

Stadt Lünen

Aktualisierung des Klimaschutzkonzeptes – Auszug zu Bilanz und Potenzialen

Entwurf Stand 28.08.2020



Lippe in der Lüner Innenstadt (Stadt Lünen)

Bearbeitung durch:

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft
Martin-Kremmer-Str. 12
45327 Essen
Telefon: +49 [0]201 24 564-0

Auftraggeber:

Stadt Lünen
Willy-Brandt-Platz 1
44532 Lünen

Tel.: 02306 104-0
Fax: 02306 104-211460



Förderinformationen:



Das Integrierte Klimaschutzkonzept wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung unter dem Förderkennzeichen **XXX** mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert.

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Verfasserin.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
1 Energie- und Treibhausgas-Bilanz	13
1.1 Methodik der Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung	13
1.2 Datengrundlage	14
1.3 Endenergieverbrauch	16
1.4 Treibhausgas-Emissionen	22
1.5 Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien	25
1.6 Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren	27
1.7 Exkurs: Ernährung und Konsum	28
2 Potenziale der Treibhausgas-Emissionsminderung	32
2.1 Treibhausgas-Minderungspotenziale durch verbraucherseitige Einsparungen stationärer Energieverbräuche	32
2.2 Treibhausgas-Minderungspotenziale im Verkehrssektor	35
2.3 Treibhausgas-Minderungspotenziale durch den Einsatz erneuerbarer Energien und Änderungen der Energieverteilungsstruktur	37
2.3.1 Windkraft	39
2.3.2 Wasserkraft	40
2.3.3 Bioenergie	40
2.3.3.1 Holz als Biomasse	40
2.3.3.2 Biomasse aus Abfall	41
2.3.3.3 Landwirtschaftliche Biomasse (Nachwachsende Rohstoffe)	41
2.3.4 Sonnenenergie	41
2.3.4.1 Solarthermie	41
2.3.4.2 Photovoltaik	42
2.3.4.2.1 PV-Dachanlagen	42
2.3.4.2.2 PV-Freiflächenanlagen	42
2.3.5 Umweltwärme	43
2.3.6 Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung und industrieller Abwärme	43
2.3.7 Austausch von Nachtspeicherheizungen	44
2.3.8 2.3.8 Reduzierung des Verbrauchs an nicht-leitungsgebundenen Energieträgern und Ausbau der Fernwärme	44

2.4 Szenarien	44
2.4.1 Trend – Aktuelles-Maßnahmen-Szenario	45
2.4.1.1 Trendszenario: Endenergieverbrauch	45
2.4.1.2 Trendszenario: THG-Emissionen	47
2.4.2 Klimaschutzscenario 95: Ausschöpfung aller technisch-wirtschaftlichen Potenziale	48
2.4.2.1 Klimaschutzscenario: Endenergieverbrauch	49
2.4.2.2 Klimaschutzscenario: THG-Emissionen	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Relevante Emissionsfaktoren für das Jahr 2018 (Datenquelle: ECOSPEED Region ^{smart})	14
Abbildung 2	Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch	17
Abbildung 3	Endenergieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte	18
Abbildung 4	Endenergieverbrauch im Wirtschaftssektor	19
Abbildung 5	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor	20
Abbildung 6	Endenergieverbrauch der Stadtverwaltung Lünen	21
Abbildung 7	Sektorale Verteilung der Endenergieverbräuche (2018)	22
Abbildung 8	Gesamtstädtische THG-Emissionen	22
Abbildung 9	Sektorale Verteilung der THG-Emissionen (2018)	23
Abbildung 10	THG-Emissionen je Einwohner	24
Abbildung 11	Vergleichswerte für THG-Emissionen	25
Abbildung 12	Lokale Stromproduktion durch erneuerbare Energien	26
Abbildung 13	Lokale Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien	27
Abbildung 14	THG-Emissionen je Einwohner – ein Vergleich der stadtweiten THG-Bilanz mit den Sektoren Ernährung und Konsum	30
Abbildung 15	THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung und Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – grafisch	31
Abbildung 16	THG-Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche (unterteilt nach Sektoren und Anwendungszwecken) – grafisch (Quelle: Gertec)	34
Abbildung 17	THG-Emissionen nach Trendszenario des BMU – übertragen auf die Stadt Lünen (Quelle: Gertec).	36
Abbildung 18	THG-Emissionen nach Klimaschutzszenario des BMU – übertragen auf die Stadt Lünen (Quelle: Gertec).	37
Abbildung 19	THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken – grafisch (Quelle: Gertec)	38
Abbildung 20	Trendszenario: Endenergieverbrauch nach Energieträgern bis 2050 (grafisch) (Quelle: Gertec)	47
Abbildung 21	Trendszenario: THG-Emissionen nach Energieträgern bis 2050 – grafisch (Quelle: Gertec)	48
Abbildung 22	Klimaschutzszenario 95: Endenergieverbrauch nach Energieträgern – grafisch (Quelle: Gertec)	51
Abbildung 23	Klimaschutzszenario 95: THG-Emissionen nach Energieträgern (grafisch); (Quelle: Gertec)	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht zur Datengrundlage der Energie- und THG-Bilanz	16
Tabelle 2	Vergleich des Modal Split in Lünen mit dem Bundesdurchschnitt	20
Tabelle 3	Ein Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren	28
Tabelle 4	THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch	30
Tabelle 5	THG-Emissionen je Einwohner durch Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch	31
Tabelle 6	THG-Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche (unterteilt nach Sektoren und Anwendungszwecken) – tabellarisch (Quelle: Gertec)	33
Tabelle 7	THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau Erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken bis 2050 – tabellarisch (Quelle: Gertec)	39
Tabelle 8	Trendszenario: Endenergieverbrauch nach Energieträgern bis 2050 – tabellarisch (Quelle: Gertec)	46
Tabelle 9	Trendszenario: THG-Emissionen nach Energieträgern bis 2050 – tabellarisch (Quelle: Gertec)	48
Tabelle 10	Klimaschutzszenario 95: Endenergieverbrauch nach Energieträgern – tabellarisch (Quelle: Gertec).	50
Tabelle 11	Klimaschutzszenario 95: THG-Emissionen nach Energieträgern –tabellarisch (Quelle: Gertec)	52

1 Energie- und Treibhausgas-Bilanz

Das Treibhausgas (THG) Kohlenstoffdioxid (CO₂) hat sich u. a. aufgrund seiner vergleichsweise einfachen Bestimmbarkeit auf Basis verbrauchter fossiler Energieträger in der Kommunikation von Klimaschutzaktivitäten bzw. -erfolgen als zentraler Leitindikator herausgebildet. Die Energie- und THG-Bilanzierung stellt für Kommunen und Kreise häufig ein Hilfsmittel der Entscheidungsfindung dar, um Klimaschutzaktivitäten zu konzeptionieren bzw. ihre Umsetzung in Form eines Monitorings zu überprüfen.

Das Klimabündnis europäischer Städte hat zusammen mit dem Unternehmen ECOSPEED ein Energie- und THG-Bilanzierungstool für Kommunen und Kreise entwickeln lassen (ECOSPEED Region^{smart}, www.ecospeed.ch), welches die Erarbeitung standardisierter Bilanzen ermöglicht, sodass sich die Anwendung des Tools als Standard für kommunale und kreisweite Bilanzen etabliert hat. Aus diesem Grund wurde auch die Energie- und THG-Bilanz für die Stadt Lünen mittels ECOSPEED Region^{smart} erstellt.

Mit dem Tool ist die Erstellung einer kommunalen Energie- und THG-Bilanz möglich, selbst wenn dem Nutzer nur wenige statistische Eingangsdaten vorliegen. Im Laufe einer kontinuierlichen Fortschreibung der Bilanzierung können diese dann komplettiert bzw. spezifiziert werden. Durch die landes- bzw. bundesweite Nutzung eines einheitlichen Tools sowie bei Anwendung einheitlicher Datenaufbereitungen ist darüber hinaus ein Vergleich mit den Bilanzierungen anderer Kommunen möglich. Das Programm gestattet dabei Vergleiche verschiedener Sektoren (z. B. private Haushalte, Wirtschaft, Verkehr, kommunale Verwaltung) sowie Vergleiche diverser Energieträger (z. B. Strom, Erdgas, Benzin) im Hinblick auf die jeweiligen Anteile an den gesamten THG-Emissionen vor Ort.

Die Dateneingabe in das Bilanzierungstool ECOSPEED Region^{smart} erfolgte im Sommer 2020.

1.1 Methodik der Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung

Für die Erstellung einer „Startbilanz“¹ wurde zunächst – auf Basis der jahresbezogenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen (differenziert nach Wirtschaftszweigen) in Lünen – anhand bundesdeutscher Verbrauchskennwerte der lokale Endenergiebedarf, differenziert nach Energieträgern und Verbrauchssektoren, berechnet. Die Bilanz wurde anschließend mit Hilfe lokal verfügbarer Daten zu einer „Endbilanz“ nach der Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO)² sowohl für die stationären Sektoren als auch für den Verkehrssektor konkretisiert. Somit wurden in der Bilanzierung ausschließlich die auf dem Territorium der Stadt Lünen anfallenden Energieverbräuche auf Ebene der Endenergie³ berücksichtigt. Anhand von Emissionsfaktoren der in Lünen relevanten Energieträger (vgl. [Abbildung 1](#)) können die Energieverbräuche schließlich in THG-Emissionen umgerechnet werden.

¹ Die Startbilanz wird im Bilanzierungstool ECOSPEED Region^{smart} fortlaufend aus regionalen, nationalen und internationalen Statistiken generiert.

² vgl. https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bilanzierungs-Systematik_Kommunal_Kurzfassung.pdf

³ Endenergie ist der aus den Brennstoffen übrig gebliebene und zur Verfügung stehende Teil der Energie, der den Hausanschluss des Verbrauchers nach Energiewandlungs- und Übertragungsverlusten passiert hat.

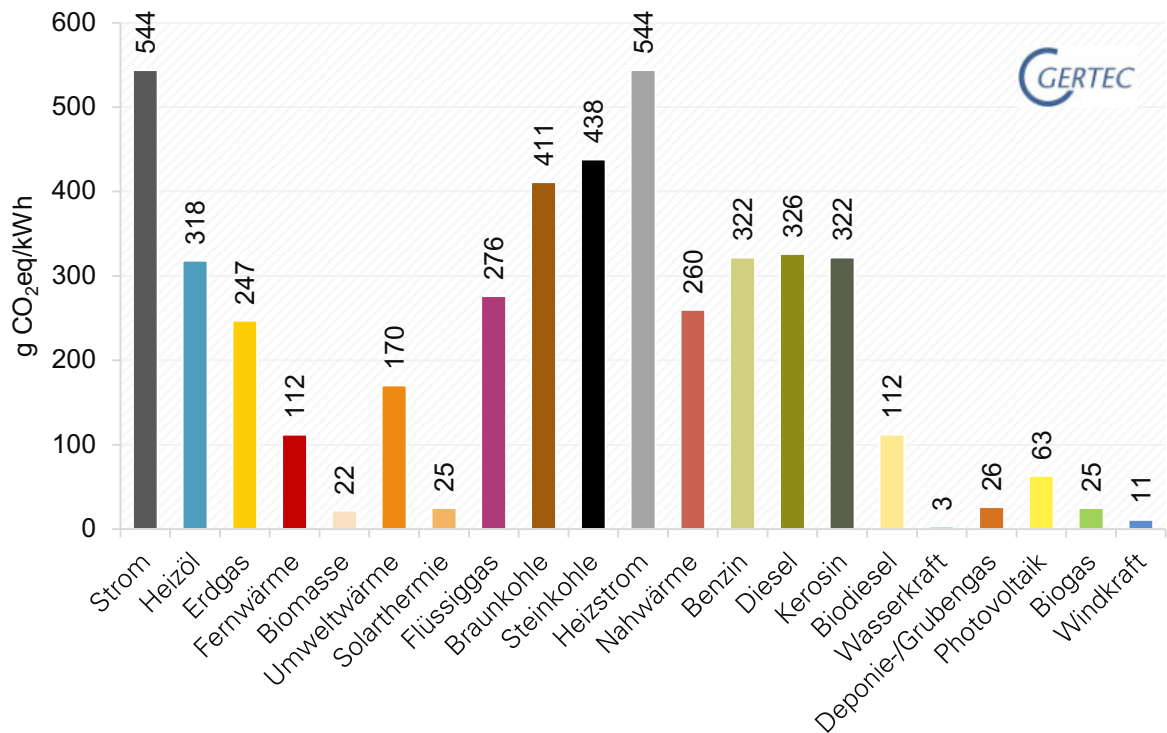


Abbildung 1 Relevante Emissionsfaktoren für das Jahr 2018 (Datenquelle: ECOSPEED Region^{smart})

Die in diesem Konzept erstellte Bilanz bezieht sich nicht ausschließlich auf das Treibhausgas CO₂, sondern betrachtet zudem die durch weitere klimarelevante Treibhausgase (wie Methan (CH₄) oder Distickstoffmonoxid (N₂O)) entstehenden Emissionen. Um die verschiedenen Treibhausgase hinsichtlich ihrer Klimaschädlichkeit⁴ vergleichen zu können, werden diese in CO₂-Äquivalente (CO₂eq)⁵ umgerechnet, da das Treibhausgas CO₂ mit 87 % der durch den Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen in Deutschland das mit Abstand klimarelevanteste Gas darstellt.

Grundlage für die Berechnung der stadtweiten THG-Emissionen ist die Betrachtung von Life-Cycle-Assessment-Faktoren (LCA-Faktoren). Das bedeutet, dass die zur Produktion und Verteilung eines Energieträgers notwendige fossile Energie (z. B. zur Erzeugung von Strom) zu dem Endenergieverbrauch (wie am Hausanschluss abgelesen) addiert wird. Somit ist es beispielsweise möglich, der im Endenergieverbrauch emissionsfreien Energieform Strom „graue“ Emissionen aus seinen Produktionsstufen zuzuschlagen und diese in die THG-Bilanzierung mit einzubeziehen.

1.2 Datengrundlage

Daten zum stadtweiten (Heiz-)Strom-, Erdgas-, sowie Fernwärmeverbrauch (für die Jahre 2012 bis 2018) wurden von der Stadtwerke Lünen GmbH zur Verfügung gestellt. Mittels der Stromverbrauchsdaten war es zudem möglich, Informationen zum eingesetzten Strom in Wärmepumpen als Grundla-

⁴ Methan beispielsweise ist 21-mal so schädlich wie CO₂ (1 kg Methan entspricht deshalb 21 kg CO₂-Äquivalent. Ein Kilogramm Lachgas entspricht sogar 300 Kilogramm CO₂-Äquivalent.)

⁵ Sämtliche in diesem Bericht aufgeführten Treibhausgasemissionen stellen die Summe aus CO₂-Emissionen und CO₂-Äquivalenten (CO₂eq) dar.

ge zur Berechnung von erzeugter Wärme aus Wärmepumpen zu verwenden. Die Stadtwerke Lünen GmbH stellte zudem Daten zu EEG-vergüteten Stromeinspeisungen aus Windenergie, Photovoltaik, Biogas sowie weiterer Gase (Deponie-, Klär-, und Grubengase) für die Jahre 2012 bis 2018 zur Verfügung.

Für die Ermittlung von Verbräuchen der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl, Holz, Kohle, Flüssiggas) wurden Schornsteinfegerdaten aus dem Jahr 2019 verwendet.

Die Erfassung der Wärmeerzeugung durch Solarthermieranlagen erfolgte für die Zeitreihe von 1990 bis 2016 mittels von der EnergieAgentur.NRW zentral erhobenen Förderdaten, die seitens des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Informationen über Landesfördermittel im Rahmen des „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.NRW) bereitstehen.

Darüber hinaus wurden von der Stadtverwaltung Lünen Daten zu gesamten Strom- und Wärmeverbräuchen der stadteigenen Liegenschaften sowie Treibstoffverbräuche des Fuhrparks der Stadtverwaltung (jeweils für die Jahre 2012 bis 2018) bereitgestellt. Daten zum Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung und kommunalen Infrastruktur liegen ebenfalls für die Jahre 2012 bis 2018 vor.

Tabelle 1 enthält eine Übersicht der verfügbaren Daten sowie Angaben zur Datenherkunft und der jeweiligen Datengüte⁶.

Bezeichnung	Datenquelle	Jahr(e)	Datengüte
<i>Startbilanz</i>			
Einwohner	Landesdatenbank NRW (IT.NRW)	1990–2018	A
Erwerbstätige (nach Wirtschaftszweigen)	Bundesagentur für Arbeit	1990–2018	A
<i>Endbilanz</i>			
stadtweite Stromverbräuche (inkl. Differenzierung nach Heizstrom für Nachtspeicher und Wärmepumpen)	Stadtwerke Lünen GmbH	2012–2018	A
stadtweite Erdgasverbräuche	Stadtwerke Lünen GmbH	2012–2018	A
stadtweite Fernwärmeverbräuche	Stadtwerke Lünen GmbH	2012–2018	A
lokale Stromproduktionen (Windkraft, Photovoltaik, Biogas, weitere Gase (z. B. Deponie-, Klär-, und Grubengase))	Stadtwerke Lünen GmbH	2012–2018	A
Verbrauch an fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern Heizöl, Holz, Kohle und Flüssiggas	Schornsteinfegerdaten	2019	C
Wärmeerträge durch Solarthermieranlagen (anhand Daten der Förderprogramme BAFA und progres.NRW)	EnergieAgentur.NRW	1990–2016	B
Energieverbräuche (Strom und	Stadtverwaltung Lünen	2012–2018	A

⁶ Datengüte A: Berechnung mit regionalen Primärdaten (z. B. lokalspezifische Kfz-Fahrleistungen); Datengüte B: Berechnung mit regionalen Primärdaten und Hochrechnung (z. B. Daten lokaler ÖPNV-Anbieter); Datengüte C: Berechnung über regionale Kennwerte und Daten; Datengüte D: Berechnung über bundesweite Kennzahlen.

Wärme) der stadteigenen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung			
Stromverbräuche der städtischen Straßenbeleuchtung und Infrastruktur	Stadtverwaltung Lünen	2012–2018	A
Treibstoffverbräuche des Fuhrparks der Stadtverwaltung Lünen	Stadtverwaltung Lünen	2012–2018	A

Tabelle 1 Übersicht zur Datengrundlage der Energie- und THG-Bilanz

Alle weiteren Daten wurden zunächst von ECOSPEED Region^{smart} bei der Erstellung der Startbilanz auf Basis der jahresbezogenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen (differenziert nach Wirtschaftszweigen) automatisch generiert und beruhen auf nationalen Durchschnittswerten.

1.3 Endenergieverbrauch

Im Rahmen der Aktualisierung des Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Lünen konnte aufgrund der Datengüte – d. h. der Menge und Qualität der zur Verfügung stehenden Daten (vgl. [Kapitel 1.2](#)) – eine Endenergiebilanz für die Zeitreihe von 1990 bis 2018 erstellt werden, die Aussagen über die Energieverbräuche sowie über die vor Ort verursachten THG-Emissionen erlaubt. Je weiter man in die Vergangenheit blickt, wird diese Bilanz – aufgrund der Datenlage – zwar ungenauer, den näherungsweise Verlauf der Energieverbräuche und THG-Emissionen kann diese Bilanz dennoch abbilden.

Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch

[Abbildung 2](#) veranschaulicht zunächst die Entwicklung der gesamten Endenergieverbräuche in Lünen zwischen den Jahren 1990 und 2018. Diese Energieverbräuche entsprechen der Summe aller Verbräuche der Verbrauchssektoren private Haushalte, Wirtschaft (Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD), Verkehr sowie der Stadtverwaltung Lünen.

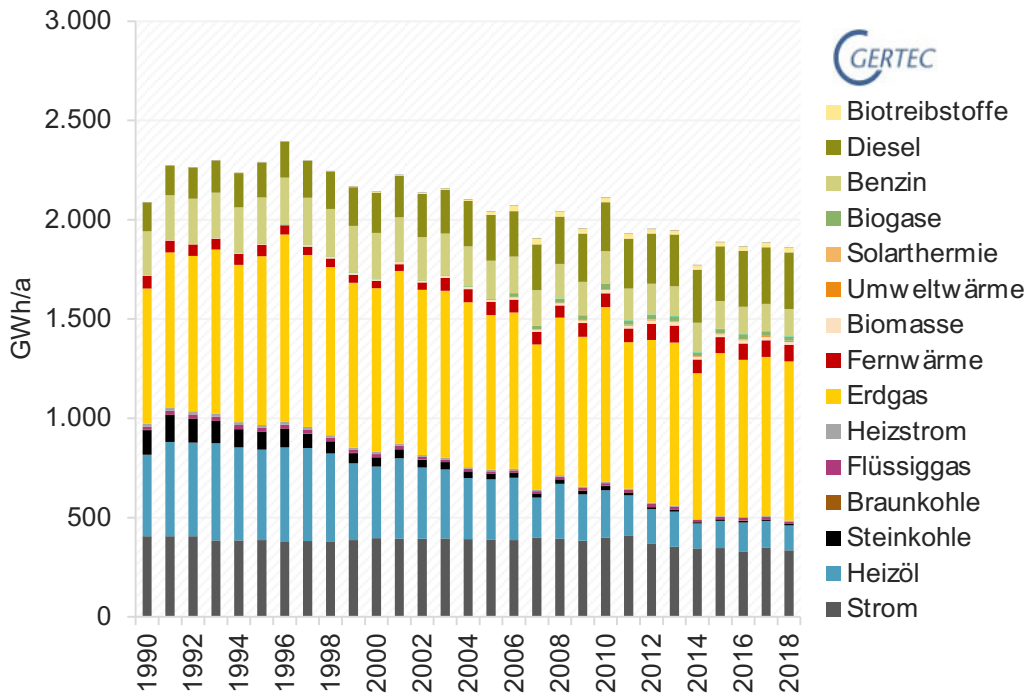


Abbildung 2 Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch

Während die Energieverbräuche im Zeitraum von 1990 bis 1996 von ca. 2.088 GWh/a auf 2.394 GWh/a angestiegen sind, konnte seitdem, mit Schwankungen, ein Rückgang auf 1.858 GWh/a im Jahr 2018 verzeichnet werden. Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren können unterschiedliche Gründe als Ursache haben, z. B.:

- witterungsbedingte Gegebenheiten,
- Bevölkerungsentwicklung,
- Ab- und Zuwanderung von Betrieben sowie konjunkturelle Entwicklung,
- Veränderung des Verbrauchsverhaltens (z. B. Trend zur Vergrößerung des Wohnraums, neue strombetriebene Anwendungen),
- Veränderungen im Verkehrssektor (z. B. durch steigende Anzahl an PKW oder sich ändernden Fahrleistungen des ÖPNV).

Auffällig sind zudem die stetig abnehmenden Heizölverbräuche, die seit dem Maximum im Jahre 1993 von ca. 489 GWh/a auf 125 GWh/a (2018) gesunken sind. Da die Erdgasverbräuche weitgehend stabil geblieben sind, ist einerseits von einer Verbesserung des energetischen Zustandes der Gebäude auszugehen, sowie dem Anschluss weiterer Gebäude an das Erdgasnetz.

Bei den in Lünen zu Heiz- und Prozessanwendungszwecken verwendeten erneuerbaren Energien (Biomasse, Solarthermie, Umweltwärme) ist – über die gesamte Zeitreihe betrachtet – ein Anstieg von weniger als 1 % (1990) auf ca. 4 % im Jahr 2018 zu verzeichnen.

Der Anteil der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger Heizöl, Kohle und Flüssiggas befindet sich insgesamt auf einem rückläufigen Niveau, im Jahr 2018 entfällt jedoch immer noch ein Anteil von 13 % aller Wärmeverbräuche auf diese nicht-leitungsgebundenen Energien. Der größte Anteil liegt weiterhin beim Erdgas und beträgt 74 % am Wärmeverbrauch Lünens.

Endenergieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte

Zwar beheizt aktuell noch ein großer Teil der Bevölkerung den eigenen Wohnraum mittels des nicht-leitungsgebundenen Energieträgers Heizöl (18 %). Der Anteil des Heizölverbrauchs konnte in den vergangenen Jahren jedoch spürbar gesenkt werden (1990: 52 %). Stattdessen ist eine Verbrauchssteigerung der Erneuerbaren Energien (Solarthermie, Umweltwärme und Biomasse) zu erkennen. 2018 beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien allerdings nur ca. 4 % des Wärmebedarfs (vgl. [Abbildung 3](#)). Wärmeverbräuche durch Fernwärme im Wohnsektor sind ebenfalls zwischen 2012 und 2018 von 5 % auf 8% gestiegen. Bis 1997 ist eine Zunahme des Endenergieverbrauchs in Lünen auf ca. 776 GWh/a zu erkennen. Seitdem sind rückläufige Energieverbräuche zu erkennen, sodass der Endenergieverbrauch 2018 bei ca. 596 GWh/a liegt. Schwankungen im Energieverbrauch zwischen einzelnen Jahren sind im Sektor der privaten Haushalte maßgeblich witterungsbedingt.

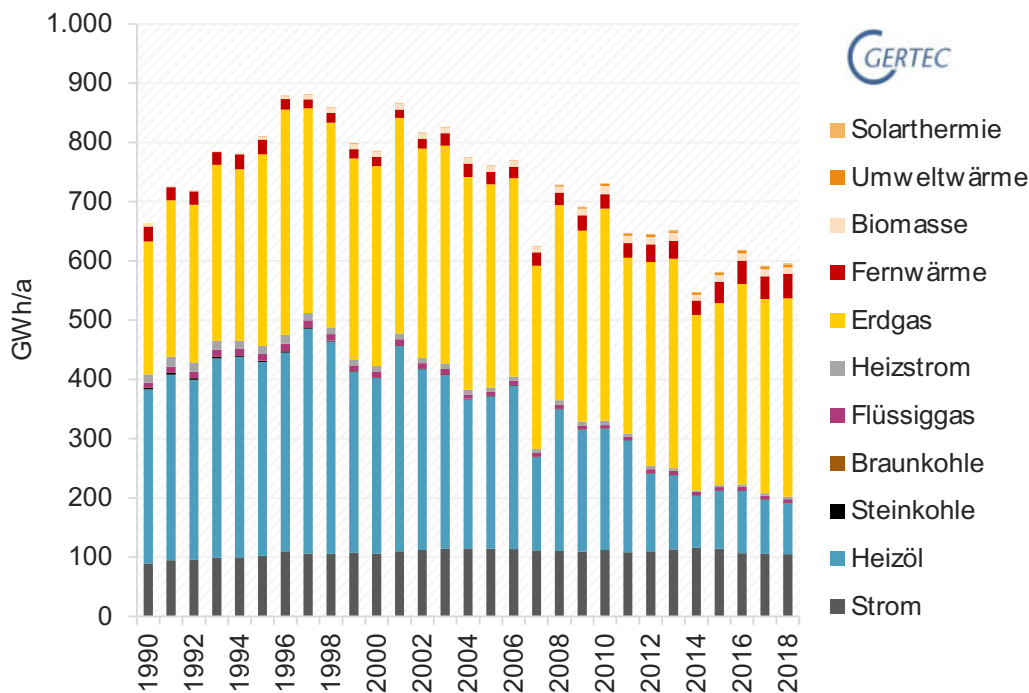


Abbildung 3 Endenergieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte

Endenergieverbrauch im Wirtschaftssektor

Im Wirtschaftssektor ist ein deutlicher Rückgang in den Energieverbräuchen zu erkennen. Der höchste Endenergieverbrauch ist 1991 mit ca. 1.168 GWh/a zu identifizieren. Das Jahr 2018 weist mit ca. 785 GWh/a einen Rückgang von ca. 33 % des Höchstverbrauchs gegenüber 1990 auf. Auffällig ist der leicht zunehmende Anteil der erneuerbaren Energieträger Biomasse und Biogas, deren Anteil auf 4,4 % des Wärmeverbrauchs im Jahr 2018 ausgebaut werden konnte. Hinsichtlich des Stromverbrauchs ist festzuhalten, dass dieser im Vergleich zu 1990 um ca. 30 % gesunken ist, jedoch seit 2013 verhältnismäßig konstant bei ca. 220 GWh/a liegt (vgl. [Abbildung 4](#)). Ebenfalls bleibt der Fernwärmeverbrauch seit 2008 mit einem Anteil des Wärmeverbrauchs von ca. 6 % (in 2018 ca. 35 GWh/a) verhältnismäßig konstant.

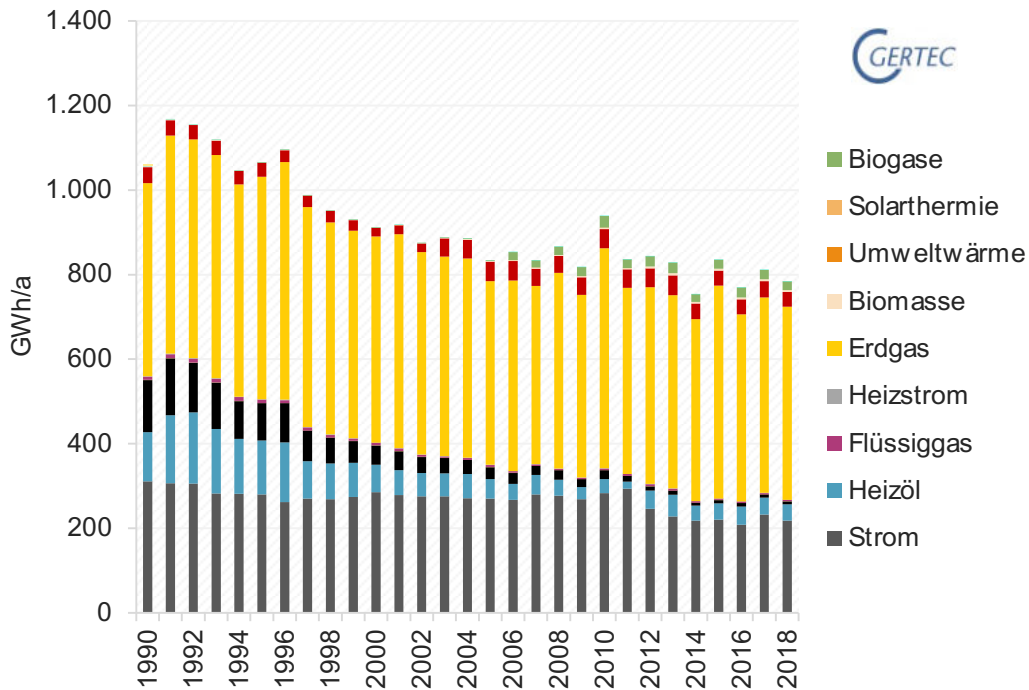


Abbildung 4 Endenergieverbrauch im Wirtschaftssektor

Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Hinsichtlich des Energieverbrauchs im Verkehrssektor lässt sich anhand von [Abbildung 5](#) ein Energieverbrauch ablesen, der zwischen 1990 und 2018 um ca. 22 % gestiegen ist. Jedoch ist in der Zeitreihe eine deutliche Energieträgerverschiebung von Benzin zu Diesel zu erkennen. Seit der Jahrtausendwende ist ebenfalls der Anteil der Biotreibstoffe (Biobenzin und Biodiesel) angestiegen, sodass Biotreibstoffe im Jahr 2018 einen Anteil von ca. 5 % an den Energieverbräuchen im Verkehrssektor ausmachen. Strom-, erdgas- und flüssiggasbetriebene Fahrzeuge spielen (mit zusammen ca. 2,0 %) derzeit lediglich eine untergeordnete Rolle im Verkehrssektor.

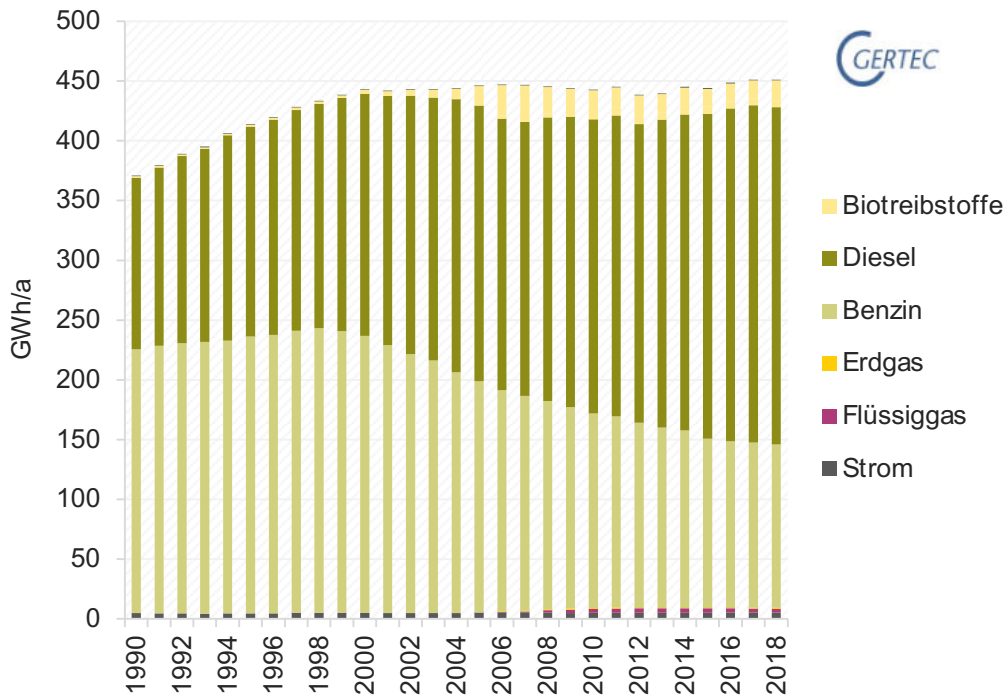


Abbildung 5 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Für die Stadt Lünen wurde im Rahmen einer Mobilitätsbefragung⁷ für den Kreis Unna im Jahr 2013 ein Modal Split veröffentlicht. Anhand dieses Modal Splits kann in Grundzügen auf die Verkehrsmittelwahl in Lünen zurückgeschlossen werden. Anhand von **Tabelle 2** wird deutlich, dass der Rad- und Fußverkehr deutlich größere Anteile am Modal-Split haben als im Bundesdurchschnitt⁸, wohingegen im Bundesdurchschnitt der KFZ-Verkehr und der ÖPNV dominieren.

Modal Split	Stadt Lünen (2013)	Bundesdurchschnitt (2016)
KfZ	58%	76%
zu Fuß	13%	3%
Rad	17%	3%
Bus und Bahn	12%	14%
Luftverkehr	0%	5%

Tabelle 2 Vergleich des Modal Split in Lünen mit dem Bundesdurchschnitt

Endenergieverbrauch der Stadtverwaltung Lünen

Es liegen für die städtischen Liegenschaften sowie für den städteigenen Fuhrpark Daten aus den Jahren 2012 bis 2018 vor. Aus diesen Daten ist erkennbar, dass die Energieträger Erdgas sowie

⁷ Vgl. https://www.kreis-unna.de/fileadmin/user_upload/Kreishaus/kfp/pdf/Verkehr/Bericht_KreisUnna_Mobilittsbefr_2013.pdf

⁸ Vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split>

Fernwärme für den Endenergieverbrauch in Lünen mit Abstand den größten Stellenwert einnehmen (vgl.

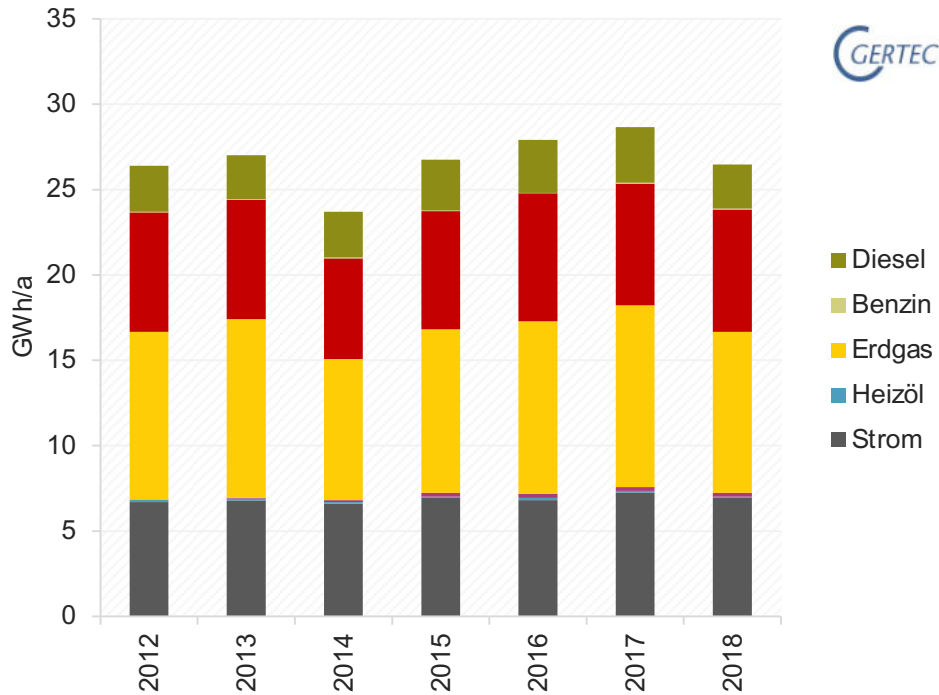


Abbildung 6). Hinsichtlich der kommunalen Flotte ist festzuhalten, dass diese fast ausschließlich mit Diesel betrieben wird. Der Endenergiebedarf der Stadtverwaltung Lünen entfällt zu 64 % auf die Wärmeversorgung, 26 % entfallen auf den Stromverbrauch und 10 % auf den Betrieb der kommunalen Flotte.

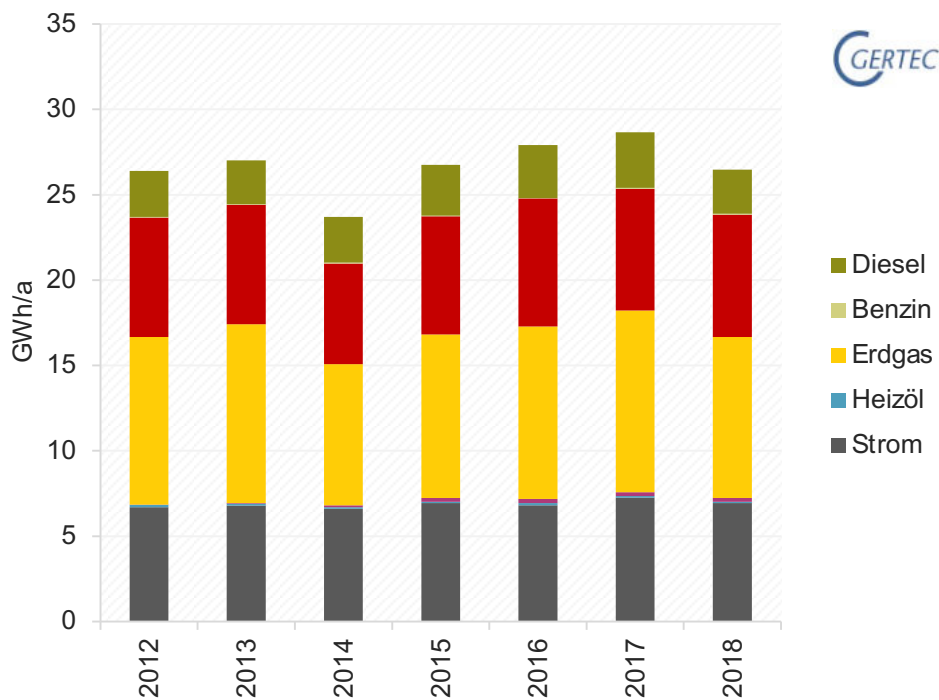


Abbildung 6 Endenergieverbrauch der Stadtverwaltung Lünen

Sektorale Verteilung der Endenergieverbräuche

Zusammenfassend verdeutlicht **Abbildung 7** die sektorale Verteilung der Energieverbräuche in Lünen im Jahr 2018. Während insgesamt 32 % der stadtweiten Endenergieverbräuche dem Sektor der privaten Haushalte zuzuordnen sind, entfallen 42 % auf den Wirtschaftssektor (Industrie 25 % und GHD 17 %) sowie 24 % auf den Verkehrssektor. Die Stadtverwaltung (mit den stadteigenen Liegenschaften sowie dem städtischen Fuhrpark) trägt mit ca. 2 % nur einen geringen Anteil an den stadtweiten Endenergieverbräuchen.

Zum Vergleich: Im bundesdeutschen Durchschnitt entfielen im Jahr 2017 rund 44 % des Endenergieverbrauchs auf den Wirtschaftssektor, 26 % auf die privaten Haushalte und ca. 30 % auf den Verkehrssektor.⁹

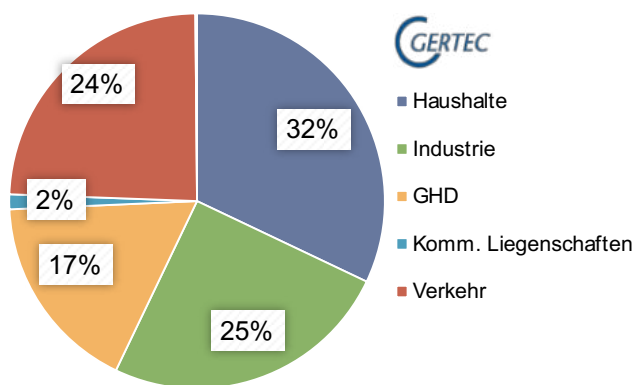


Abbildung 7 Sektorale Verteilung der Endenergieverbräuche (2018)

1.4 Treibhausgas-Emissionen

Aus der Multiplikation der in **Kapitel 1.3** dargestellten Endenergieverbräuche mit den Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger (vgl. **Abbildung 8**) lassen sich die stadtweiten THG-Emissionen errechnen, wie in **Abbildung 8** dargestellt. Analog zu den gesunkenen Endenergieverbräuchen ist auch bei den daraus resultierenden THG-Emissionen eine deutliche Senkung der THG-Emissionen erkennbar. Die im Jahr 1990 summierten THG-Emissionen belaufen sich auf ca. 872 Tsd. Tonnen CO₂eq/a. Derzeit (2018) konnte der THG-Ausstoß deutlich um 33 % (bezogen auf 1990) gesenkt werden, sodass aufsummiert ca. 583 Tsd. Tonnen CO₂eq/a ausgestoßen werden.

⁹ vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energetraegern-sektoren>

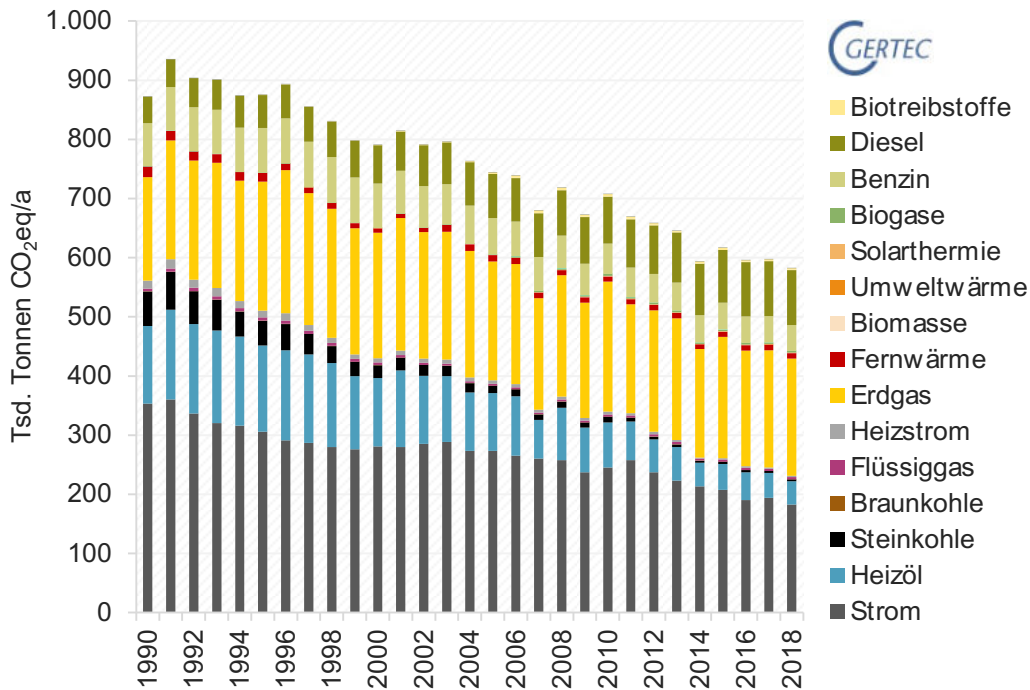


Abbildung 8 Gesamtstädtische THG-Emissionen

Zu erklären ist dieser Rückgang u. a. mit den stetig voranschreitenden Energieträgerumstellungen. Dies bedeutet, dass als Energieträger zunehmend eine Abkehr von Kohle und Heizöl hin zu Gas oder erneuerbaren Energien stattfindet, deren Emissionsfaktoren geringer sind. So lässt sich z. B. erkennen, dass die erneuerbaren Energien (wie Biomasse, Umweltwärme oder Solarthermie) nur minimal zu den stadtweiten THG-Emissionen beitragen, obwohl diese im Jahr 2017 immerhin 4 % der zu Wärmeanwendungen genutzten Energieträger ausmachen (vgl. Kapitel 1.3).

Prozentual gesehen entfallen mit 43 % die meisten THG-Emissionen auf den Wirtschaftssektor (19 % GHD und 24 % Industrie), 31 % auf den Sektor der privaten Haushalte sowie 25 % auf den Verkehrssektor (vgl. Abbildung 9). Analog zu den Energieverbräuchen nimmt die Stadtverwaltung mit weniger als 1 % auch emissionsseitig nur eine untergeordnete Rolle ein.

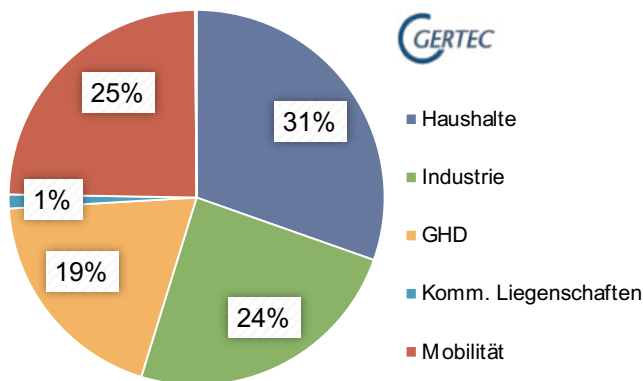


Abbildung 9 Sektorale Verteilung der THG-Emissionen (2018)

Übertragen auf einen einzelnen Einwohner in Lünen lässt sich – über die gesamte Zeitreihe betrachtet – ein Rückgang der THG-Emissionen errechnen, von 9,9 Tonnen CO₂eq/a im Jahr 1990 auf 6,7 Tonnen CO₂eq/a im Jahr 2018 (vgl. [Abbildung 10](#)).

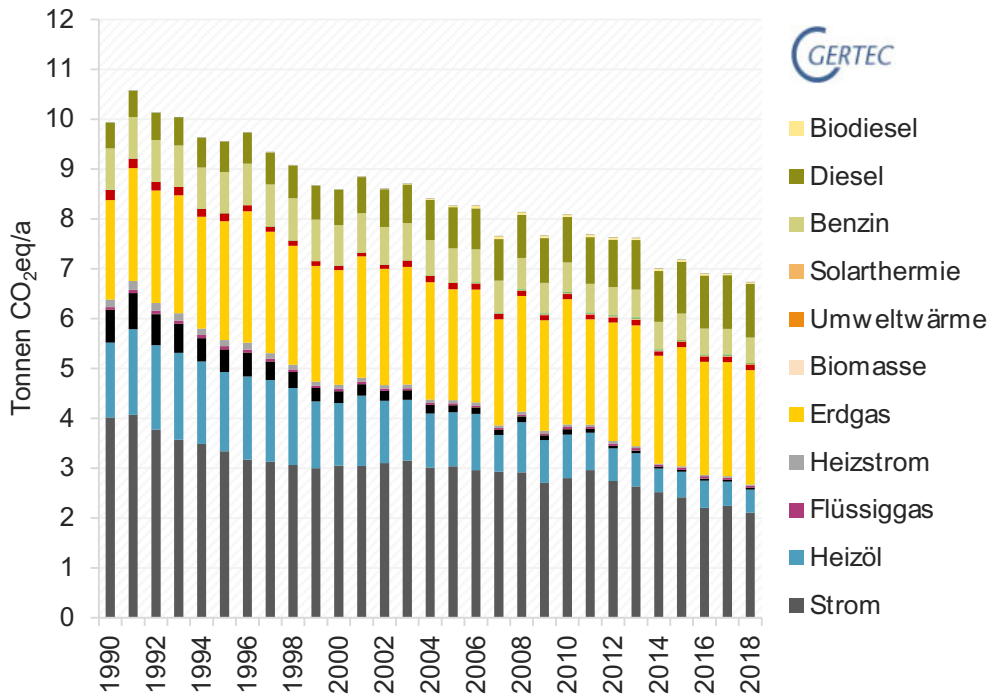
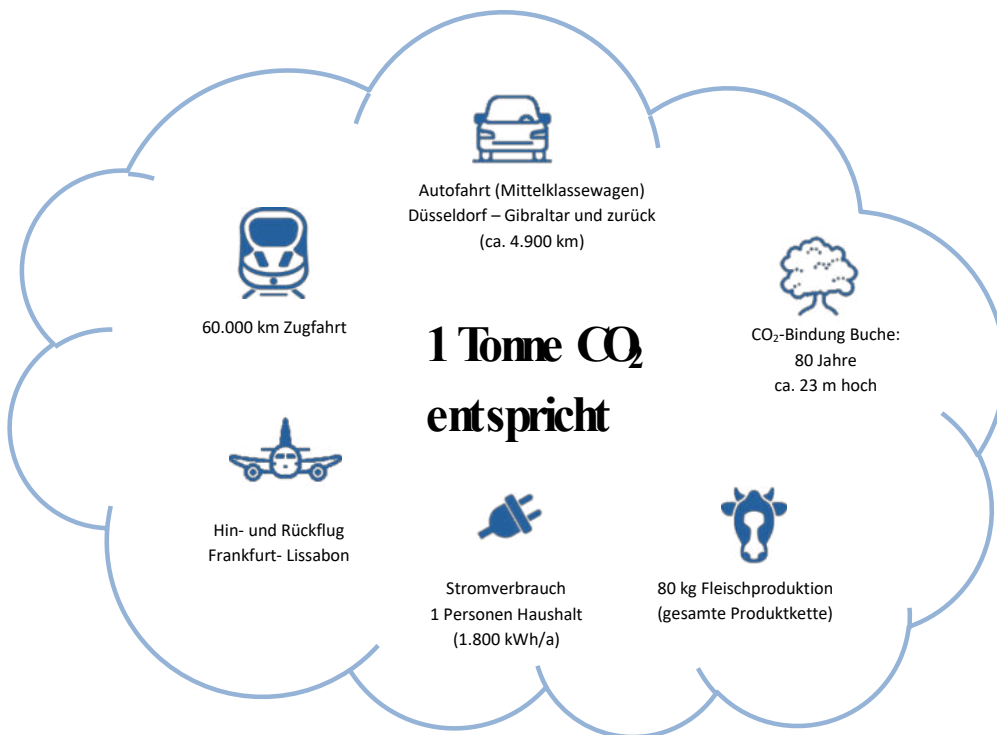


Abbildung 10 THG-Emissionen je Einwohner

Um die Größenordnung der einwohnerbezogenen THG-Emissionen greifbar zu machen und in ein Verhältnis zu setzen, veranschaulicht [Abbildung 11](#) Beispiele, die dem Ausstoß oder der Bedeutung von 1 Tonne CO₂ entsprechen.

Abbildung 11 Vergleichswerte für THG-Emissionen¹⁰

1.5 Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien

Lokale Stromproduktionen erfolgen in Lünen mittels der erneuerbaren Energien Photovoltaik, Windkraft, Biogas sowie weiterer nachhaltiger Gase (Deponie-, Klär-, und Grubengase). Im Jahr 2017 haben in Lünen 976 Photovoltaikanlagen, 17 Biomasse- und Biogasanlagen, vier Windkraftanlagen, zwei Grubengasanlagen sowie eine Klärgasanlage insgesamt ca. 222 GWh/a¹¹ erneuerbaren Strom erzeugt (vgl. Abbildung 12). Diese Stromerzeugungen decken den gesamtstädtischen Stromverbrauch bereits zu 67 % (2018) ab und können aufgrund der Datengrundlagen in einer Zeitreihe von 2006 bis 2018 abgebildet werden.

¹⁰ CO₂ umfasst hierbei auch weitere Treibhausgase sodass es sich um CO₂-Äquivalente (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) handelt. Die Ermittlung der Vergleichswerte erfolgt durch folgende Quellen:

https://www.oekoservice.ch/images/news/2016/Factsheet_Swiss_Climate_Wie_viel_ist_eine_Tonne_CO2.pdf

<https://www.stromspiegel.de/fileadmin/ssi/stromspiegel/Broschuere/Stromspiegel-2019-web.pdf> (in Kombination mit dem Emissionsfaktor des deutschen Strommix (554 g/kWh), sowie Abfragen des CO₂-Rechners des IWR: <http://www.iwr.de/re/eu/co2/co2.html>)

¹¹ Strommengen, die nach EEG vergütet werden

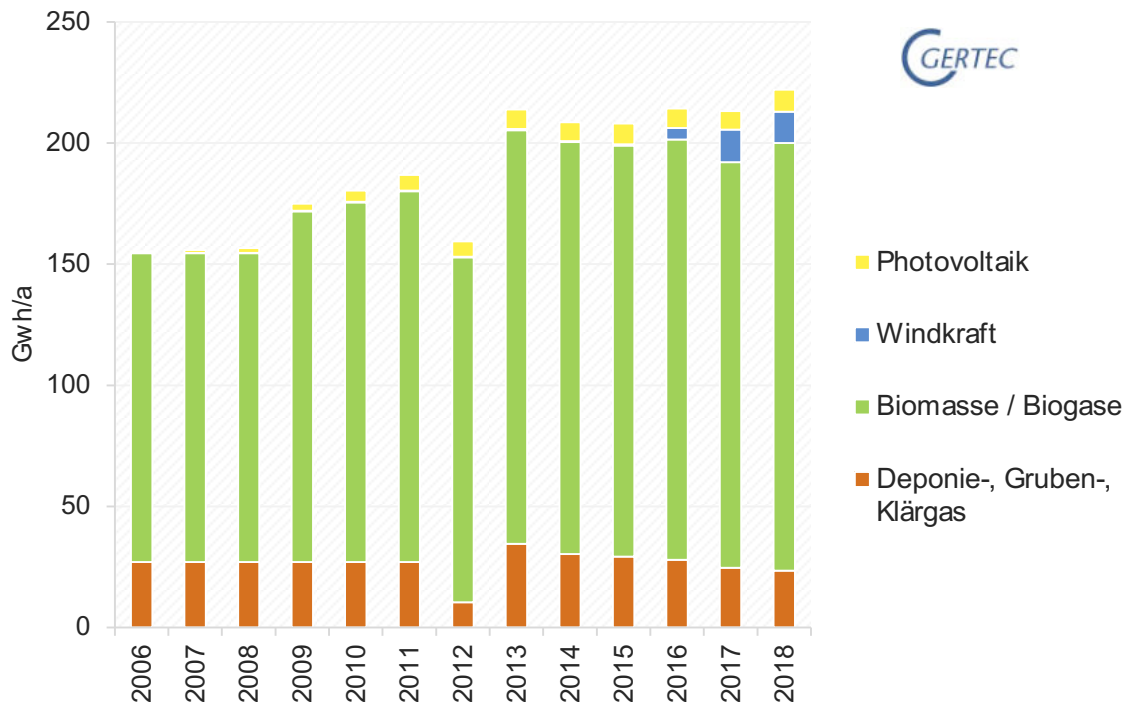


Abbildung 12 Lokale Stromproduktion durch erneuerbare Energien

Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass bei dieser Betrachtung der lokalen Stromproduktion lediglich erzeugte Strommengen erfasst werden konnten, die in das stadtweite Stromnetz eingespeist wurden. Informationen zu Strom-Eigennutzungen (im Bereich der privaten Haushalte ist dies z. B. bei PV-Anlagen möglich) liegen an dieser Stelle nicht vor. Aktuell gibt es keine Möglichkeit, entsprechendes Datenmaterial ohne Einzelbefragungen der jeweiligen Anlagenbetreiber zu generieren. Im Hinblick auf das in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnende Thema der Speicherung von lokal erzeugtem Strom (welches an Dynamik zunehmen und sich durch steigende Wachstumsraten kennzeichnen wird) gilt es, im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der Energie- und THG-Bilanz zu überlegen, wie sich entsprechendes Datenmaterial generieren lässt, um ein stadtweites Monitoring in ausreichender Qualität zu gewährleisten.

Im Bereich der lokalen Wärmeproduktion kommen in Lünen die Energieträger Biomasse, Biogas, Solarthermie sowie Umweltwärme zum Einsatz. Im Jahr 2018 konnten durch diese insgesamt ca. 43 GWh/a erneuerbare Wärme erzeugt werden (vgl. [Abbildung 13](#)), was einem Anteil von ca. 4 % am gesamten, stadtweiten Wärmeverbrauch entspricht.

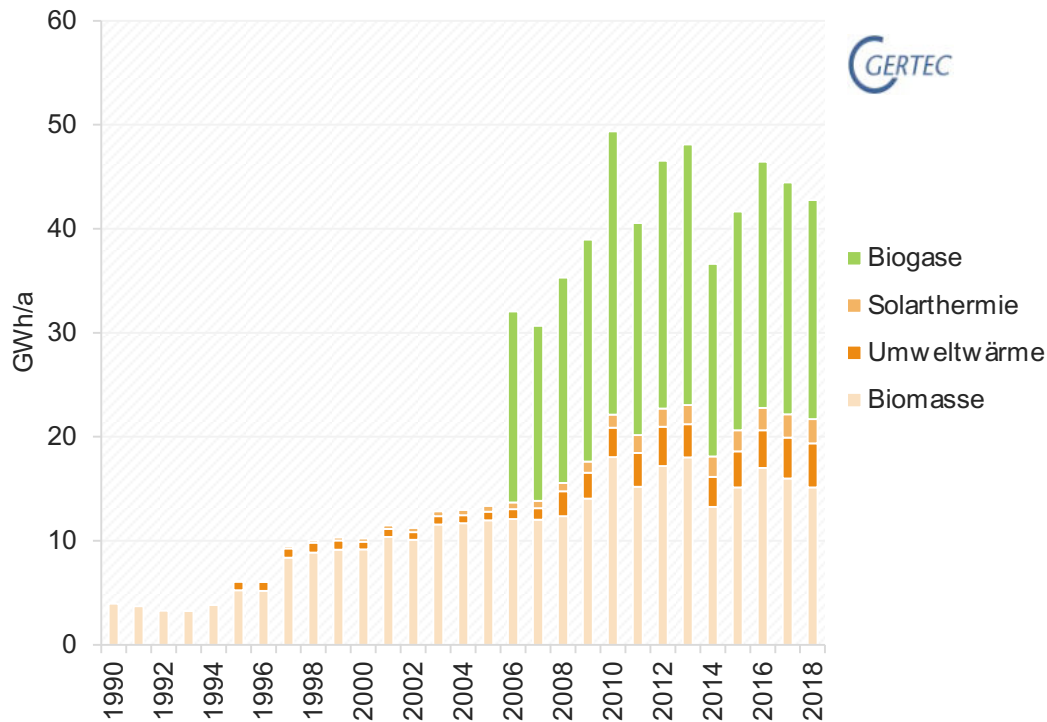


Abbildung 13 Lokale Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien

1.6 Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren

Der Vergleich von lokalen Indikatoren mit dem Bundesdurchschnitt (vgl. [Tabelle 3](#)) hilft dabei, die Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanzierung einzuordnen.

Auffällig ist, dass die endenergiebezogenen THG-Emissionen je Einwohner in Lünen mit ca. 6,7 Tonnen CO₂eq/a*EW deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (ca. 9,3 Tonnen CO₂eq/a*EW) liegen. Dies ist insbesondere auf den Wohn- sowie den Verkehrssektor zurückzuführen. Die THG-Emissionen bzw. die Energieverbräuche im Sektor der privaten Haushalte in Lünen liegen deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (ca. 2,0 Tonnen CO₂eq/a bzw. ca. 6900 kWh/a in Lünen und ca. 2,4 Tonnen CO₂eq/a bzw. ca. 8.200 kWh/a im Bundesdurchschnitt). Im Verkehrssektor ist eine niedrige CO₂eq/a Belastung von ca. 1,7 Tonnen je Einwohner zu verzeichnen, was auf die Abwesenheit von Autobahnstrecken innerhalb der städtischen Grenzen zurückzuführen ist.

Im Wirtschaftssektor liegen die Endenergieverbräuche in Lünen mit ca. 23 MWh/a je sozialversicherungspflichtig Beschäftigtem hingegen ca. 10 % unter dem Bundesdurchschnittswert (mit ca. 26 MWh/a). Dies ist ein Indikator dafür, dass die Wirtschaftsaktivitäten in Lünen „im Schnitt“ ähnlich energieintensiv sind wie im Bundesvergleich.

Die Endenergieverbräuche des motorisierten Individualverkehrs (MIV) liegen mit ca. 3,1 MWh/a je Einwohner deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (mit ca. 5 MWh/a), was darauf zurückzuführen ist, dass durch das Stadtgebiet von Lünen keine großen Bundesstraßen – mit hohem Verkehrsaufkommen – führen, und sich Bundesstraßen (bei einer territorialen Betrachtung; vgl. [Kapitel 1.1](#)) deutlich auf eine Energie- und THG-Bilanz im Verkehrssektor auswirken.

Der prozentuale Anteil von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) am Wärmeverbrauch liegt in Lünen bei lediglich 8,9 % und somit deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (16,3 %), was auf die relativ geringen

Anschlussquoten von Fernwärme- und Nahwärmenetze (im Vergleich zu z. B. fast flächendeckenden, großen Wärmenetzen in Großstädten) zurückzuführen ist. Die erneuerbaren Energien sind ausschließlich im Bereich der Wärmeversorgung, verglichen mit dem Bundesdurchschnitt, unterdurchschnittlich vertreten.

Klimaschutzindikatoren	Lünen 2018	Bundesdurchschnitt 2017
Endenergiebezogene THG-Emissionen je Einwohner (Einheit: Tonnen CO ₂ eq/a)	7,0	9,3
Endenergiebezogene THG-Emissionen je Einwohner – im Sektor der privaten Haushalte (Einheit: Tonnen CO ₂ eq/a)	2,1	2,4
Endenergieverbrauch je Einwohner – im Sektor der privaten Haushalte (Einheit: kWh/a)	6.892	8.228
Anteil der erneuerbarer Energien am Energieverbrauch (Einheit: %)	11,9%	15,9%
Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch (Einheit: %)	65,3%	36,0%
Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch (Einheit: %)	4,1%	13,4%
Anteil KWK am Wärmeverbrauch (Einheit: %)	8,9%	16,3%
Endenergieverbrauch des Wirtschaftssektors je sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Einheit: kWh/a)	23.188	25.740
Endenergieverbrauch des motorisierten Individualverkehrs (MIV) je Einwohner (Einheit: kWh/a)	3.146	5.049

Tabelle 3 Ein Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren

1.7 Exkurs: Ernährung und Konsum

Neben den in Kapitel 1.4 betrachteten THG-Emissionen, resultierend aus stationären Energieverbräuchen (in privaten Haushalten und der Wirtschaft) sowie Energieverbräuchen im Verkehrssektor, trägt jeder Mensch zudem durch seine individuelle Verhaltensweise und seinen Lebensstil (Konsumverhalten und Ernährungsweise) dazu bei, Treibhausgase in die Atmosphäre auszustoßen. Hierbei spielen sowohl die Erzeugung, die Verarbeitung und der Transport von Lebensmitteln sowie Kaufentscheidungen eine Rolle.

Insbesondere hinsichtlich Ernährung und Konsum ist es wichtig, nicht ausschließlich das Treibhausgas CO₂ zu betrachten, sondern den Fokus auch auf weitere Treibhausgase wie Methan (CH₄) oder Distickstoffmonoxid (N₂O) zu setzen, da für die Befriedigung von Nahrungs- und Konsumbedürfnissen überwiegend diese Treibhausgase freigesetzt werden. Da sämtliche THG-Emissionen in diesem Bericht als CO₂-Äquivalente ausgewiesen und daher alle klimarelevanten Treibhausgase betrachtet wer-

den (vgl. Kapitel 1.1), ist eine problemlose Vergleichbarkeit der Sektoren Ernährung und Konsum mit den übrigen Sektoren gegeben.

Mittels des internetbasierten Berechnungs-Tools „CO₂-Spiegel“ der Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur¹² lassen sich bezüglich des Sektors Ernährung anhand der Annahmen

- Ernährungsweise: normal
- Lebensmittelherkunft: gemischt
- saisonale Lebensmittel: gemischt
- Tiefkühlkost: gelegentlich
- Öko-Lebensmittel: gelegentlich

jährlich 1,6 Tonnen CO₂eq-Ausstoß je Einwohner errechnen. Diese Annahmen sollen das Verhalten eines durchschnittlichen Einwohners in Lünen abbilden.

Bezüglich des Sektors Konsum wurden folgende Annahmen getroffen:

- Konsumverhalten: durchschnittlich
- Kaufentscheidung: Preis
- Übernachtung im Hotel: 1-14 Tage
- Auswärts essen gehen: manchmal

Ein derartiges Verhalten bedingt jährlich Emissionen in Höhe von 3,1 Tonnen CO₂eq je Einwohner.

Stellt man diese errechneten Emissionen nun den Emissionen der stadtweiten THG-Bilanz gegenüber (vgl. Kapitel 1.4), wird deutlich, welche Bedeutung die Bereiche Ernährung und Konsum hinsichtlich der verursachten THG-Emissionen jedes Einwohners in Lünen haben (vgl. Abbildung 14).

Anzumerken ist jedoch, dass die Sektoren Ernährung und Konsum nicht in ihrer Gesamtheit zu den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr addiert werden können, sondern dass diese in Teilaspekten bereits in diesen drei Sektoren enthalten sind. So verursacht ein Lebensmittelhändler durch seine wirtschaftliche Aktivität beispielsweise Emissionen durch den Lieferverkehr, welche dann in gewissem Maße bereits über den Verkehrssektor abgebildet werden.

¹² <http://kliba.co2spiegel.de/>

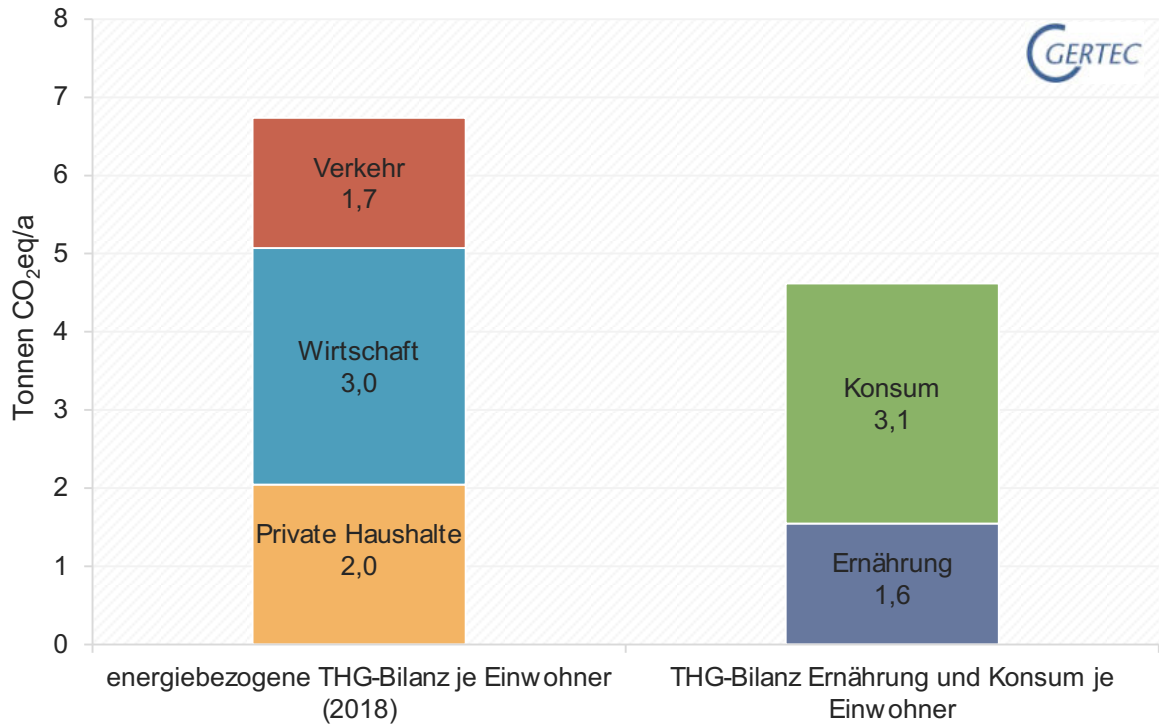


Abbildung 14 THG-Emissionen je Einwohner – ein Vergleich der stadtweiten THG-Bilanz mit den Sektoren Ernährung und Konsum

Um zu verdeutlichen, dass auch hinsichtlich Ernährung und Konsum ein enormer Beitrag zum Klimaschutz eines jeden Einwohners geleistet werden kann, stellen [Tabelle 4](#) und [Tabelle 5](#) sowie [Abbildung 15](#) die jährlichen Pro-Kopf THG-Emissionen in diesen Bereichen dar. Betrachtet werden mehrere Faktoren, die unterschiedliches Ernährungs- und Konsumverhalten kennzeichnen (z. B. die Herkunft von Lebensmitteln, die Häufigkeit des Verzehrs von Tiefkühlkost oder Öko-Lebensmitteln, Kaufentscheidungen hinsichtlich des Preises oder der Langlebigkeit von Produkten, die Häufigkeit von Restaurantbesuchen etc.), differenziert in die Varianten „durchschnittliches Verhalten“ sowie „Klimaschutzverhalten“. Diese Daten wurden ebenfalls dem Berechnungs-Tool „CO₂-Spiegel“ entnommen.

Ernährung	durchschnittliches Verhalten	Klimaschutzverhalten
Ernährungsweise	normal	wenig Fleisch
Lebensmittelherkunft	gemischt	regional
saisonale Lebensmittel	gemischt	vorwiegend
Tiefkühlkost	gelegentlich	nie
Öko-Lebensmittel	gelegentlich	vorwiegend
THG-Emissionen (t CO ₂ eq/a)	1,6	1,2

Tabelle 4 THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch

Konsum	durchschnittliches Verhalten	Klimaschutzverhalten
Konsumverhalten	durchschnittlich	sparsam
Kaufentscheidung	Preis	Langlebigkeit
Übernachtung im Hotel	1-14 Tage	keine
auswärts essen gehen	manchmal	selten
THG-Emissionen (t CO ₂ eq/a)	3,1	2,0

Tabelle 5 THG-Emissionen je Einwohner durch Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch

Zu beachten ist, dass in der Variante „Klimaschutzverhalten“ kein radikaler Einschnitt im Ernährungs- und Konsumverhalten eines Menschen im Vergleich zur Variante „durchschnittliches Verhalten“ stattfinden muss, sondern dass alle Ernährungs- und Konsumententscheidungen lediglich ein wenig klimabewusster getroffen werden. So lassen sich die Emissionen im Bereich Ernährung von 1,6 auf 1,2 Tonnen CO₂eq/a und im Bereich Konsum von 3,1 auf 2,0 Tonnen CO₂eq/a reduzieren, was bezogen auf die Summe der Emissionen aus Ernährung und Konsum einer THG-Reduktion um knapp ein Drittel entspricht.

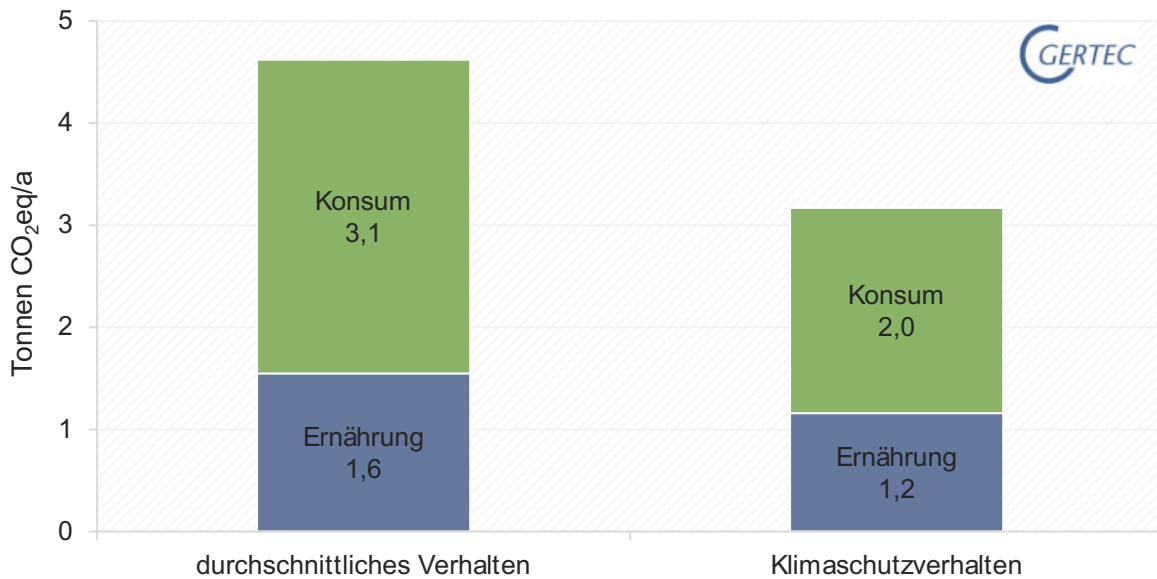


Abbildung 15 THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung und Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – grafisch

Diese ermittelten, einwohnerbezogenen Emissionseinsparungen ergeben – übertragen auf die gesamte Stadt Lünen – ein THG-Einsparpotenzial von rund 125 Tsd. Tonnen CO₂eq/a.

2 Potenziale der Treibhausgas-Emissionsminderung

Auf der Basis von bundesweiten Studien¹³ zu wirtschaftlichen Minderungspotenzialen des Stromverbrauchs, den in Gebäudetypologien ermittelten Minderungspotenzialen im Bereich der Raumheizung sowie mit detaillierten Studien hinsichtlich zukünftiger Stromverbrauchsentwicklungen in privaten Haushalten können anhand der Ergebnisse der zuvor erstellten Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung (vgl. Kapitel 1) sowie unter der Annahme von moderaten Energiepreissteigerungen die technischen und wirtschaftlichen THG-Emissionseinsparpotenziale¹⁴ bis zu den Jahren 2030 und 2050 berechnet werden. In den verschiedenen Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft¹⁵, kommunale Verwaltung und Verkehr) lassen sich somit Handlungsschwerpunkte ableiten.

Im Folgenden werden die technisch-wirtschaftlichen Emissionsminderungspotenziale auf der Verbraucherseite durch stationäre Energieverbräuche einschließlich Energieeffizienzmaßnahmen (Kapitel 2.1), im Verkehrssektor (Kapitel 2.2) sowie durch den Einsatz erneuerbarer Energien und durch Veränderungen in der Energieversorgungsstruktur (Kapitel 2.3) sowohl für den Zeitraum bis 2030 als auch für die darauffolgenden Dekaden bis 2050 betrachtet.

2.1 Treibhausgas-Minderungspotenziale durch verbraucherseitige Einsparungen stationärer Energieverbräuche

Die nachfolgend aufgeführten, technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenziale durch verbraucherseitige Einsparungen stationärer Energieverbräuche der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und stadteigene Liegenschaften wurden für die noch ausstehenden Jahre bis 2025, bis 2030 sowie für die nachfolgenden Jahrzehnte bis 2050 anhand der genannten bundesweiten Studien zu Stromeinsparungen, Energieeffizienz sowie auf der Grundlage von Gebäudetypologien überschlägig ermittelt und auf die Stadt Lünen übertragen.

Wesentliche Basisparameter der anderen verwendeten Studien mit hohem Einfluss auf die Ergebnisse sind

- Strom- und Wärmeeinsparpotenziale auf Basis von Effizienzsteigerungen sowie geänderten Verhaltensweisen
- Erneuerungszyklen der Bauteile und der Anlagentechnik/Geräte,
- Ziel-Standards bei der Durchführung von Sanierungen/Ersatzinvestitionen,

¹³ Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI; Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau, und Reaktorsicherheit. Berlin, Dezember 2015.

EWI, GWS, Prognos AG; Endbericht: Entwicklung der Energiemärkte – Energierferenzprognose. Projekt Nr. 57/12 Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln/Osnabrück, Juni 2014.

¹⁴ Als technisch-wirtschaftliches Potenzial wird der Teil des theoretischen Potenzials verstanden, welcher unter Berücksichtigung von technischen wie auch wirtschaftlichen Restriktionen nutzbar ist.

Beispiel Windenergie: Das theoretische Potenzial umfasst das theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot des Windes. Das technische Potenzial ist der Teil dieser Energie, welcher bei der Umwandlung in elektrische Energie durch den Betrieb von WEA genutzt werden kann. Wirtschaftlich muss so eine Anlage aber auch sein. Das technische Potenzial muss also so hoch sein, dass sich die Anlage in ihrem Lebenszyklus amortisiert.

¹⁵ Differenzierung der Wirtschaft gemäß ECOSPEED Region^{smart}: Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung.

- Energiepreise und Energiepreisprognosen
- sowie die Einbeziehung von Hemmnissen/Marktversagen.

	Private Haushalte				Industrie				Gewerbe-Handel-Dienstleistung				Kommunale Liegenschaften			
	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050
Anwendungszwecke	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a				Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a				Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a				Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a			
Heizung	135	120	108	70,6	13,9	13,4	11,1	7,8	51,4	39,2	30,9	16,5	3,6	2,8	2,2	1,2
Warmwasser	20,9	20,0	20,0	18,9	1,7	1,7	1,7	1,6	5,7	5,8	5,8	5,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Prozesswärme	5,0	3,8	3,6	2,8	94,3	91,0	81,6	65,6	9,6	9,8	9,6	9,8	0,7	0,7	0,7	0,7
Kühlung	3,0	2,4	2,6	4,0	4,4	4,3	5,8	9,5	4,3	5,3	5,7	9,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Beleuchtung	3,0	2,4	1,3	0,6	2,2	2,1	1,8	1,4	18,3	15,9	13,5	9,5	1,3	1,1	0,9	0,9
Mechanische Anwendungen	10,1	8,0	7,0	5,2	26,8	26,5	23,2	19,1	18,6	17,5	15,5	11,6	1,3	1,2	1,1	1,1
Information und Kommunikation	5,9	4,7	4,3	3,0	1,7	1,7	1,3	0,9	6,8	6,4	5,8	4,8	0,5	0,5	0,4	0,4
Summe	183	161,0	147,3	105,0	144,9	140,5	126,4	105,9	114,7	100,0	86,7	66,8	8,1	7,0	6,1	5,2
%-Einsparungen		-12%	-20%	-43%		-3%	-13%	-27%		-13%	-24%	-42%		-13%	-24%	-36%

Tabelle 6 THG-Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche (unterteilt nach Sektoren und Anwendungszwecken) – tabellarisch (Quelle: Gertec)

Die ermittelten THG-Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche in den verschiedenen Sektoren werden in



Anwendungszwecke	Private Haushalte				Industrie				Gewerbe-Handel-Dienstleistung				Kommunale Liegenschaften			
	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050	2018	bis 2025	bis 2030	bis 2050
	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a				Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a				Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a				Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a			
Heizung	135	120	108	70,6	13,9	13,4	11,1	7,8	51,4	39,2	30,9	16,5	3,6	2,8	2,2	1,2
Warmwasser	20,9	20,0	20,0	18,9	1,7	1,7	1,7	1,6	5,7	5,8	5,8	5,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Prozesswärme	5,0	3,8	3,6	2,8	94,3	91,0	81,6	65,6	9,6	9,8	9,6	9,8	0,7	0,7	0,7	0,7
Kühlung	3,0	2,4	2,6	4,0	4,4	4,3	5,8	9,5	4,3	5,3	5,7	9,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Beleuchtung	3,0	2,4	1,3	0,6	2,2	2,1	1,8	1,4	18,3	15,9	13,5	9,5	1,3	1,1	0,9	0,9
Mechanische Anwendungen	10,1	8,0	7,0	5,2	26,8	26,5	23,2	19,1	18,6	17,5	15,5	11,6	1,3	1,2	1,1	1,1
Information und Kommunikation	5,9	4,7	4,3	3,0	1,7	1,7	1,3	0,9	6,8	6,4	5,8	4,8	0,5	0,5	0,4	0,4
Summe	183,	161,0	147,3	105,0	144,9	140,5	126,4	105,9	114,7	100,0	86,7	66,8	8,1	7,0	6,1	5,2
%-Einsparungen		-12%	-20%	-43%		-3%	-13%	-27%		-13%	-24%	-42%		-13%	-24%	-36%

Tabelle 6 und Abbildung 16 dargestellt und nach den Energieanwendungszwecken

- Heizung (Raumwärme),
 - Warmwasseraufbereitung,
 - Prozesswärme (im Haushalt zum Beispiel das Kochen mit dem Elektroherd),
 - Kühlung (Klimatisierung der Gebäude und technische Kälte),
 - Beleuchtung,
 - Mechanische Anwendungen (hierunter fallen Anwendungen wie Garagentore, Aufzug-Bedienung oder auch die Bedienung von Waschmaschinen und Trocknern bzw. im Wirtschaftsbereich auch Antriebe, mechanische Arbeit, Lüftung und Druckluft)
 - und Information und Kommunikation (Server, PCs, Fernseher, Radio, Kopierer, Fax, etc.)
- aufgeschlüsselt und differenziert dargestellt.

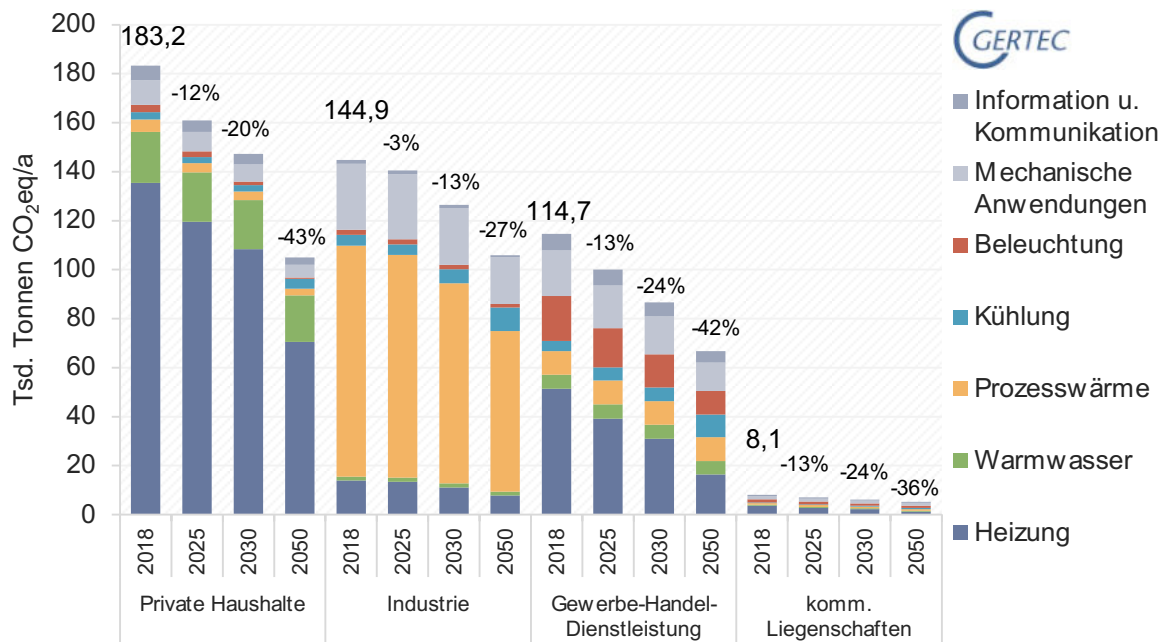


Abbildung 16 THG-Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche (unterteilt nach Sektoren und Anwendungszwecken) – grafisch (Quelle: Gertec)

Absolut gesehen existieren in Lünen im Sektor der privaten Haushalte mit ca. 78,2 Tsd. t CO₂eq/a die größten Einsparpotenziale. Dies entspricht innerhalb dieses Sektors einer Einsparung von 12 % bis 2025, von 20 % bis 2030, und insgesamt 43 % bis 2050. Der Schwerpunkt der Einsparmöglichkeiten liegt hierbei im Bereich des Anwendungszwecks Heizung.

Zusätzlich ist es möglich im Bereich Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD) absolut 47,9 Tsd. t CO₂eq/a einzusparen. Dies entspricht bis 2025 einer Einsparung um 13 %, bis 2030 24 % und bis 2050 42 %. Der Anwendungszweck Heizung umfasst dabei das größte Einsparpotenzial.

Im Bereich Industrie sind mit 38,9 Tsd. t CO₂eq/a (entspricht 3 % bis 2025, 13 % bis 2030 und insgesamt 27 % bis 2050) weitere THG-Einsparmöglichkeiten gegeben, hierbei insbesondere in den Anwendungszwecken Prozesswärme und mechanische Anwendungen.

In den kommunalen Liegenschaften existiert darüber hinaus ein Emissionsminderungspotenzial von 2,9 Tsd. t CO₂eq/a (entspricht 13 % Einsparung bis 2025, 24 % Einsparung bis 2030 und insgesamt 36 % Einsparung bis 2050).

Es wird deutlich, dass in Lünen – quantitativ betrachtet – der Sektor Wohnen bei der Entwicklung von Maßnahmenempfehlungen maßgebend ist, gefolgt vom Sektor GHD sowie vom Sektor Industrie. Im Vergleich dazu können die kommunalen Liegenschaften zwar nur geringfügig zur stadtweiten Emissionsminderung beitragen, aufgrund der Bedeutung im Hinblick auf ihre Vorbildwirkung bei der Durchführung von Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen, sind diese jedoch nicht zu vernachlässigen.

2.2 Treibhausgas-Minderungspotenziale im Verkehrssektor

Im Rahmen der Analysen und der Akteursbeteiligung wurde sehr deutlich, dass es nicht nur der reinen technischen Potenziale bedarf, um erneuerbare Energien erfolgreich in der Region auszubauen. Vielmehr bedarf es auch geeigneter regulatorischer Rahmenbedingungen. Potenzielle Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen im Verkehrssektor lassen sich in folgende Kategorien differenzieren:

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung,
- Verkehrsverbesserung (bzw. effiziente Nutzung von Verkehrsmitteln)
- sowie ordnungsrechtliche Vorgaben.

In die Kategorie Verkehrsvermeidung fallen Maßnahmen aus dem Bereich der Siedlungs- und Verkehrsplanung. Hierzu zählen z. B. verkehrsoptimierte Stadtentwicklungskonzepte, aus denen kürzere Wegstrecken für die Bevölkerung resultieren. Maßnahmen, die auf eine Mentalitätsveränderung der Verkehrsteilnehmer abzielen, können ebenfalls der Kategorie Verkehrsvermeidung zugeordnet werden. Hierzu zählt beispielsweise die stärkere Nutzung von Telefon- bzw. Videokonferenzen im beruflichen Kontext, anstelle von THG-produzierenden Dienstreisen.

Der Kategorie Verkehrsverlagerung können diejenigen Maßnahmen zugeordnet werden, die auf eine Nutzungssteigerung von umweltverträglichen Verkehrsmitteln abzielen. Radförderprogramme, Attraktivierungsmaßnahmen für den ÖPNV und touristische Angebote (wie Wanderrouten oder Fahrradbusse) fallen in diese Kategorie. Je besser individuelle Reiseketten im sog. „Umweltverbund“ (also zu Fuß, mit dem Fahrrad und/oder mit Bussen und Bahnen) bestritten werden können, desto höher ist das THG-Einsparpotenzial. Insbesondere im Bereich des Freizeitverkehrs, der im Durchschnitt einen Anteil von rund 35 % der gesamten THG-Emissionen im Verkehrssektor ausmacht, können erhebliche THG-Minderungspotenziale durch alternative Mobilitätsangebote zum motorisierten Individualverkehr realisiert werden.¹⁶

Emissionsminderungsziele können auch durch eine effizientere Nutzung von Verkehrsmitteln erreicht werden. Hierzu zählt der Einsatz moderner Technologien, z. B. die Nutzung von Hybrid- und Elektrobusen im ÖPNV oder der Einsatz kraftstoffsparender PKW im Alltags- und Berufsverkehr sowie die Nutzung von Elektroautos im privaten Bereich und für gewerbliche (und stadteigene) Flotten. Die Nutzung von Carsharing stellt ein weiteres Beispiel für die effiziente Nutzung von Verkehrsmitteln in Form einer Kapazitätsoptimierung dar. Carsharing stellt ein weiteres Beispiel für die effiziente Nutzung von Verkehrsmitteln in Form einer Kapazitätsoptimierung dar.

Ordnungsrechtliche Vorgaben auf EU-, Bundes- und Landesebene können ebenfalls THG-Emissionsminderungen im Verkehrssektor auf lokaler Ebene bewirken. So können beispielsweise Emissionsgrenzwerte für Neuwagen gesetzlich vorgeschrieben oder Fahrzeuge entsprechend ihrem THG-Ausstoß besteuert werden. Die Nutzung von innerstädtischer Verkehrsinfrastruktur kann über eine sogenannte „City-Maut“ oder eine Parkraumbewirtschaftung besteuert werden. Insgesamt ist das THG-Minderungspotenzial durch gesetzliche Regelungen als hoch bis sehr hoch einzuschätzen. Dem stehen jedoch bei vielen potenziellen Maßnahmen Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung entgegen.

¹⁶ vgl. Berechnungen des DIW in „Verkehr in Zahlen 2009“

Obleich in der Theorie die THG-Minderungspotenziale im Bereich Verkehr weitgehend bekannt sind, existieren bislang wenige ausführliche und aktuelle Studien, die eine konkrete Quantifizierung des Einsparpotenzials durch verkehrliche Klimaschutzmaßnahmen ausweisen.¹⁷ Den bis dato umfassendsten Ansatz liefern das Öko-Institut e.V. und Fraunhofer ISI im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) mit einer Studie aus dem Jahr 2015.¹⁸ Darin enthalten ist (unter Einbeziehung aller im Jahr 2015 bereits beschlossenen zukünftigen Maßnahmen und Gesetzesänderungen) ein Maßnahmenkatalog mit Einzelmaßnahmen zur THG-Einsparung, die den genannten Kategorien (Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, Verkehrsverbesserung bzw. technische Innovationen und ordnungsrechtliche Vorgaben) zugeordnet werden können. Darüber hinaus liefert die Studie detaillierte Trend- und Zielszenarien der verschiedenen Verkehrsträger bis 2050. Die Maßnahmen reichen von der Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe (Verkehrsvermeidung), über eine Verkehrsverlagerung vom PKW zum ÖPNV/Fahrradverkehr (Verkehrsverlagerung) und kraftstoffsparendem Fahren (Verkehrsverbesserung) bis hin zu CO₂-Grenzwert-Gesetzgebungen (ordnungsrechtliche Vorgaben), E-Mobilität und Änderungen der Treibstoffherstellung sowie Versorgung durch strombasierte Kraftstoffe (Power-to-Fuel).

Übertragen auf die Gegebenheiten in Lünen lässt sich gemäß Trend-Szenario des BMU im Verkehrssektor eine zukünftige Steigerung der THG-Emissionen um 13 % bis 2025, 10 % bis 2030 und ca. 0 % bis 2050 errechnen (bezogen auf das Bezugsjahr 1990) (vgl. [Abbildung 17](#)).

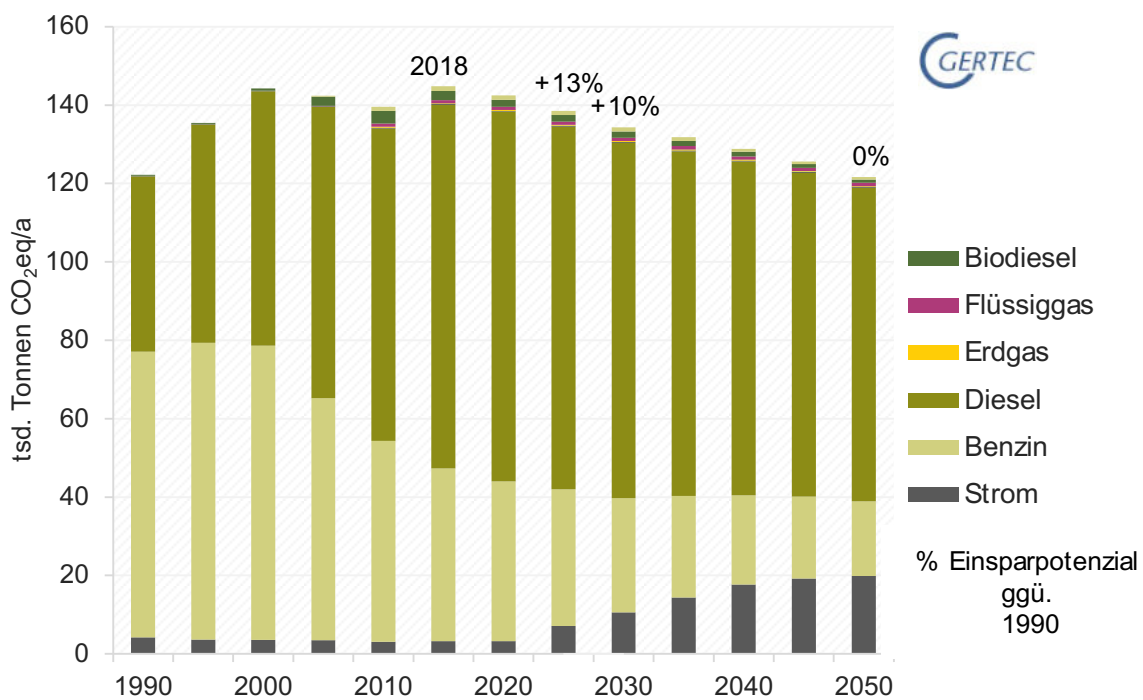


Abbildung 17 THG-Emissionen nach Trendszenario des BMU – übertragen auf die Stadt Lünen (Quelle: Gertec).

¹⁸ Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI; Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau, und Reaktorsicherheit. Berlin, Dezember 2015.

Demgegenüber ließe sich durch eine vollständige Umsetzung der vom BMU in die Potenzialermittlung einbezogenen Maßnahmen – übertragen auf die Gegebenheiten in Lünen – bis zum Jahr 2025 eine THG-Emissionssteigerung um 4 %, jedoch eine THG-Emissionsreduktion bis 2030 um 12 % und bis zum Jahr 2050 um insgesamt 90 % – bezogen auf das Jahr 1990 – errechnen, also eine Reduktion um ca. 132,4 Tsd. Tonnen CO₂eq/a (vgl. [Abbildung 18](#)).

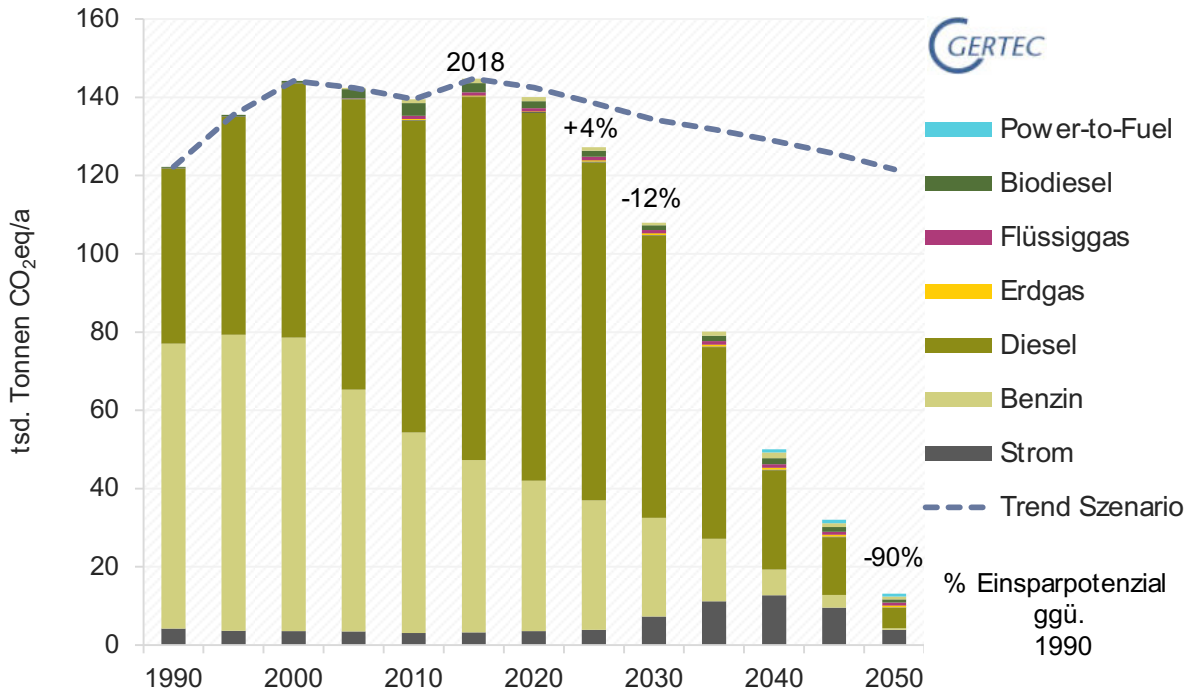


Abbildung 18 THG-Emissionen nach Klimaschutzszenario des BMU – übertragen auf die Stadt Lünen (Quelle: Gertec).

2.3 Treibhausgas-Minderungspotenziale durch den Einsatz erneuerbarer Energien und Änderungen der Energieverteilungsstruktur

Neben THG-Minderungen durch verbraucherseitige Einsparungen von stationären Energieverbräuchen (vgl. [Kapitel 2.1](#)) sowie im Verkehrssektor (vgl. [Kapitel 2.2](#)) lassen sich durch den Einsatz von erneuerbaren Energien sowie Änderungen in der Energieverteilungsstruktur die stadtweiten THG-Emissionen zusätzlich deutlich verringern. [Abbildung 19](#) zeigt zusammengefasst die in diesen Bereichen bestehenden Potenziale in Lünen.

Zur Ermittlung dieser Potenziale wurde für jede Energieform zunächst ein stadtweites, theoretisches Gesamtpotenzial ermittelt. Dieses wurde mittels berechneter Potenziale des LANUV sowie gutachterlicher Einschätzungen (z. B. Ausweisung von Biomassepotenzialen anhand der in Lünen vorhandenen Wald-/ Acker- und Grünflächen sowie der Menge von Bio- und Grünabfällen; Ausweisung von Solarthermiefpotenzialen lediglich im Bereich von Wohn- und Mischgebieten mit entsprechenden Abnehmern der produzierten Wärme) auf ein verbleibendes, technisch-wirtschaftliches Potenzial für die Zeiträume bis 2025, 2030 und 2050 reduziert.

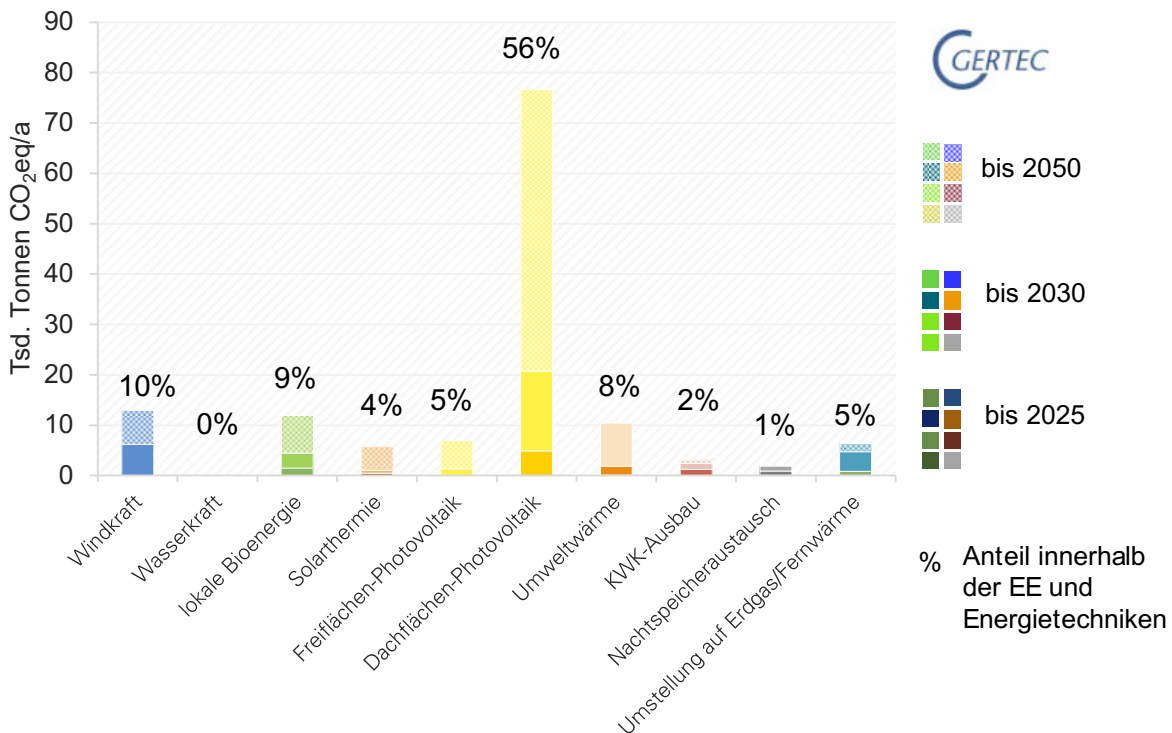


Abbildung 19 THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken – grafisch (Quelle: Gertec)

Es wird deutlich, dass hinsichtlich des Ausbaus der Erneuerbaren Energien die größten THG-Einsparpotenziale in Lünen in den Bereichen

- der Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Dachflächen (76,7 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 56 %),
- sowie der Stromerzeugung mittels Windkraftanlagen (12,9 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 10 %),
- einer zukünftig gesteigerten, energetischen Verwertung von lokaler Biomasse und Biogasen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie anhand von Abfällen (11,9 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 9 %),
- der Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Freiflächen (6,9 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 5 %),

liegen (vgl. zudem [Tabelle 7](#)). Darüber hinaus existieren weitere THG-Einsparpotenziale in

- der Wärmeerzeugung mittels Umweltwärme, inklusive oberflächennaher Geothermie (10,4 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 8 %)
- der solarthermischen Nutzung von Dachflächen in Wohn- und Mischgebieten (5,8 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 4 %).

Zudem lassen sich hinsichtlich Änderungen der Energieverteilungsstruktur durch

- eine Umstellung von nicht-leitungsgebundenen, fossilen Energieträgern (insb. Heizöl) auf Erdgas und sowie ein Ausbau der Fernwärme (6,4 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 5 %),
- einem Austausch von Nachtspeicherheizungen (1,8 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 1 %) weitere THG-Emissionen einsparen,

- sowie einem zukünftig gesteigerten Einsatz von dezentralen BHKW sowie von industrieller Abwärme (2,6 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 2 %).

	bis 2025		bis 2030		bis 2050	
	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	%	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	%	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	%
Windkraft	0,00	0%	6,2	14%	12,98	10%
Wasserkraft	0,00	0%	0,0	0%	0,00	0%
lokale Bioenergie	1,48	15%	4,5	10%	11,98	9%
Solarthermie	0,48	5%	1,0	2%	5,79	4%
Freiflächen-Photovoltaik	0,00	0%	1,4	3%	6,94	5%
Dachflächen-Photovoltaik	4,91	49%	20,8	47%	76,69	56%
Umweltwärme	0,12	1%	1,9	4%	10,40	8%
KWK-Ausbau	1,23	12%	1,7	4%	2,62	2%
Nachtspeicheraustausch	0,92	9%	1,8	4%	1,84	1%
Umstellung auf Erdgas/Fernwärme	0,88	9%	4,8	11%	6,41	5%
SUMME	10,0		44,0		135,6	

Tabelle 7 THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau Erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken bis 2050 – tabellarisch (Quelle: Gertec)

In Summe ergibt sich durch den Ersatz fossiler Brennstoffe, den Einsatz von erneuerbaren Energien sowie einer zukünftig veränderten Energieversorgungsstruktur bis zum Jahr 2025 ein THG-Einsparpotenzial von ca. 10,0 Tsd. t CO₂eq/a, bis zum Jahr 2030 ein gesamtes THG-Einsparpotenzial von rund 44,0 Tsd. t CO₂eq/a und bis zum Jahr 2050 sogar ein Potenzial von 136,2 Tsd. t CO₂eq/a. Eine detaillierte Beschreibung zur Ermittlung von THG-Einsparpotenzialen der einzelnen erneuerbaren Energien und Energietechniken erfolgt in den folgenden Abschnitten.

2.3.1 Windkraft

Derzeit existieren vier installierte Windkraftanlagen in Lünen mit einer Gesamtleistung von 5,9 MW, die im Jahr 2018 einen Stromertrag von ca. 13 GWh/a erbracht haben.

Auf Basis der Studie des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) zu Potenzialen der erneuerbaren Energien¹⁹ konnte ein gesamtes Windkraftpotenzial in Höhe von 42 GWh/a für Lünen ermittelt werden. Angesichts des derzeit bereits erzielten Windenergieertrags lässt sich ein noch unerschlossenes Ausbaupotenzial in Höhe von 29 GWh/a ermitteln, was dem Ertrag von ca. 4 neuen Windenergieanlagen der 3,5-MW-Klasse entspricht.

¹⁹ LANUV Energieatlas NRW – Windkraft, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass die Potenzialstudie des LANUV eine „Grobuntersuchung“ für das gesamte Land NRW darstellt (auf Basis von landesweit verfügbaren Datensätzen, die in ihrem Detaillierungsgrad nicht für eine endgültige kommunenscharfe Bewertung ausreichen) und lediglich einen ersten Ansatz hinsichtlich landesweiter Windkraftpotenziale geben kann. Für eine qualifizierte Bewertung der Windkraftpotenziale in der Stadt Lünen sind zwingend weitere Detailprüfungen (ggf. Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP), Artenschutzprüfungen etc.) von potenziellen Standorten erforderlich.

Aufgrund der politischen und entsprechend gesetzlichen Unsicherheiten hinsichtlich der Windkraft in NRW sowie des zurzeit hohen Widerstandes vieler Anwohner gegen einen Ausbau der Windkraft, kann das tatsächliche Ausbau- und Repowering-Potenzial für die kommenden Jahre derzeit nicht seriös beziffert werden. Unter der Annahme, dass bis zum Jahr 2025 zunächst keine weitere Anlage errichtet wird, bis 2030 jedoch eine neue Windkraftanlage (der 3,5 MW Klasse) sowie bis zum Jahr 2050 zwei weitere Windkraftanlagen (der 3,5-MW-Klasse) im Stadtgebiet installiert werden, ließe sich eine THG-Einsparung in Höhe von insgesamt ca. 12,9 Tsd. t CO₂eq/a erzielen.

2.3.2 Wasserkraft

In Lünen existieren keine Anlagen zur Nutzung von Wasserkraft. Entsprechend den Potenzialermittlungen des LANUV sind keine Ausbaupotenziale hinsichtlich der Nutzung von Wasserkraft vorhanden.

2.3.3 Bioenergie

Im Jahr 2018 wurde in Lünen mittels Biogasen und fester Biomasse ca. 36 GWh Wärme sowie ca. 177 GWh Strom erzeugt. Weitere Potenziale liegen im Hinblick auf

- Holz als Biomasse,
- Biomasse aus Abfall,
- sowie landwirtschaftlicher Biomasse (nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo))

vor.

Das LANUV stellt für die Kreisebene in NRW eine detaillierte Studie zu den Potenzialen zur Wärmeenergie aus Biomasse bereit, für die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biomasse/Biogasen gar für die kommunale Ebene. Beides wurde für die Potenzialermittlungen für Lünen herangezogen.²⁰

2.3.3.1 Holz als Biomasse

Als wichtiger Rohstoff für die Bau-, Möbel- und Papierindustrie steht hauptsächlich die stoffliche Nutzung von Holz im Vordergrund (Industrieholz). Erst danach steht Holz in Form von Altholz als Energieträger zur Verfügung. Unter dem Begriff Altholz werden Reste der verarbeitenden Industrie (Industriestholz) sowie gebrauchte Erzeugnisse aus Holz (Gebrauchtholz) verstanden. Für eine energetische Verwendung kommen vor allem Landschaftspflegeholz, Durchforstungs- und Waldrestholz (S+R-Holz) in Frage, da diese aufgrund ihrer Beschaffenheit für eine stoffliche Verwertung nicht oder nur eingeschränkt geeignet sind. Vor dem Hintergrund einer kommerziellen Nutzung von Festbrennstoffen zur Energieerzeugung konzentriert sich die Potenzialermittlung auf anfallende Holzreste, wie sie bei der

²⁰ LANUV Energieatlas NRW – Bioenergie, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

Durchforstung und bei der Stammholzernte in forstwirtschaftlichen Betrieben in Lünen anfallen. Auf Basis der vorhandenen Erträge und entsprechend der in der LANUV-Studie genannten, erschließbaren Potenziale, ist nach gutachterlicher Einschätzung ein THG-Minderungspotenzial in Höhe von 1,1 Tsd. t CO₂eq/a bis zum Jahr 2050 möglich.

2.3.3.2 Biomasse aus Abfall

Unter „Biomasse aus Abfall“ wird nicht nur die Vergasung von Grün- und Bioabfällen sowie Abfall aus der Landschaftspflege verstanden, sondern auch die energetische Verwertung von Restmüll, der sich nicht durch Recycling reduzieren lässt. Anhand der LANUV-Studie können für die Stadt Lünen THG-Minderungspotenziale in Höhe von insgesamt 5,2 Tsd. t CO₂eq/a bis zum Jahr 2050 errechnet werden.

2.3.3.3 Landwirtschaftliche Biomasse (Nachwachsende Rohstoffe)

Ein Großteil der in Deutschland seit 2004 in Betrieb gegangenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen nutzt verstärkt Energiepflanzen zur Biogasgewinnung. Die in der Stadt Lünen vorhandenen Acker- und Grünlandflächen (insgesamt ca. 2.100 ha) bilden an dieser Stelle die Grundlage der Potenzialermittlung. Die Flächenkonkurrenz zwischen Energiepflanzen und Nahrungsmittelanbau begrenzt eine uneingeschränkte energetische Verwendung der Landwirtschaftsflächen. Etwa 10 % der Acker- und Grünlandflächen in Deutschland werden für die Erzeugung von NaWaRo genutzt. Ackerflächen werden im Rahmen der Analyse zum Anbau von Mais und Grünflächen zur Erzeugung von Grassilage betrachtet. Beide Produkte gehen entsprechend ihres flächenabhängigen Ertragsverhältnisses in die Biogasberechnung mit ein. Das EEG 2014 hat die Vergütung für Biogasanlagen, die ab dem 01.08.2014 in Betrieb genommen wurden, gestrichen. Somit sind Boni und Erhöhungen für bestimmte Einsatzstoffe (Pflanzen, Gülle, Landschaftspflegematerial etc.) sowie Gasaufbereitungsboni entfallen. Aus diesem Grunde sind die nachfolgenden Annahmen konservativ gewählt, da von einem geringeren Potenzial durch das Wegfallen der Förderung ausgegangen wird.

Anhand der in der LANUV-Studie ausgewiesenen Potenziale hinsichtlich landwirtschaftlicher Biomasse können die Potenziale für Lünen abgeleitet werden. Demnach ist bis zum Jahr 2050 eine THG-Einsparung von 4,4 Tsd. t CO₂eq/a möglich.

2.3.4 Sonnenenergie

Im Rahmen der Ermittlung von technischen und wirtschaftlichen Potenzialen zur Nutzung der Sonnenenergie wird in der Analyse sowohl das Solarthermiepotenzial zur Wärmenutzung (auf Dachflächen) als auch das Photovoltaikpotenzial zur Stromerzeugung (auf Dach- und Freiflächen) betrachtet.

2.3.4.1 Solarthermie

Die Potenziale der solarthermischen Energiebereitstellung liegen vorwiegend in den Anwendungsgebieten der solaren Brauchwassererwärmung sowie der Heizungsunterstützung, in geringerem Maße zudem in der Bereitstellung von Prozesswärme. Im Gebäudebestand werden vorrangig Systeme zur Brauchwasserunterstützung installiert. Eine solare Heizungsunterstützung eignet sich stärker bei Wohnungsneubauten und bei Gebäuden, die auf einen hohen Standard saniert wurden. Solare Prozesswärme kann im gewerblichen Bereich ebenfalls Anwendung finden.

Im Jahr 2018 lag der solarthermische Ertrag in Lünen bei 2,3 GWh/a. Zwischen 2005 und 2018 ist dieser um jährlich 0,14 GWh gestiegen (was einem jährlichen Wachstum von 24 %) entspricht. Unter

der Annahme, dass der solarthermische Ertrag in Lünen in den kommenden Jahren bis 2030 um jährlich jeweils 0,35 GWh/a (dies entspricht ca. 140 Solarthermieanlagen auf Einfamilienhäusern) und zwischen 2030 bis 2050 um jährlich jeweils 0,90 GWh/a (dies entspricht ca. 400 Solarthermieanlagen auf Einfamilienhäusern) gesteigert wird, kann bis 2025 eine THG-Einsparung in Höhe von 0,48 Tsd. t CO₂eq/a, bis 2030 insgesamt 1,0 Tsd. t CO₂eq/a, und bis 2050 insgesamt 5,8 Tsd. t CO₂eq/a erreicht werden.

2.3.4.2 Photovoltaik

Im Jahr 2018 lag der stadtweite Stromertrag durch Photovoltaikanlagen bei 9 GWh/a aus 976 Anlagen. Entsprechend den Potenzialermittlungen des LANUV liegen in Lünen bedeutende PV-Potenziale vor – sowohl auf Dachflächen (insg. ca. 225 GWh/a) als auch auf Freiflächen (insg. ca. 116 GWh/a).²¹

2.3.4.2.1 PV-Dachanlagen

Der derzeitige PV-Stromertrag in Lünen wird ausschließlich mittels Dachflächenanlagen erzeugt und entspricht ca. 4 % des gesamtstädtischen Potenzials wie vom LANUV berechnet. Seit dem Jahr 2010 wurde durch den Ausbau der Photovoltaik auf Dachflächen ein Ertragszuwachs in Höhe von jährlich ca. 0,6 GWh/a realisiert.

Sofern dieser Zubau bis 2025 auf ca. 1,1 GWh/a, anschließend bis 2030 auf jährlich ca. 2,8 GWh/a und in den darauffolgenden Dekaden (bis zum Jahr 2050) auf jährlich 5,6 GWh/a gesteigert werden kann, ließen sich kurzfristig (bis 2025) ca. 4,9 Tsd. t CO₂eq/a, mittelfristig (bis 2030) ca. 20,8 Tsd. t CO₂eq/a sowie langfristig (bis 2050) ca. 76,7 Tsd. t CO₂eq/a THG einsparen. Das vom LANUV ermittelte Gesamtpotenzial für PV-Anlagen auf Dachflächen könnte somit bis zum Jahr 2030 zu 19 % und bis 2050 zu 70 % erschlossen werden. Dieser Ansatz basiert u. a. auf den zukünftig erwarteten Verbesserungen der Technik sowie der Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik zugunsten eines weiteren PV-Ausbaus.

2.3.4.2.2 PV-Freiflächenanlagen

Bislang wurden in Lünen keine PV-Freiflächenanlagen errichtet. In NRW gibt es aktuell zwar ca. 300 PV-Freiflächenanlagen, hiervon wurden allerdings weniger als zehn Anlagen in den vergangenen drei Jahren errichtet.²² Die Durchschnittsgröße der in den letzten 3 Jahren im ganzen Bund gebauten Freiflächenanlagen beträgt ca. 2.600 kWp, die eine Flächengröße von ca. 4,2 ha je Anlage benötigt.

Insgesamt stagniert der Zubau von Freiflächenanlagen in NRW in den letzten Jahren deutlich, da durch das neue Ausschreibungsverfahren (für den Ausbau von Freiflächenanlagen über 750 kWp installierter Leistung) nur ein begrenzter, jährlich geförderter Ausbau möglich ist. Der Fokus liegt hierbei auf den produktivsten und dementsprechend wirtschaftlichsten Standorten in Süd- und Ostdeutschland. Darüber hinaus muss Strom aus Anlagen zwischen 100 kWp und 750 kWp selbst vermarktet werden.

Ein bedeutender Zubau von Freiflächenanlagen wird in NRW daher vermutlich erst wieder stattfinden, wenn die Potenziale in Süddeutschland ausgeschöpft sind oder wenn die Technik sich dahingehend weiterentwickelt hat, dass Freiflächenanlagen in NRW auch ohne staatliche Zuschüsse wirtschaftlich realisierbar sind. Dennoch sollte die Annahme getroffen werden, dass PV-Freiflächenanlagen – insbe-

²¹ LANUV Energieatlas NRW – Solarthermie, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

²² Energieatlas NRW, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de/site/bestandskarte>

sondere aufgrund verbesserter Technologien sowie Gestaltungsmöglichkeiten – zukünftig auch in NRW wieder wirtschaftlich errichtet werden können.

Unter der Annahme, dass in Lünen bis 2030 eine und zwischen 2030 und 2050 weitere 5 PV-Freiflächenanlagen (mit einer durchschnittlichen Größe von 2.600 kWp) errichtet werden, lässt sich ca. 12 % des vom LANUV ermittelten, technischen Potenzials erschließen, so dass sich bis 2030 die THG-Emissionen um 1,4 Tsd. t CO₂eq/a und bis 2050 um weitere 6,9 Tsd. t CO₂eq/a reduzieren lassen.

2.3.5 Umweltwärme

Das technische Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme ist vor allem in Kombination mit strombetriebenen Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung sowie zu Heizzwecken im Neubau (Niedertemperaturheizsystem in Verbindung mit hohem energetischem Gebäudestandard entsprechend des EnEV-Standard 2014) und im Zuge von Kernsanierungen bei Bestandsgebäuden zu sehen.

Da für den Betrieb von Wärmepumpen der Einsatz von Strom eine Voraussetzung ist (und der heutige konventionelle Strommix einen vergleichsweise hohen Emissionsfaktor besitzt), lassen sich durch Wärmepumpen in der Praxis derzeit nur geringfügige THG-Einsparungen erzielen. Aufgrund des stetig voranschreitenden Ausbaus der erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung – und somit einer stetigen Verbesserung des Emissionsfaktors im Bundes-Strommix – kann auch die Umweltwärme in absehbarer Zukunft mit einem immer besser werdenden Emissionsfaktor berechnet werden.

Hinsichtlich der Nutzung von oberflächennaher Geothermie weist die Potenzialermittlung des LANUV²³ für Lünen insgesamt ein theoretisches Gesamtpotenzial in Höhe von ca. 742 GWh/a aus. Dieses – rein theoretisches Potenzial – sollte jedoch auf kernsanierte und neu errichtete Gebäude beschränkt werden.

Demgegenüber sind Luftwärmepumpen nicht von geologischen Faktoren abhängig, in der Regel aber ineffizienter als Erdwärmepumpen. Da sie jedoch sehr flexibel einsetzbar sind, nehmen Luftwärmepumpen eine immer stärker werdende Rolle bei der Wärmeversorgung ein.

Gemäß dem an Lünen angepassten Klimaschutzszenario des BMU könnte die Umweltwärme (aus Luft- und Erdwärmepumpen) im Jahr 2030 einen Ertrag in Höhe von ca. 34,2 GWh/a sowie im Jahr 2050 in Höhe von 51,0 GWh/a erzielen. Hierdurch wären THG-Einsparungen in Höhe von 10,4 Tsd. t CO₂eq/a bis 2050 möglich.

2.3.6 Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung und industrieller Abwärme

Im Bereich der KWK-Technik ist ein zunehmendes Potenzial zu erkennen. Dabei sind auch Mikro-KWK-Anlagen (mit einer Leistung <10 kW_{el}) zu nennen, die auch als „stromerzeugende Heizung“ bezeichnet werden können, da der eingesetzte Motor neben Abwärme für den Heizungseinsatz auch Strom erzeugt. Auf Bundesebene prognostiziert das Shell BDH²⁴ einen Anstieg der Gesamtzahl von Mikro-KWK Anlagen auf rund 40.000 Anlagen im Jahr 2030. Bei einer Übertragung dieser Steigerungsrate des Bundestrends auf die Dimensionen der Stadt Lünen (und einer Fortschreibung dieser

²³ LANUV Energieatlas NRW – Geothermie, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

²⁴ Shell BDH Hauswärme-Studie Klimaschutz im Wohnungssektor – wie heizen wir morgen? Fakten, Trends und Perspektiven für Heiztechniken bis 2030. http://www.hwwi.org/fileadmin/hwwi/Publikationen/Studien/Shell_BDH_Hauswaerme_Studie_II.pdf

bis zum Jahr 2050) sowie einer weiteren Annahme, dass vereinzelt zudem Kleinst- und Klein-BHKW (mit einer Leistung von 15 - 50 kW_{el}) installiert werden, könnte bis zum Jahr 2050 betrachtet ca. 9,2 GWh/a Strom und 18,6 GWh/a Wärme aus diesen BHKW erzeugt werden. 2,6 Tsd. t CO₂eq/a könnten somit eingespart werden.

2.3.7 Austausch von Nachtspeicherheizungen

Auf Grund des hohen Primärenergieverbrauchs ist der Betrieb einer Nachtspeicherheizung – im Vergleich zu alternativen Heizsystemen (wie einem Gas-Brennwertkessel) – mit deutlich höheren THG-Emissionen verbunden. Ein Gebäude mit einer Nachtspeicherheizung verursacht etwa zwei- bis dreimal so viele THG wie ein mit Erdgas beheiztes Gebäude.

Auf Basis des derzeitigen Trends wird die Annahme getroffen, dass zukünftig eine weitere Substitution des Heizstromverbrauchs (im Bilanzierungsjahr 2018 etwa 4,4 GWh/a) durch emissionsärmere Energieträger (wie Erdgas oder erneuerbare Energien) stattfindet. Sofern bis zum Jahr 2030 eine vollständige Verdrängung von Nachtspeicherheizungen stattfindet, könnten die THG-Emissionen um ca. 1,8 Tsd. t CO₂eq/a reduziert werden.

2.3.8 Reduzierung des Verbrauchs an nicht-leitungsgebundenen Energieträgern und Ausbau der Fernwärme

Analog zum Austausch von Nachtspeicherheizungen hin zu Heizungsanlagen auf Basis von Erdgas oder erneuerbaren Energien, muss auch hinsichtlich der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger (NLE) Heizöl, Flüssiggas und Kohle über einen Ersatz durch emissionsärmere Energieträger nachgedacht werden.

Gemäß des für Lünen angepassten Trend- und Klimaschutzszenarios des BMU wird erwartet, dass bis 2040 der größte Anteil emissionsintensiver, fossiler NLE ersetzt wird. Bei dieser Reduktion wird Erdgas als „Zwischenschritt“ (zwischen nicht-leitungsgebundenen, fossilen Energieträgern und erneuerbaren Energien) eine wichtige Rolle spielen.

Durch die Substitution insbesondere von Öl- und Kohleheizungen sowie den Ausbau der Fernwärme, lassen sich die THG-Emissionen bis 2030 um ca. 3,9 Tsd. t CO₂eq/a, bis 2050 um weitere ca. 1,7 Tsd. t CO₂eq/a, reduzieren.

2.4 Szenarien

In diesem Kapitel werden verschiedene Szenarien ausgearbeitet, um mögliche Entwicklungen zukünftiger Endenergieverbräuche und THG-Emissionen in Lünen darzustellen. Die betrachteten Zeithorizonte reichen bis zu den Jahren 2030 und 2050.

Als Basis der Szenarien wird eine ausführliche Studie des Öko-Institut e.V. und Fraunhofer ISI im Auftrag des BMU²⁵ zu Grunde gelegt. Die in der Studie genannten Annahmen und Ausarbeitungen wurden anhand der lokalen Gegebenheiten (Energieversorgungsstruktur, Potenziale, Trends etc.), auf Lünen übertragen, sodass szenarienhaft der zukünftige Energiebedarf, die Energieversorgungsstruktur sowie eine Klimabilanz bis 2050 kalkuliert werden konnte. Ein Vergleich des zu erwartenden

²⁵ Öko-Institut e.V und Fraunhofer Institut ISI; Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. 2015.

Trends mit einem Klimaschutzszenario kann das Verständnis dafür erhöhen, welche Klimaschutz-Schwerpunkte bedeutende Auswirkungen mit sich bringen können. Im Folgenden werden daher zwei Szenarien unterschieden:

- Szenario 1: Trend – Aktuelles-Maßnahmen-Szenario
- Szenario 2: Klimaschutzszenario 95 (Ziel: 95 % THG-Reduzierung gegenüber 1990)

2.4.1 Trend – Aktuelles-Maßnahmen-Szenario

Beim Trendszenario handelt es sich um die Fortschreibung derzeit prognostizierter Entwicklungen bzw. Trends hinsichtlich des Energieverbrauchs sowie der THG-Emissionen bis zum Jahr 2050. Es beschreibt somit die Auswirkung der schon umgesetzten bzw. geplanten Klimaschutzmaßnahmen (z. B. durch Fördermittel und Gesetze) und eintretenden Effekte.

Das Trendszenario wurde für Lünen anhand der spezifischen Energiebilanz, der lokalen Entwicklung von Einwohnerzahlen sowie sektorspezifischen Entwicklungen (z. B. im Bereich der Wirtschaft oder des Verkehrs im Stadtgebiet) abgeleitet.

2.4.1.1 Trendszenario: Endenergieverbrauch

Tabelle 8 und Abbildung 20 zeigen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Trendszenario.

Zwar kann für Lünen insgesamt ein Einwohnerrückgang prognostiziert werden²⁶, der Trend einer steigenden, einwohnerspezifischen Wohnfläche (die beheizt werden muss) steht dem jedoch gegenüber. Ähnliche Rebound-Effekte lassen sich auch hinsichtlich der prognostizierten Strom- oder Treibstoffverbräuche beobachten. Immer effizienter werdenden Endgeräten (z. B. im IT-Bereich) oder Fahrzeugen (sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr) stehen ansteigende Zahlen entsprechender Endgeräte bzw. Fahrleistungen von Fahrzeugen gegenüber.

Es wird deutlich, dass die Endenergieverbräuche in Lünen ohne weitere lokale Klimaschutzaktivitäten nur begrenzt bis zum Jahr 2050 reduziert werden können. Somit könnte bis 2050 das übergreifende Klimaziel der Bundesregierung nicht annähernd erfüllt werden.

²⁶ <https://www.it.nrw/kommunalprofile-82197>

Energieträger (GWh/a)	1990	2000	2010	2018	2020	2030	2040	2050
Strom	405,2	396,3	399,7	335,5	335,0	385,6	466,8	501,3
Heizöl	410,6	360,9	238,1	125,3	118,0	67,4	30,6	14,6
Benzin	220,7	231,6	162,8	136,8	126,9	91,3	72,0	61,0
Diesel	143,5	202,9	246,0	284,7	289,4	278,2	261,3	245,2
Kerosin	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
Erdgas	681,0	825,2	879,2	801,8	806,2	655,1	494,1	394,8
Fernwärme	63,5	36,3	69,3	83,9	82,8	71,6	54,1	45,8
Biomasse	4,0	9,2	18,0	15,1	15,5	13,4	11,5	9,3
Umweltwärme	0,0	0,7	2,8	4,2	4,9	11,5	20,7	27,4
Solarthermie	0,0	0,3	1,3	2,3	2,7	4,6	5,3	5,3
Biogase	0,0	0,0	27,2	21,1	21,0	21,1	0,2	0,2
Abfall	0,7	0,7	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Flüssiggas	15,9	15,7	12,9	11,9	11,6	8,8	6,4	5,1
Biodiesel	1,4	3,3	18,1	16,4	16,6	17,0	15,2	13,5
Braunkohle	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
Steinkohle	125,4	46,9	21,3	7,1	7,2	6,0	5,2	4,6
Biobenzin	0,0	0,0	6,2	6,1	6,2	5,9	4,4	3,6
Heizstrom	15,4	10,1	8,1	4,4	3,6	1,2	0,6	0,0
Summe	2.088	2.141	2.113	1.858	1.849	1.640	1.449	1.332

Tabelle 8 Trendszenario: Endenergieverbrauch nach Energieträgern bis 2050 – tabellarisch
(Quelle: Gertec)

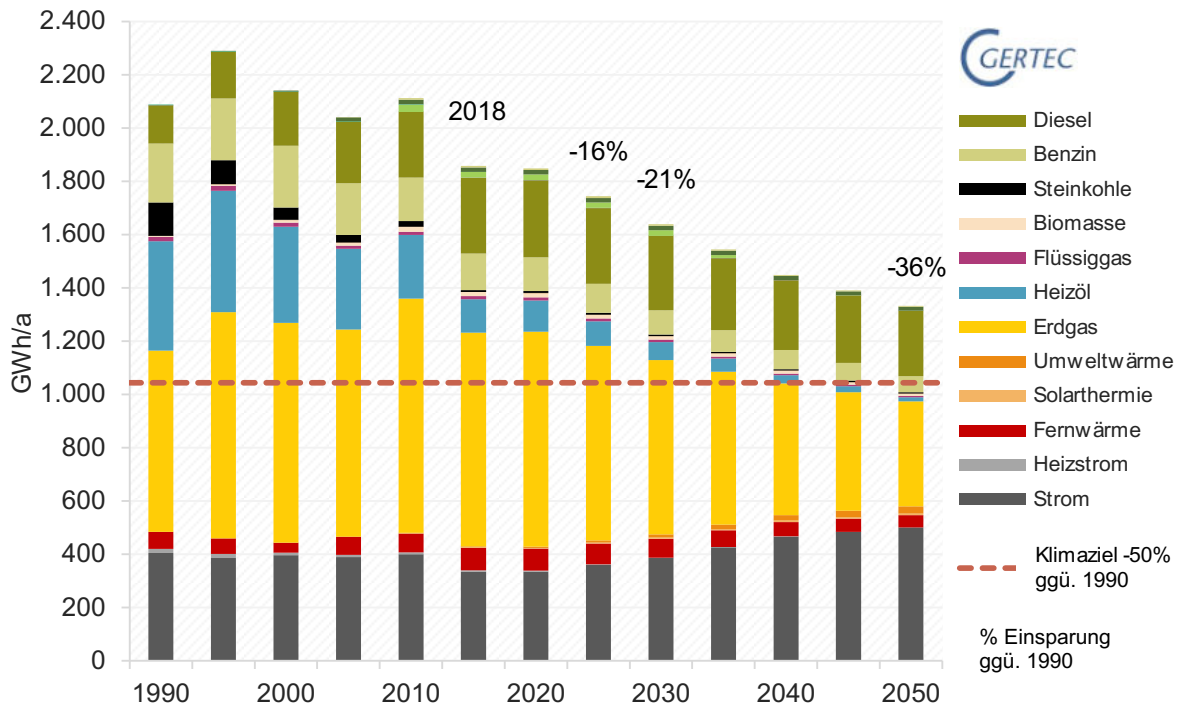


Abbildung 20 Trendszenario: Endenergieverbrauch nach Energieträgern bis 2050 (grafisch) (Quelle: Gertec)

2.4.1.2 Trendszenario: THG-Emissionen

Die aus den Endenergieverbräuchen ermittelten THG-Emissionen lassen sich im Trend-Szenario bis 2025 um 38 %, bis 2030 um 42 % sowie bis 2050 um 58 % gegenüber 1990 reduzieren (vgl. Tabelle 9 und Abbildung 21). Trotz deutlicher Reduzierungen des fossilen Energieträgers Erdgas nimmt dieser im Trendszenario weiterhin eine bedeutende Rolle im Jahr 2050 ein. Das Klimaziel der Bundesregierung – die THG-Emissionen bis 2050 um 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren – wird deutlich verfehlt.

Energieträger (Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a)	1990	2000	2010	2018	2020	2030	2040	2050
Strom	353	281	245	183	181	191	206	171
Heizöl	131	115	76	40	38	21	10	5
Benzin	73	75	51	44	41	29	23	19
Diesel	45	65	80	93	94	91	85	80
Kerosin	0	0	0	0	0	0	0	0
Erdgas	175	212	220	198	199	159	118	93
Fernwärme	18	8	9	9	8	3	-2	-4
Biomasse	0	0	0	0	0	0	0	0
Umweltwärme	0	0	1	1	1	1	2	1
Solarthermie	0	0	0	0	0	0	0	0
Biogase	0	0	3	2	2	2	0	0

Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	4	4	3	3	3	2	2	1
Biodiesel	0	1	3	2	2	2	1	1
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohle	58	22	9	3	3	3	2	2
Biobenzin	0	0	1	1	1	1	1	1
Heizstrom	13	7	5	2	2	0	0	0
Summe	873	791	708	583	575	506	448	370

Tabelle 9 Trendszenario: THG-Emissionen nach Energieträgern bis 2050 – tabellarisch (Quelle: Gertec)

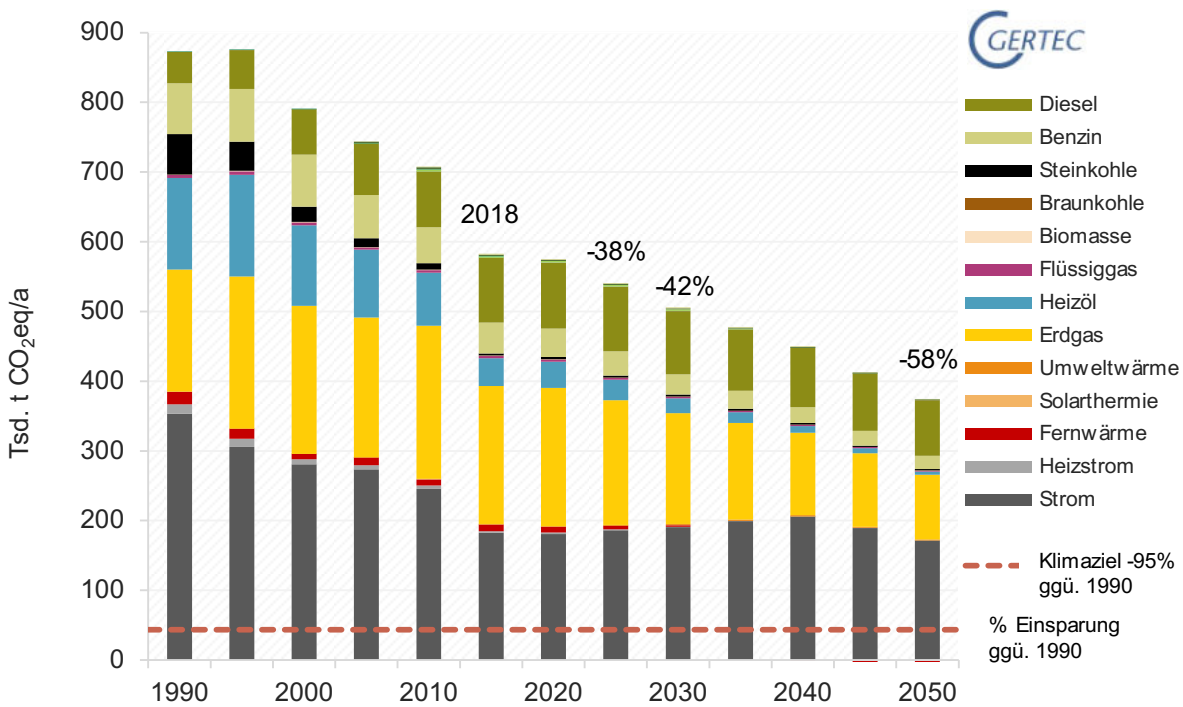


Abbildung 21 Trendszenario: THG-Emissionen nach Energieträgern bis 2050 – grafisch (Quelle: Gertec)

2.4.2 Klimaschutzszenario 95: Ausschöpfung aller technisch-wirtschaftlichen Potenziale

Für dieses Szenario werden die berechneten Einsparpotenziale des Klimaschutzszenarios 95 (Ziel: Reduzierung der THG-Emissionen um 95 % gegenüber 1990) dargestellt, unter der Voraussetzung, dass alle erschließbaren Einsparpotenziale vollständig ausgeschöpft und realisiert werden können. Dies betrifft sowohl die Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparungen, den Ausbau der erneuerbaren Energien als auch Sektorkopplungen.

Anhand der Eingangsparameter

- Bevölkerungsentwicklung und sektorspezifische lokale Trends in Lünen,
- Energie- und THG-Minderungen durch verbraucherseitige Energieeinsparungen stationärer Energieverbräuche (Heizung, Warmwasser, Prozesswärme, Kühlung, Beleuchtung, mechanische Anwendungen, Information und Kommunikation),
- Energie-, THG-Minderungen und Energieträgerverschiebungen im Verkehrssektor,
- ermittelte Potenziale durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien (Windkraft, Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie, Umweltwärme),
- Änderungen der Energieverteilstruktur (Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung, Austausch Nachtspeicherheizungen, Umstellungen von fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern auf erneuerbare Energien)
- sowie Verbesserungen der Emissionsfaktoren einiger Energieträger bis 2050 (z. B. des Emissionsfaktors für Strom aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Energien)

wurden die Endenergieverbräuche und THG-Emissionen bis zum Jahre 2050 berechnet.

2.4.2.1 Klimaschutzscenario: Endenergieverbrauch

Tabelle 10 und Abbildung 22 zeigen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Klimaschutzscenario.

Im Bereich der stationären Sektoren lassen sich bei Umsetzung aller technisch-wirtschaftlichen Potenziale die Endenergieverbräuche von nicht-leitungsgebundenen Energieträgern (in Lünen ist dies größtenteils der Energieträger Heizöl mit einem hohen Emissionsfaktor) bis zum Jahr 2035 nahezu komplett reduzieren. Aufgrund von Priorisierungen der erneuerbaren Energien (z. B. Umweltwärme, Nahwärme und Biomasse) sowie Effizienzsteigerungen lässt sich auch der Verbrauch von Erdgas deutlich reduzieren.

Aufgrund von Sektorkopplungen und ansteigenden Stromverbräuchen (sowohl im Verkehrssektor als auch z. B. für den Einsatz von Wärmepumpen) wird im Klimaschutzscenario davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch bis zum Jahr 2050 kontinuierlich zunehmen wird.

Im Bereich der Treibstoffe kann festgehalten werden, dass bei konsequenter Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen insbesondere die Energieverbräuche im motorisierten Individualverkehr (MIV) deutlich reduziert werden können. Ab dem Jahr 2040 kann Power-to-Fuel zudem eine zunehmende Bedeutung im Verkehrssektor bekommen. Insgesamt spielt im Klimaschutzscenario die Umwandlung von ökologisch erzeugtem Strom in Treibstoffe eine wichtige Rolle, um die THG-Emissionen im Verkehrssektor langfristig zu verringern.

In der Energiebilanz des Klimaschutzscenario ist bis zum Jahr 2050 eine Senkung der Endenergieverbräuche um 57 % gegenüber dem Jahr 1990 möglich. Anhand dieses Szenarios lässt sich zeigen, dass das Klimaziel der Bundesregierung (eine Reduktion der Endenergieverbräuche um 50 % gegenüber 1990 zu erreichen), durch eine volle Ausschöpfung der Potenziale in Lünen erreicht werden kann.

Energieträger (GWh/a)	1990	2000	2010	2018	2020	2030	2040	2050
Strom	405	396	400	335	356	455	539	581
Heizöl	411	361	238	125	116	38	6	3

Benzin	221	232	163	137	120	79	21	1
Diesel	143	203	246	285	288	221	78	16
Kerosin	1	1	1	1	1	1	1	0
Erdgas	681	825	879	802	743	414	191	78
Fernwärme	63	36	69	84	101	96	76	62
Biomasse	4	9	18	15	16	14	10	7
Umweltwärme	0	1	3	4	5	34	45	51
Solarthermie	0	0	1	2	3	5	12	19
Biogase	0	0	27	21	21	21	0	0
Abfall	1	1	1	1	0	0	0	0
Flüssiggas	16	16	13	12	12	8	5	4
Biodiesel	1	3	18	16	17	13	21	14
Braunkohle	1	1	1	0	0	0	0	0
Steinkohle	125	47	21	7	10	10	8	7
Biobenzin	0	0	6	6	6	4	8	4
Heizstrom	15	10	8	4	4	1	1	0
Power-to-Fuel	0	0	0	0	0	0	43	42
Summe	2.088	2.141	2.113	1.858	1.818	1.414	1.064	889

Tabelle 10 Klimaschutzscenario 95: Endenergieverbrauch nach Energieträgern – tabellarisch (Quelle: Gertec).

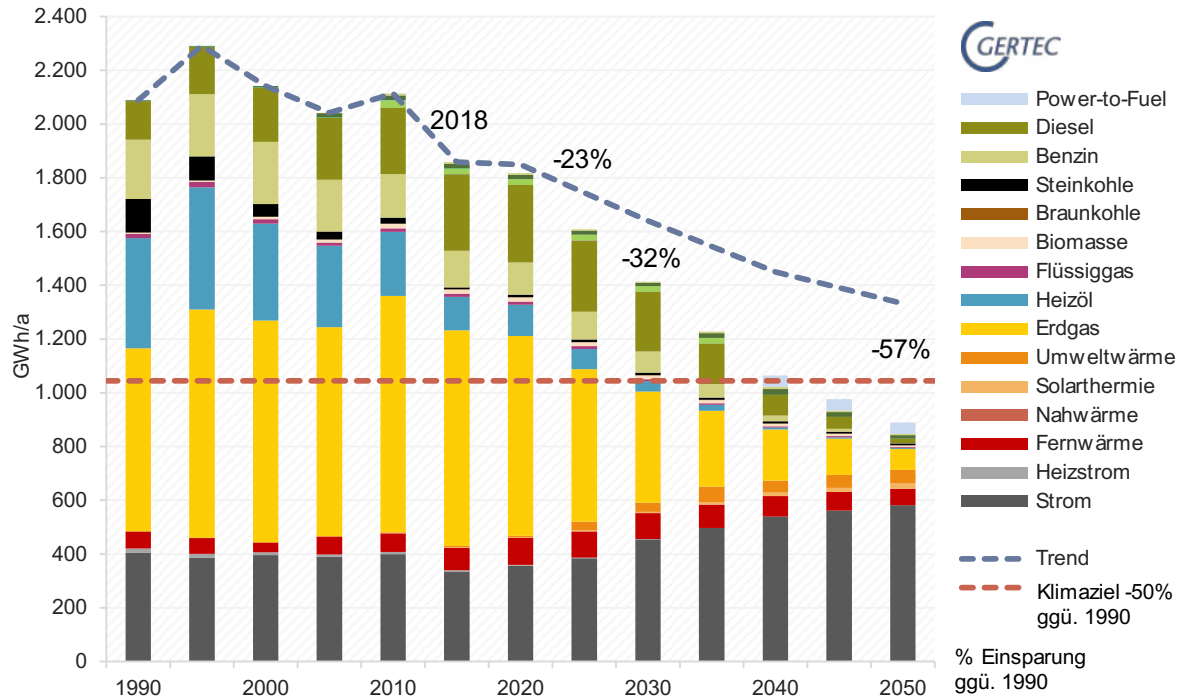


Abbildung 22 Klimaschutzscenario 95: Endenergieverbrauch nach Energieträgern – grafisch (Quelle: Gertec)

2.4.2.2 Klimaschutzscenario: THG-Emissionen

Analog können die THG-Emissionen im Klimaschutzscenario um 51 % bis zum Jahr 2025, um 62 % bis zum Jahr 2030 sowie um 94 % bis 2050 gegenüber dem Status Quo im Jahr 1990 reduziert werden, wie in [Tabelle 11](#) und [Abbildung 23](#) dargestellt. In diesem Scenario wird die Strom- und Wärmeversorgung im Jahr 2050 fast ausschließlich von erneuerbaren Energiequellen (mit sehr geringen Emissionsfaktoren) übernommen. Das übergreifende Klimaziel der Bundesregierung wird daher annähernd erreicht.

Energieträger (Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a)	1990	2000	2010	2018	2020	2030	2040	2050
Strom	353	281	245	183	147	101	74	17
Heizöl	131	115	76	40	37	12	2	1
Benzin	73	75	51	44	38	25	7	0
Diesel	45	65	80	93	94	72	25	5
Kerosin	0	0	0	0	0	0	0	0
Erdgas	175	212	220	198	183	101	46	18
Fernwärme	18	8	9	9	10	6	3	0
Biomasse	0	0	0	0	0	0	0	0
Umweltwärme	0	0	1	1	1	2	1	0
Solarthermie	0	0	0	0	0	0	0	0
Biogase	0	0	3	2	2	2	0	0
Abfall	0	0	0	0	0	0	0	0
Flüssiggas	4	4	3	3	3	2	1	1
Biodiesel	0	1	3	2	2	1	2	1
Braunkohle	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohle	58	22	9	3	4	4	3	3
Biobenzin	0	0	1	1	1	1	1	1
Heizstrom	13	7	5	2	2	0	0	0
Power-to-Liquid	0	0	0	0	0	0	1	1
Summe	873	791	708	583	525	331	167	49

Tabelle 11 Klimaschutzszenario 95: THG-Emissionen nach Energieträgern –tabellarisch (Quelle: Gertec)

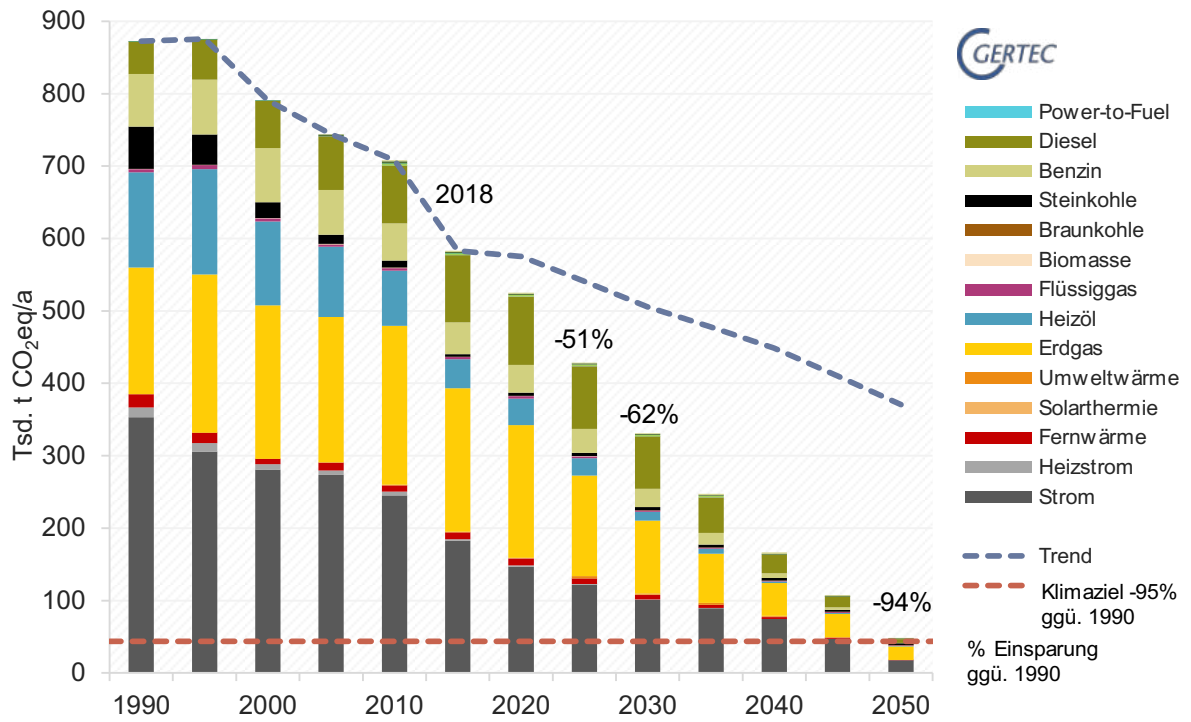


Abbildung 23 Klimaschutzszenario 95: THG-Emissionen nach Energieträgern (grafisch); (Quelle: Gertec)