erneuerbaren Energien auf einem Hektar erzeugt werden? Infografik. Abrufbar unter: <https://www.praxis-agrar.de/service/infografiken/energieertrag> (Stand 05.05.2025).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2024): Technikcatalog für die Wärmeplanung. Abrufbar unter: <https://www.ifeu.de/projekt/leitfaden-und-technikcatalog-fuer-die-waermeplanung> (Stand: 05.05.2025).

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (Bundesnetzagentur) (2023): Pressemitteilung. Bundesnetzagentur veröffentlicht Daten zum Strommarkt 2022. Abrufbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20230104_smard.html?trk=public_post_comment-text (Stand 05.05.2025).

Deutsche Energie Agentur (dena) (Hrsg.) (2023): DENA – Gebäudereport 2024. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand. Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/dena-Gebaedereport_2024.pdf (Stand 02.04.2025).

Deutscher Wetterdienst (DWD) (o.J.): Wetterlexikon. Gradtagszahl. Abrufbar unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/G/Gradtagzahl.html> (Stand: 02.04.2025).

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.) (2023): Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen. Berlin. 4. Auflage. Abrufbar unter: <https://backend.repository.difu.de/service/api/core/bitstreams/ed93210e-05d1-45e8-bbbc-cd36c32a704b/content> (Stand 02.04.2025).

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (2022): Personenverkehr in Deutschland: Verkehrsmittel im Vergleich. Abrufbar unter: <https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/daten-und-fakten/personenverkehr-in-deutschland-verkehrsmittel-im-vergleich> (Stand: 02.04.2025).

Die Bundesregierung (2024): Klimaschutzgesetz und Klimaschutzprogramm. Ein Plan fürs Klima. Abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/klimaschutzgesetz-2197410> (Stand: 02.04.2025).

Die Bundesregierung (2025): Verantwortung für Deutschland. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 21. Legislaturperiode. Abrufbar unter: https://www.koalitionsvertrag2025.de/sites/www.koalitionsvertrag2025.de/files/koav_2025.pdf (Stand: 26.05.2025).

Hansestadt Lüneburg (2021): Klimaschutzplan der Hansestadt Lüneburg. Maßnahmen zur Umsetzung, Fortsetzung und Weiterentwicklung von Klimaschutzaktivitäten der Hansestadt Lüneburg bis 2030. Abrufbar unter: https://www.hansestadt-lueneburg.de/_Resources/Persis-tent/1/0/6/3/1063438d4161db12d97cbab3829c315280398ec1/Klimaschutzplan_Hanse-stadt_Lu_neburg.pdf (Stand 05.05.2025)

Hansestadt Lüneburg (2024): Standortkonzept für PV-Freiflächenanlagen im Stadtgebiet der Hansestadt Lüneburg. Abrufbar unter: https://www.hansestadt-lueneburg.de/_Resources/Persis-tent/4/2/a/a/42aa668473e4b6fb0eb9909c94f647ee10cea99e/Anlage1PV-Freiflaechenkon-zeptLG.pdf (Stand: 05.05.2025).

Hansestadt Lüneburg (o.J.): Radverkehr. Abrufbar unter: <https://www.hansestadt-lueneburg.de/bauen-und-mobilitaet/mobilitaet/radverkehr.html> (Stand: 05.05.2025).

Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (ifeu) (2023): TREMOD 6.43 (Transport Emission Model. Heidelberg.

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) (2024): Novelle des Niedersächsischen Klimaschutzgesetzes (NKlimaG). Abrufbar unter: <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/aktuelles/Novelle-des-Niedersaechsischen-Klimaschutzgesetzes-NKlimaG-3638> (Stand: 02.04.2025).

Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / alianza del Clima e.V. (Klima-Bündnis) (2020): Klimaschutz-Planer. Handbuch. Bei Lizenz abrufbar unter: <https://www.klimaschutz-planer.de/handbuch.php> (Stand 02.04.2025).

Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum (2023): Neue Darstellung des CO₂-Fußabdrucks nutzbar. Abrufbar unter: <https://nachhaltigerkonsum.info/service/news/neue-darstellung-des-co2-fussabdrucks-nutzbar> (Stand: 03.04.2023).

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (o.J.): NIBIS Kartenserver Themenkarte Geothermie. Erläuterung zu verschiedenen Nutzungsbedingungen. Abrufbar unter: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/> (Stand: 05.05.2025).

Landesamt für Statistik Niedersachsen (LSN) (2025): LSN-Online – Regionaldatenbank. Katasterfläche nach Nutzungsarten - Hansestadt Lüneburg. Abrufbar unter: <https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/default.asp> (Stand: 15.01.2025).

Landkreis Lüneburg (2024): Windenergie in der Fläche verankern: Landkreis Lüneburg muss bis 2032 rund vier Prozent seiner Fläche bereitstellen. Pressemitteilung vom 14.03.2024. Abrufbar unter: <https://www.landkreis-lueneburg.de/das-wichtigste-auf-einen-blick/aktuelle-informationen/presse/pressemitteilungen/windenergie-in-der-flaeche-verankern-landkreis-lueneburg-muss-bis-2032-rund-vier-prozent-seiner-flaeche-bereitstellen.html> (Stand 05.05.2025).

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM BW) (2020): Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden. Abrufbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf (Stand 05.05.2025).

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU Nds.) (2023): Klimaschutzminister Meyer: „Niedersachsen erfüllt die internationalen Klimaziele“. Abrufbar unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/novelle-klimagesetz-227891.html%20%C2%A0> (Stand: 02.04.2025).

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU Nds.) (2024): Meyer: „Niedersachsen - immer mehr Land der Solarenergie“. Abrufbar unter:

<https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/pi36-ausbau-photovoltaik-231273.html> (Stand: 05.05.2025).

OpenStreetMap (o.J.): Lüneburg. Version #35. Abrufbar unter: <https://www.openstreetmap.org/relation/2420744> (Stand: 02.04.2025).

Pendleratlas Deutschland (o.J.): Ein- und Auspendelströme. Abrufbar unter: <https://pendleratlas.statistikportal.de/> (Stand 02.04.2025)

Profi Energie (2010): Biomasseberechnung. Abrufbar unter: https://www.profi.de/dl/c/b/c/8/c/a/139590684_7df7b9d613.pdf (Stand: 05.05.2025).

Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende. Abrufbar unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf (Stand 05.05.2025).

UmweltBundesamt (UBA) (2018): Freiwillige CO₂-Kompensation durch Klimaschutzprojekte. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/ratgeber_freiwillige_co2_kompensation_final_internet.pdf (Stand: 05.05.2025).

UmweltBundesamt (UBA) (2021a): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2021_uba_website.pdf (Stand: 05.05.2025).

UmweltBundesamt (UBA) (2021b): Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent. Positiver Trend der Vorjahre setzt sich fort / 40,8 Prozent Rückgang seit 1990. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent> (Stand: 02.04.2025).

UmweltBundesamt (UBA) (2022): Umgebungswärme und Wärmepumpen. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/umgebungswaerme-waermepumpen#umgebungsw%C3%A4rme> (Stand: 02.04.2024).

UmweltBundesamt (UBA) (2024a): Kohlendioxid-Emissionen. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen#kohlendioxid-emissionen-im-vergleich-zu-anderen-treibhausgasen> (Stand: 02.04.2025).

UmweltBundesamt (UBA) (2024b): Emissionen des Verkehrs. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#verkehr-belastet-luft-und-klima-minderungsziele-der-bundesregierung> (Stand: 02.04.2025).

Umweltbundesamt (UBA) (o.J.): Glossar: Personenverkehrsleistung. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/glossar/p?tag=Personenverkehrsleistung#alphabar> (Stand: 05.05.2025).

Verbraucherzentrale (2023): Energieausweis: Was sagt dieser Steckbrief für Wohngebäude aus?. Abrufbar unter: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/energieausweis-was-sagt-dieser-steckbrief-fuer-wohngebaeude-aus-24074> (Stand: 05.05.2025).

Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / alianza del Clima e.V. (Klima-Bündnis) (o.J.): Klimaschutz-Planer. Version nach Update vom 29.01.2025. Bei Lizenz abrufbar unter: <https://www.klimaschutz-planer.de/index.php?page=login> (Stand 02.04.2025).

Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). Stand 15.07.2024. Abrufbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf> (Stand: 02.04.2025).

Niedersächsische Bauordnung (NBauO). § 32a NBauO - Photovoltaikanlagen für die Stromerzeugung auf Dächern. Stand 27.06.2023. Abrufbar unter: <https://voris.wolterskluwer-online.de/browse/document/1392c414-4b74-30ac-8a3f-db5e5e70a370> (Stand 05.05.2025).

Anhang 1: Faktoren nach BISCO

Emissionsfaktoren THG Stationär

Tabelle 10: Emissionsfaktoren THG-Stationär (Quelle: KSP).

Energieträger	2020	2021	2022	Quelle
Biogas	0,121 t CO ₂ - äq./MWh	0,121 t CO ₂ - äq./MWh	0,121 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Biomasse	0,021 t CO ₂ - äq./MWh	0,022 t CO ₂ - äq./MWh	0,022 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Braunkohle	0,443 t CO ₂ - äq./MWh	0,445 t CO ₂ - äq./MWh	0,445 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Erdgas	0,247 t CO ₂ - äq./MWh	0,247 t CO ₂ - äq./MWh	0,257 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Flüssiggas	0,276 t CO ₂ - äq./MWh	0,276 t CO ₂ - äq./MWh	0,276 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Heizstrom	0,429 t CO ₂ - äq./MWh	0,472 t CO ₂ - äq./MWh	0,505 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Heizöl	0,318 t CO ₂ - äq./MWh	0,318 t CO ₂ - äq./MWh	0,313 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Sonstige Konventio- nelle	0,33 t CO ₂ - äq./MWh	0,33 t CO ₂ - äq./MWh	0,33 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Steinkohle	0,429 t CO ₂ - äq./MWh	0,433 t CO ₂ - äq./MWh	0,433 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Strom	0,429 t CO ₂ - äq./MWh	0,472 t CO ₂ - äq./MWh	0,505 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Umweltwärme	0,134 t CO ₂ - äq./MWh	0,148 t CO ₂ - äq./MWh	0,158 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Solarthermie	0,019 t CO ₂ - äq./MWh	0,023 t CO ₂ - äq./MWh	0,023 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Sonstige Erneuerbare	0,025 t CO ₂ - äq./MWh	0,025 t CO ₂ - äq./MWh	0,025 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Photovoltaik	0,056 t CO ₂ - äq./MWh	0,056 t CO ₂ - äq./MWh	0,057 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Wasserkraft zur Stromerzeugung	0,003 t CO ₂ - äq./MWh	0,003 t CO ₂ - äq./MWh	0,004 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94
Windkraft zur Strom- erzeugung	0,018 t CO ₂ - äq./MWh	0,018 t CO ₂ - äq./MWh	0,018 t CO ₂ - äq./MWh	GEMIS 4.94

Emissionsfaktoren THG Fernwärme, Nahwärme, Strom

Tabelle 11: lokale Emissionsfaktoren THG (Quelle: KSP).

Energieträger	2020	2021	2022	Quelle
Fernwärme Netz 1	0,209 t CO ₂ - äq./MWh	0,223 t CO ₂ - äq./MWh	0,243 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Fernwärme Netz 2	0,240 t CO ₂ - äq./MWh	0,237 t CO ₂ - äq./MWh	0,277 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Fernwärme Netz 3	0,137 t CO ₂ - äq./MWh	0,182 t CO ₂ - äq./MWh	0,137 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Fernwärme Netz 4	0,124 t CO ₂ - äq./MWh	0,141 t CO ₂ - äq./MWh	0,174 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Fernwärme Netz 5	0,095 t CO ₂ - äq./MWh	0,120 t CO ₂ - äq./MWh	0,109 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Nahwärme	0,245 t CO ₂ - äq./MWh	0,244 t CO ₂ - äq./MWh	0,245 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Lokaler Emissionsfaktor Heizstrom	0,380 t CO ₂ - äq./MWh	0,336 t CO ₂ - äq./MWh	0,339 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung
Lokaler Emissionsfaktor Strom	0,380 t CO ₂ - äq./MWh	0,336 t CO ₂ - äq./MWh	0,339 t CO ₂ - äq./MWh	KSP-Berechnung

Emissionsfaktoren THG Verkehr

Tabelle 12: Emissionsfaktoren THG Verkehr (Quelle: KSP).

Energieträger	2020	2021	2022	Quelle
Fossiles Benzin	0,322 t CO ₂ - äq./MWh	0,322 t CO ₂ - äq./MWh	0,347 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Bioethanol	0,104 t CO ₂ - äq./MWh	0,098 t CO ₂ - äq./MWh	0,098 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Fossiler Diesel	0,327 t CO ₂ - äq./MWh	0,327 t CO ₂ - äq./MWh	0,327 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Biodiesel	0,113 t CO ₂ - äq./MWh	0,111 t CO ₂ - äq./MWh	0,132 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Fossiles Erdgas (CNG fossil)	0,264 t CO ₂ - äq./MWh	0,269 t CO ₂ - äq./MWh	0,278 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Biogas (CNG bio)	0,088 t CO ₂ - äq./MWh	0,081 t CO ₂ - äq./MWh	0,074 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Flugkraftstoffe	0,322 t CO ₂ - äq./MWh	0,322 t CO ₂ - äq./MWh	0,322 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Fossiles Flüssiggas (LPG)	0,291 t CO ₂ - äq./MWh	0,291 t CO ₂ - äq./MWh	0,290 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU
Öffentlicher Strom-mix	0,429 t CO ₂ - äq./MWh	0,472 t CO ₂ - äq./MWh	0,505 t CO ₂ - äq./MWh	IFEU

Anhang 2: Witterungskorrektur

Langjähriges Mittel der Gradtagszahl der Hansestadt Lüneburg von 1970-2014 beträgt 3.704,31 Kd (Quelle: KSP)

Tabelle 13: Gradtagszahl (Quelle: KSP).

	2020	2021	2022	Quelle
Gradtagszahl	3.116,1 Kd	3.476,7 Kd	3.161,3 Kd	DWD