

Stadt Detmold

KLIMASCHUTZ- & ENERGIE-KONZEPT 2035

DETMOLD
Kulturstadt
im Teutoburger Wald

ansvar ²⁰³⁰



Impressum

Klimaschutz- und Energie-Konzept 2035 der Stadt Detmold

5. Februar 2025

Herausgeberin

Stadt Detmold
Marktplatz 5
32765 Detmold
www.detmold.de

Kontakt

Team Nachhaltigkeit
nachhaltigkeit@detmold.de
+49 (0)5231-977-224

Mitwirkende

Stadt Detmold: Anika Hüting, Thorsten Hollmann, Dr. Miriam Mikus
ansvar2030: Robert Wunsch, Katharina Strohmeier, Louis Brunner, Niklas Krämer, Linda Rasche, Felix Rodenjohnn, Michael Haselbeck
ansvarGEO: David Gisa, Christina Meier, Julian Meier, David Heide

Konzepterstellung

ansvar2030 Holding GmbH
Plauener Straße 21
44139 Dortmund
www.ansvar.com

Titelbild: Stadt Detmold

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5	3 Handlungsfeld Energieproduktion	19
1 Einleitung	6	3.1 Status Quo und Leitgedanken	19
1.1 Klimaneutralitätskonzept	6	3.1.1 Erneuerbare Stromproduktion	19
1.2 Klimaneutralität 2035	6	3.1.2 Szenarien zur Stromproduktion	22
1.3 Wie das Konzept zu lesen ist	7	3.1.3 Tempo und Kosten	23
2 Strategie	8	3.1.4 Flächen	23
2.1 Leitgedanken	8	3.1.5 Wirtschaftlichkeit	23
2.1.1 Vom Ziel her denken	8	3.1.6 Wertschöpfung sichern	24
2.1.2 Fokus auf große Hebel	8	3.1.7 Perspektiven	24
2.1.3 Kooperation als Schlüssel	8	3.2 Maßnahmenvorschläge	25
2.2 Treibhausgas- und Endenergiebilanz	9	E1. Entwicklung von Freiflächen-PV-Anlagen	25
2.2.1 Bilanzierungsmethode und Datengrundlage	9	E2. Entwicklung von Windenergieanlagen	25
2.2.2 BSKO-Basisbilanz 2022	10	E3. Beschleunigte Installation von Gebäude-PV-Anlagen	25
2.2.3 Anlagen zur Stromproduktion	11	E4. Sicherung der regionalen Wertschöpfung	25
2.2.4 Strombezug & -Einspeisung	11	4 Handlungsfeld Energienutzung	26
2.2.5 Nebenbilanz nach Quellen	12	4.1 Status Quo & Leitgedanken	26
2.2.6 Einordnung der THG-Bilanz	13	4.1.1 Endenergieverbrauch im Bereich Wärme	27
2.3 Rechtliche Einordnung von Klimaschutz	14	4.1.2 Entwicklungen im Bereich Wärme	28
2.3.1 Restbudget für Detmold	14	4.1.3 Energieeffizienzmaßnahmen	30
2.4 Bilanzielle Klimaneutralität	15	4.1.4 PV zur Reduzierung des Netzbezugs	30
2.5 Elektrifizierung und Dekarbonisierung	16	4.1.5 Sanierungsbeschleunigung	31
2.5.1 Zukünftiges Energiesystem	16	4.1.6 Perspektiven	31
2.5.2 Bilanzielle Eigenversorgung	17	4.2 Maßnahmenvorschläge	32
2.5.3 Mehrfachnutzen der Stromproduktion	18	N1. Fernwärmeausbau	32
2.6 Wirtschaftlichkeit	18	N2. Modellhafte energetische Quartiersentwicklung	32
		N3. Stärkung des regionalen Handwerks	32
		N4. Initiative Wirtschaftspartnerschaft 2035	32
		5 Handlungsfeld Mobilität	33
		5.1 Status Quo und Leitgedanken	33

5.1.1	Modal Split in Detmold	34	V4. Stärkung der Verwaltung	42
5.1.2	Motorisierter Individualverkehr	34	Übersicht der Aufwandschätzungen	42
5.1.3	Rad- und Fußverkehr	35		
5.1.4	ÖPNV	35	8 Handlungsfeld Klimakommunikation	43
5.1.5	Straßengüterverkehr	35	8.1 Status Quo und Leitgedanken	43
5.2	Maßnahmenvorschläge	36	8.2	Maßnahmenvorschläge
M1.	Steigerung des Fußverkehrs	36	K1.	Kommunikationskonzept
M2.	Steigerung des Radverkehrs	36	K2.	Bildungsarbeit
M3.	Klimaneutraler ÖPNV 2030 + Ausbau 2035	36		
M4.	Förderung von E-Mobilität und Carsharing	36	9 Umsetzung, Controlling & Verstetigung	44
6	Handlungsfeld Landwirtschaft, Wald und Boden	37	9.1	Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie
6.1	Status Quo und Leitgedanken	37	9.2	Finanzierung
6.1.1	Landwirtschaft	37	9.3	Perspektiven nach 2035
6.1.2	Landwirte als Energiewirte	38		
6.1.3	Wald und Forst	38	10 Zusammenfassung	46
6.1.4	Organische Böden	39	11 Anhang	47
6.2	Maßnahmenvorschläge	40	11.1	Abbildungsverzeichnis
L1.	Plattform Regenerative Landwirtschaft	40	11.2	Abkürzungsverzeichnis
L2.	Steigerung natürlicher Senken	40	11.3	Berechnungsparameter
7	Handlungsfeld Verwaltung	41	11.4	BISKO — Bilanzierungs-Standard Kommunal
7.1	Status Quo und Leitgedanken	41	11.5	Endnoten
7.2	Maßnahmenvorschläge	42		
V1.	Klimaneutrale Verwaltung 2030	42		
V2.	Erweiterung des Nachhaltigkeits-Checks	42		
V3.	Energieberatung / Unterstützungsangebote	42		

Vorwort

Meine sehr geehrten Damen und Herren,
liebe Detmolderinnen und Detmolder,

vor Ihnen liegt das Klimaschutzkonzept der Stadt Detmold. Es handelt sich dabei um die Richtschnur der Stadt zur Erreichung der Klimaneutralität. Dieser Satz ist einfach geschrieben, doch der Weg, um dieses Ziel zu erreichen, beginnt erst jetzt.

Das ist allen Akteurinnen und Akteuren bewusst, die sich in den vergangenen Monaten, besser noch Jahren mit der Vorbereitung, Grundlagenermittlung und schließlich Zusammenfassung des Klimaschutzkonzeptes befasst haben. Ihnen allen gilt mein Dank für diese umfangreiche und qualitativ hochwertige Leistung.

Der vor uns liegende Weg, den dieses Klimaschutzkonzept quasi wie ein Kursbuch beschreibt, ist noch lang. Aber wir schlagen ihn mit einer optimistischen Grundhaltung ein. Denn Detmold ist die einzige Stadt in Ostwestfalen-Lippe, die das Klimaziel von Paris bis zum Jahr 2035 erreichen kann. Das ist unsere Chance und Verpflichtung zugleich. Der Weg zu einer Klimaneutralität und damit unser Beitrag zur Begrenzung des Temperaturanstiegs auf deutlich unter 2 Grad ist unsere Verpflichtung gegenüber den zukünftigen Generationen und gleichzeitig eine Chance für die Gegenwart. Wir richten mit diesem Konzept unseren Fokus auf die großen Hebel, die Wirkung in der Stadtgesellschaft erzeugen können. Unsere Vision ist, dass alle Akteurinnen und Akteure in Detmold von diesem Klimaschutzkonzept schon in der Gegenwart profitieren und nicht das Gefühl haben, für den Klimaschutz etwas opfern zu müssen.

Deshalb ist regionale Wertschöpfung ein entscheidender Baustein in der Architektur des Klimaschutzkonzeptes für Detmold. Gemeint ist damit, Energie aus erneuerbaren Ressourcen vor Ort zu erzeugen und damit sowohl die Versorgungssicherheit für die Unternehmen und Haushalte in Detmold zu stärken und gleichzeitig das lokale Wirtschaftswachstum zu stärken. Unser Ziel ist es, Unabhängigkeit und eine höhere Verlässlichkeit in der Versorgung zu schaffen und damit wirtschaftliche Vorteile für die Region zu sichern. Gerade die jüngste Vergangenheit hat uns doch vor Augen geführt, dass es

nicht immer klug ist, sich auf andere zu verlassen, sondern die Dinge selbst in die Hand zu nehmen. Doch das kann nur gelingen, wenn alle Akteurinnen und Akteure der Stadtgesellschaft eng zusammenarbeiten. Unter anderem deshalb hat sich der Verein „Detmold 2035“ gegründet. An verschiedenen Zukunftstischen und einem „Klimagipfel für Detmold“ ist dieser Weg vorbereitet worden.

Ich appelliere an Sie alle, sich dem Klimaschutz nicht zu verschließen, sondern die darin liegenden Chancen zu erkennen. Dass Klimaschutz eine Notwendigkeit ist, haben wir in Detmold selbst bereits mehr als einmal leidvoll erfahren müssen. Gleichzeitig steht fest: Klimaschutz kann nur dann überzeugend, sozial verträglich und ökonomisch sinnvoll gelingen, wenn das Thema dort praktisch angefasst wird, wo die Menschen wohnen, leben, arbeiten: in der Kommune.

Parallel zur Vorlage des Klimaschutzkonzeptes kommen wir bereits ins Handeln. Stadt und Stadtwerke haben einen Klimapakt geschlossen, der Stadtrat hat zudem Beschlüsse gefasst, die dem überörtlichen Energieversorger Westfalen Weser Energie, an dem Detmold beteiligt ist, Möglichkeiten geben, in die Erzeugung und Speicherung regional erzeugter grüner Energie zu investieren.

Herzlich lade ich Sie ein, sich auf den folgenden Seiten mit dem Klimaschutzkonzept der Stadt Detmold vertraut zu machen. Es ist ein wesentlicher Baustein, Detmold auch in Zukunft so lebenswert zu erhalten wie es ist.

Ihr

Frank Hilker

Bürgermeister der Stadt Detmold



1 Einleitung

1.1 Klimaneutralitätskonzept

Die Stadt Detmold beauftragte 2023 die Klimaschutz- und Strategieberatung ansvar2030¹ aus Dortmund mit der Erstellung dieses Klimaschutzkonzeptes. Dafür führte ansvar Gespräche mit Stakeholdern aus Wirtschaft, Landwirtschaft, Verwaltung und Bürgerschaft sowie Veranstaltungen mit Öffentlichkeit und Fachkreisen durch.

Alle erhobenen und statistisch verfügbaren energiebedingten Daten wurden in der Online-Software Klimaschutz-Planer² hinterlegt. Dort wurde zudem die Bilanzierung nach allgemein geltenden Standards durchgeführt. Die Daten können für weitere Analysen und das Monitoring genutzt werden.

1.2 Klimaneutralität 2035

Der Rat der Stadt Detmold fasste am 21. März 2024 folgenden Beschluss:

Die Stadt Detmold strebt an, spätestens im Jahr 2035 Treibhausgasneutralität zu erreichen. Im Rahmen ihrer rechtlichen und finanziellen Möglichkeiten wird sie ihre Spielräume nutzen, um auf das Erreichen dieses Ziels hinzuwirken. Kern der Strategie zur Erreichung des Ziels ist neben der Dekarbonisierung von Wärme, Strom und Mobilität auch der Ausbau der erneuerbaren Energien im Stadtgebiet. — Drucksache VV/092/2024

Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, müssen zwingend verschiedene Faktoren der Nachhaltigkeit (soziale, wirtschaftliche und ökologische) in Einklang gebracht werden. Darauf zielt dieses Konzept ab.

Definition Klimaneutralität

Als Definition für Klimaneutralität legt die Stadt Detmold die „Netto-Treibhausgas-Neutralität“ zugrunde, also ein Gleichgewicht zwischen Treibhausgas-Emissionen und deren Abbau (§2 Nr. 9 KSG).

Die kommunale Treibhausgasbilanzierung erfolgt anhand einer Vergleichsbilanz nach dem BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik Kommunal, ifeu 2019), die ausschließlich energiebedingte Emissionen berücksichtigt. Dies ist insofern naheliegend, als dass über 90% der Emissionen in Detmold energiebedingt sind (siehe 2.2.5). Prozessbedingte Emissionen aus der Landwirtschaft, Landnutzung (LULUCF), Abfall- & Abwasserwirtschaft und aus Industrieprozessen wurden anhand lokaler Kennzahlen sowie mittels statistischer Daten hochgerechnet und über eine Nebenbilanz integriert.

Eine Kompensation von Restemissionen im Zieljahr 2035 soll gemäß der beschlossenen Strategie nahezu ausschließlich durch Emissions-Verdrängung im Wege der erneuerbaren Energieproduktion im Stadtgebiet erfolgen. Durch Bilanzierung der Stromproduktion anhand des Bundesstrom-Emissionsfaktors (BSKO Territorialmix, vgl. Rhein-Hunsrück-Kreis³) sorgt so erneuerbarer Strom aus Detmold für weniger fossilen Strommix im restlichen Bundesgebiet. Die Wirkung schmilzt allerdings mit fortlaufender Verbesserung des Bundesstrom-Emissionsfaktors, so dass die Restemissionen im Stadtgebiet Detmold mindestens im Gleichklang mit den Restemissionen im Bundesstrommix gesenkt werden müssen. Nach 2035 gewinnt dadurch auch der Ausbau von natürlichen und nicht-natürlichen Kohlenstoffsinken an Bedeutung.

1.3 Wie das Konzept zu lesen ist

Dieser Bericht beschreibt einen Pfad für Detmold zum Ziel der Klimaneutralität bis 2035. Er umfasst elf Kapitel, welche die wichtigsten Maßnahmen und Voraussetzungen enthalten, um dieses Ziel zu erreichen.

Kapitel 2 beschreibt die strategischen Leitgedanken, die Ausgangssituation in Detmold inkl. THG- und Endenergie-Bilanzen, die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die generellen Ansätze dieses Konzepts.

Daraufhin werden die wichtigsten Handlungsfelder und Maßnahmen in den Kapiteln 3-8 beschrieben (siehe Abbildung 1). Ergänzend dazu legt Kapitel 9 dar, wie die Implementierung und Verstetigung in Detmold erfolgen kann. Abschließend liefert Kapitel 10 eine Zusammenfassung der wichtigsten Aspekte des Konzeptes.

Im Anhang finden sich die Steckbriefe der Maßnahmen.

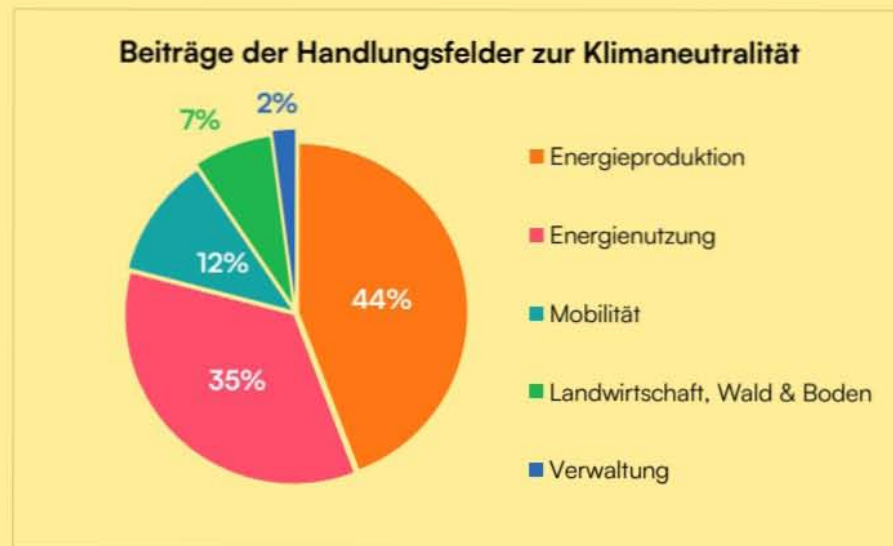


Abbildung 1: Beiträge der Handlungsfelder zur Klimaneutralität 2035

Beiträge der Maßnahmen zur Klimaneutralität

Die quantifizierbaren Maßnahmen in diesem Konzept weisen einen sogenannten *Beitrag zur Klimaneutralität 2035* aus, der sich auf die in diesem Jahr durch die jew. Maßnahme vermeidbaren oder kompensierbaren THG-Emissionen bezieht. Dieser Beitrag wurde anhand der isoliert betrachteten vermeidbaren THG-Emissionen dieser Maßnahmen berechnet.

Beispielsweise bei der Elektrifizierung des Pkw-Bestands werden durch den Wechsel von Verbrennung fossiler Kraftstoffe zu Strom THG-Emissionen vermieden. Da die Dekarbonisierung des dabei verwendeten Stroms jedoch nicht Teil der Maßnahme ist, wird deren Effekt nicht als Beitrag der Maßnahme berücksichtigt. In diesem Konzept verwenden Elektrifizierungs-Maßnahmen daher den für Detmold ermittelten THG-Emissionsfaktor für Strom. THG-Emissionssenkungen des Stroms sind den entsprechenden erneuerbaren Energieproduktions-Maßnahmen zugeordnet.

Die Maßnahmen in diesem Konzept sind auf Basis des zukünftigen Zustandes dimensioniert, um so 2035 Klimaneutralität zu erreichen, und ergeben in Summe 100% und damit Klimaneutralität.

2 Strategie

2.1 Leitgedanken

Mit der Erstellung des Konzepts gehen folgende drei Leitgedanken einher:

2.1.1 Vom Ziel her denken

Üblicherweise sind Klimaschutzkonzepte problemfokussiert. Klimaschutz wird als Problemfeld angesehen, das kostenintensiv ist, Verzicht erfordert und weitere Herausforderungen nach sich zieht. Daher ist die Motivation, ins Handeln zu kommen, trotz des Wissens um die Notwendigkeit häufig gering. Folglich wird oft großer Aufwand betrieben, um die Probleme ausführlich zu beschreiben und den Status-Quo möglichst vollständig zu dokumentieren. Falls konkrete Ziele definiert werden, liegen diese meist fern in der Zukunft, was zur Folge hat, dass der wahrgenommene Handlungsdruck eher gering ist.

Dieses Konzept verfolgt einen lösungsorientierten Ansatz. Ausgehend vom Zieljahr 2035 zeigt das Konzept Handlungsoptionen auf, die darauf abzielen, dieses ambitionierte Ziel tatsächlich zu erreichen.

Dabei liegt der Fokus stets auf dem Gemeinwohl sowie der aktiven Beteiligung der Menschen in Detmold. Denn Tempo kommt dann in die Umsetzung, wenn die Stadtgesellschaft erkennt, dass es sich lohnt, schnellstmöglich klimaneutral zu werden — und deshalb gar kein Interesse daran hat, weitere Zeit verstreichen zu lassen.

Wenn dies gelingt, werden die Menschen eigenständig nach für sie passenden Lösungen suchen — und diese umsetzen.

2.1.2 Fokus auf große Hebel

Häufig zielen Klimaschutzkonzepte darauf ab, einen möglichst vollständigen Katalog an Einzelmaßnahmen aufzulisten, die es allesamt abzuarbeiten gilt. Meist umfassen diese Maßnahmen alle Sektoren — ohne dass sich eine klare Strategie, Priorisierung oder gar eine natürliche Projektreihenfolge ergibt. In der Umsetzungsphase hat dies den Nachteil, dass oft mit den besonders leicht umzusetzenden Maßnahmen begonnen wird, die aber meist nur einen geringen Effekt haben. Hinzu kommt, dass nicht selten ausgiebig über einzelne Maßnahmen bzw. Details diskutiert wird, wodurch der Gesamtfortschritt ins Stocken gerät.

Die Handlungsempfehlungen im Rahmen dieses Konzeptes zielen daher darauf ab, zunächst möglichst große Effekte zu erzielen.

Zudem denken die Handlungsempfehlungen stets auch soziale und wirtschaftliche Aspekte sowie Akzeptanz und Umsetzungsmöglichkeiten mit. Dadurch, dass früh im Projekt große Maßnahmen angegangen werden, von denen die Menschen und Unternehmen in der Stadt auch schnell profitieren können (und in deren Umsetzung sie eingebunden werden), erhöht sich die Handlungs- und Veränderungsbereitschaft.

2.1.3 Kooperation als Schlüssel

Die Klimakrise wird regelmäßig als rein technologisches Problem missverstanden — mit weitreichenden Folgen. Klimaschutz wäre nach dieser Lesart gleichbedeutend mit Investitionen in Technologie. Diese wiederum kosteten Geld und seien folglich eine Belastung. Dabei kann eine Stadtgesellschaft von lokalen Klimaschutzmaßnahmen profitieren.

Menschen sind immer dann besonders erfolgreich, wenn sie kooperieren. Je mehr Erfahrungen, Sichtweisen und Erkenntnisse einfließen, desto bessere Lösungen entstehen.

Die Gemeinschaftsaufgabe Klimaschutz wird daher um so erfolgreicher umgesetzt werden, je mehr Menschen und Unternehmen aktiv mitmachen können und davon profitieren.

Entscheidend ist, dass die Stadtgesellschaft eine gemeinsame Vision von einer lebenswerten, klimaneutralen Stadt entwickelt — und aus eigenem Antrieb darauf hinarbeitet, dieses Ziel zu erreichen.

Dann wird Klimaschutz auch eine positive Veränderung für eine große Mehrheit darstellen.

2.2 Treibhausgas- und Endenergiebilanz

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Treibhausgas- und Endenergiebilanz 2022 der Stadt Detmold dargestellt. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen und um passende Maßnahmen abzuleiten. Die Entwicklung und angestrebte Reduzierung der THG-Emissionen lassen sich damit ab sofort gut nachvollziehen.

2.2.1 Bilanzierungsmethode und Datengrundlage

Die Bilanzierung der Endenergie und der Treibhausgase erfolgte für dieses Konzept in zwei Schritten.

Schritt 1: Endenergiebasierte BSKO-Basisbilanz (siehe 2.2.2)

Für die Erstellung der Endenergie- und THG-Bilanz wurde die internetbasierte Plattform Klimaschutz-Planer² verwendet. Dieses Online-Tool wird zur Unterstützung für die Bilanzierung nach **BSKO (Bilanzierungs-Standard Kommunal)**, siehe Beschreibung auf Seite 50 im Kapitel „Anhang“) von Gemeinden, Städten und Beratungsunternehmen genutzt. Die Absicht der Onlineanwendung Klimaschutz-Planer ist die Erhöhung der Transparenz energiepolitischer Maßnahmen. Um diese zu gewährleisten, wurden im Rahmen der Konzepterstellung lokale und regionale Daten erhoben: von der Kommune Detmold selbst, der Schornsteinfegerinnung (aggregiert, über NRW.Energy4Climate GmbH), der Stadtverkehr Detmold GmbH (SVD), der Stadtwerke Detmold GmbH und weiteren (siehe Endnoten).

Bei den Verbrauchsdaten der Netzbetreiber handelt es sich um leitungsbundene Energieträger, die mit einer hohen Genauigkeit abgebildet werden können. Bei Strom muss zwischen Strombezug (aus dem Netz) und Stromverbrauch (Strombezug zzgl. Eigenproduktion) unterschieden werden. Nicht-leitungsbundene Energieträger werden meist zur Erzeugung von Wärme- oder Prozessenergie genutzt. Die Erfassung der Verbrauchsmengen dieser Energieträger und allen nicht durch die Netzbetreiber bereitgestellten Daten

erfolgt durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten im Klimaschutz-Planer (zum Beispiel ifeu, Zensus, BAFA).

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet.

Datengüte

Auf Grundlage der Datenbeschaffenheit wurde im Sektor private Haushalte eine Datengüte von 0,83, im Sektor Industrie eine Datengüte von 0,97, im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) eine Datengüte von 0,89, im Sektor Verkehr eine Datengüte von 0,50 sowie im Sektor kommunale Einrichtungen eine Datengüte 1,00 erreicht. Damit wurde insgesamt für die Bilanzierung 2022 die Datengüte 0,79 realisiert.

Eine Gesamtdatengüte von 1,00 ist im Klimaschutz-Planer schon wegen des schwer zu erfassenden Sektors Verkehr nicht zu erreichen. Nach Aussagen der Verantwortlichen des Klimaschutz-Planers handelt es sich im Bereich von 0,70 bis 0,85 um eine „sehr gute“ Datengüte. Mit einer Gesamtdatengüte von 0,79 wurde das Ziel daher erfolgreich erreicht.

Schritt 2: Nebenbilanz mit territorialem Strommix und Prozess-Emissionen (siehe 2.2.5)

Um die tatsächlichen THG-Emissionen vor Ort abbilden zu können, muss die BSKO-Basisbilanz um nicht-energiebedingte **THG-Emissionen aus den Sektoren Landwirtschaft, Landnutzung und Abfall- und Abwasserwirtschaft ergänzt werden. Diese Ergänzung wird als Nebenbilanz bezeichnet.**

Die Bilanzierung der prozessbedingten THG-Emissionen in Detmold erfolgte für dieses Klimaschutzkonzept mittels des Online-Tools Klimavision von LocalZero⁴ auf Grundlage bundeslandspezifischer Daten. Daten des Thünen Report 77⁵ und gemeindespezifischer Daten wie bspw. zur landwirtschaftlichen Fläche und zum Tierbestand (Agrarstrukturerhebung).⁶

2.2.2 BSKO-Basisbilanz 2022

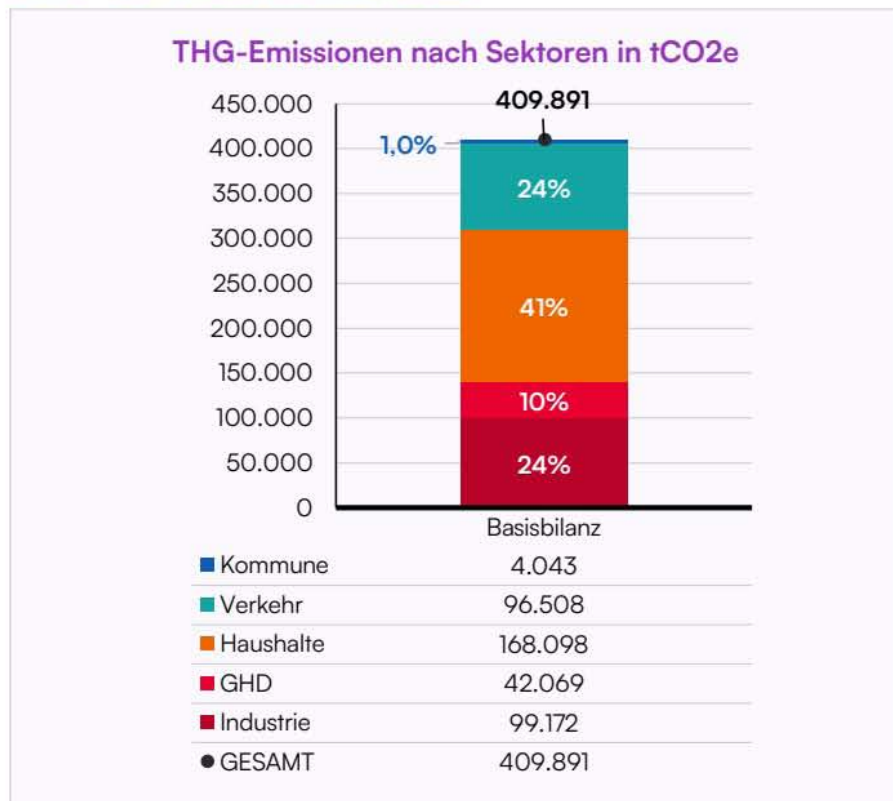


Abbildung 2: THG-Emissionen 2022 nach Sektoren in tCO₂e

THG-Emissionen 2022 nach Sektoren

Für Detmold wurden insgesamt **409.891 tCO₂e energiebedingte THG-Emissionen** bilanziert (Abbildung 2). Dabei entfiel der größte Anteil mit 41% auf den Sektor Private Haushalte. Es folgten die Sektoren Industrie (24%), Verkehr (24%), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD, 10%) und kommunale Einrichtungen (1,0%). Zur Erinnerung: Diese BSKO-Basisbilanz berücksichtigt **keine Emissionsvermeidung durch die lokale Energieproduktion (siehe 2.2.3) und keine prozessbedingten THG-Emissionen (2.2.5).**

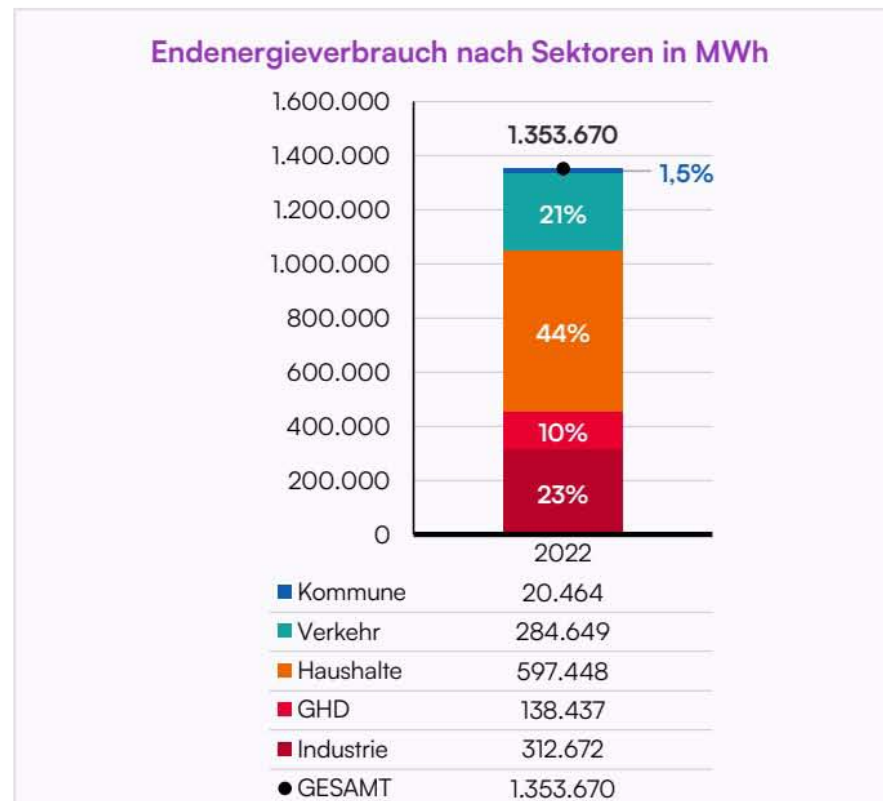


Abbildung 3: Endenergieverbrauch 2022 nach Sektoren in MWh

Endenergieverbrauch 2022 nach Sektoren

Der Endenergieverbrauch der Stadt Detmold betrug im Jahr 2022 **insgesamt 1.353.670 MWh** (Abbildung 3). Der Sektor Private Haushalte machte mit 44% den größten Anteil am Gesamtendenergieverbrauch aus. Darauf folgen die Sektoren Industrie (23%), Verkehr (21%) und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD, 10%), während die Verwaltung (1,5%) einen wie üblich sehr geringen Anteil ausmachte.

2.2.3 Anlagen zur Stromproduktion

Zwischen 2020 und 2024 wurden in Detmold neue Anlagen mit einer Gesamtleistung von 18 MW zur erneuerbaren Stromproduktion installiert⁷ – hauptsächlich kleine Gebäude-PV-Anlagen (zwischen 2 und 30 kWp, die zusammen +13 MW beisteuerten). 7 ältere Windenergieanlagen (WEA) mit zusammen 14 MW stehen im Stadtgebiet. Zusätzlich sind auf der Gauseköte 7 WEA geplant, wovon 3 (zusammen 16,5 MW) im Stadtgebiet stehen sollen⁸, was die aktuelle Windleistung in Detmold mehr als verdoppeln würde.

Der Stromverbrauch wird sich im hier vorgestellten Konzept bis 2035 **mehr als verdoppeln**, so dass die aktuelle Stromproduktion noch deutlich stärker ausgebaut werden muss (siehe Kapitel 2.5). Der weitere Zubau von PV-Anlagen mit Speichern an und auf Gebäuden wird dabei den wachsenden Stromverbrauch teilweise durch Eigenverbrauch kompensieren.

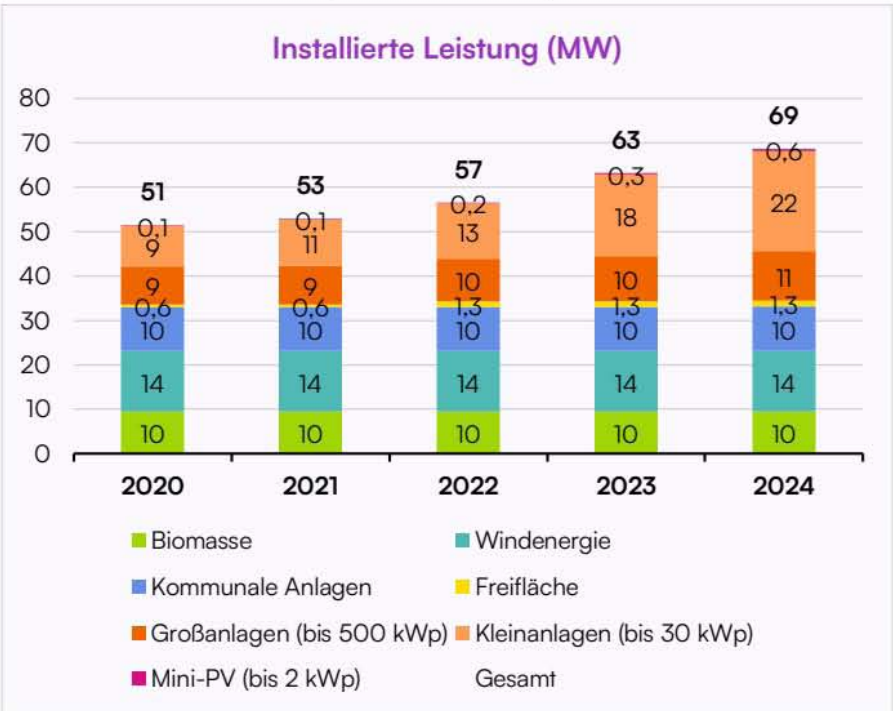


Abbildung 4: Installierte Leistung erneuerbarer Stromproduktion 2020-2024 in MW

2.2.4 Strombezug & -Einspeisung

Im Jahr 2022 gründete sich die Stromeinspeisung⁹ zum größten Teil auf Photovoltaik (39%), danach Biomasse (31%) und Windenergie (28%). Weitere 3% entfielen auf Klär-, Deponie- und Grubengas (Abbildung 5).

Die Einspeisemenge deckte im Jahr 2022 bilanziell betrachtet mit 69 GWh 26% des Strombezugs der Stadt und 5% des gesamten Endenergieverbrauchs von 1.354 GWh. Damit liegt die Kommune beim Anteil der Erneuerbaren beim Strom deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von rund 46% im Jahr 2022.¹⁰ Die tatsächliche Stromproduktion lag vermutlich höher und deckte schätzungsweise 15 bis 25% des Eigenverbrauchs Detmolder Haushalte.¹¹

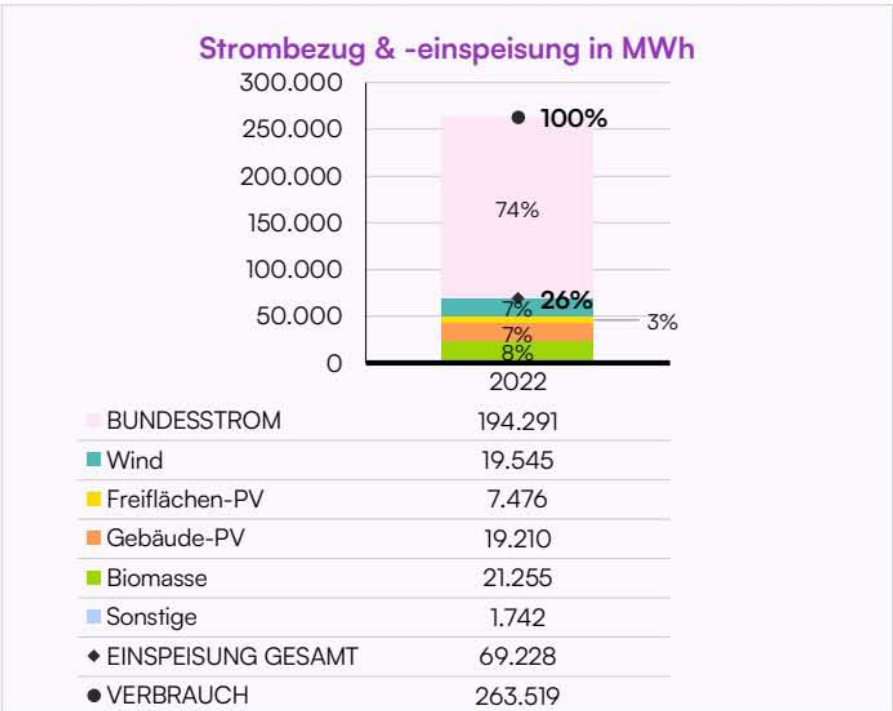


Abbildung 5: Strombezug und EEG-Einspeisungen vor Ort 2022 in MWh

2.2.5 Nebenbilanz nach Quellen

Neben energiebedingten THG-Emissionen in Höhe von 409.891 tCO₂e wurden im Rahmen der Konzepterstellung für Detmold auch 34.006 tCO₂e prozessbedingte THG-Emissionen bilanziert. Industrielle Prozesse, Abfall- und Abwasserbehandlung, Landwirtschaft und Landnutzung machen in Detmold jedoch nur einen geringen Teil der gesamten THG-Emissionen aus.

In Summe ergeben sich THG-Emissionen in Höhe von 443.896 tCO₂e im Stadtgebiet.

Diesen THG-Emissionsquellen stehen THG-Emissionssenken im Bereich Landnutzung und Forstwirtschaft gegenüber (siehe 2.2.3), wovon Waldflächen in Detmold eine erhebliche Senke in Höhe von -19.140 tCO₂e darstellen. Die THG-Emissionsvermeidung durch lokale erneuerbare Stromproduktion belief sich 2022 auf -34.960 tCO₂e.¹²

Netto ergeben sich 388.973 tCO₂e für alle energiebedingten und nicht-energiebedingten THG-Emissionen in Detmold (Abbildung 6).

Größte Quellen

Die Energienutzung beeinflusst damit 92% aller THG-Emissionen im Stadtgebiet, was über dem deutschen Durchschnitt (84%¹³) und deutlich über dem weltweiten Durchschnitt (73%¹⁴) liegt.

Die fossile Wärmeerzeugung stellt mit 39% die größte THG-Emissionsgruppe in Detmold dar, gefolgt von Strom (netto 21%) und fossiler Mobilität (21%). Siehe Abbildung 6.

Top 5 der einzelnen THG-Quellen in Detmold:

1. **Erdgas 27%** (121.914 tCO₂e)
2. **Stromverbrauch 21%** (94.081 tCO₂e abzgl. Stromproduktion)
3. **Diesel 13%** (56.681 tCO₂e)
4. **Heizöl 9%** (41.518 tCO₂e)
5. **Benzin 8%** (35.902 tCO₂e)

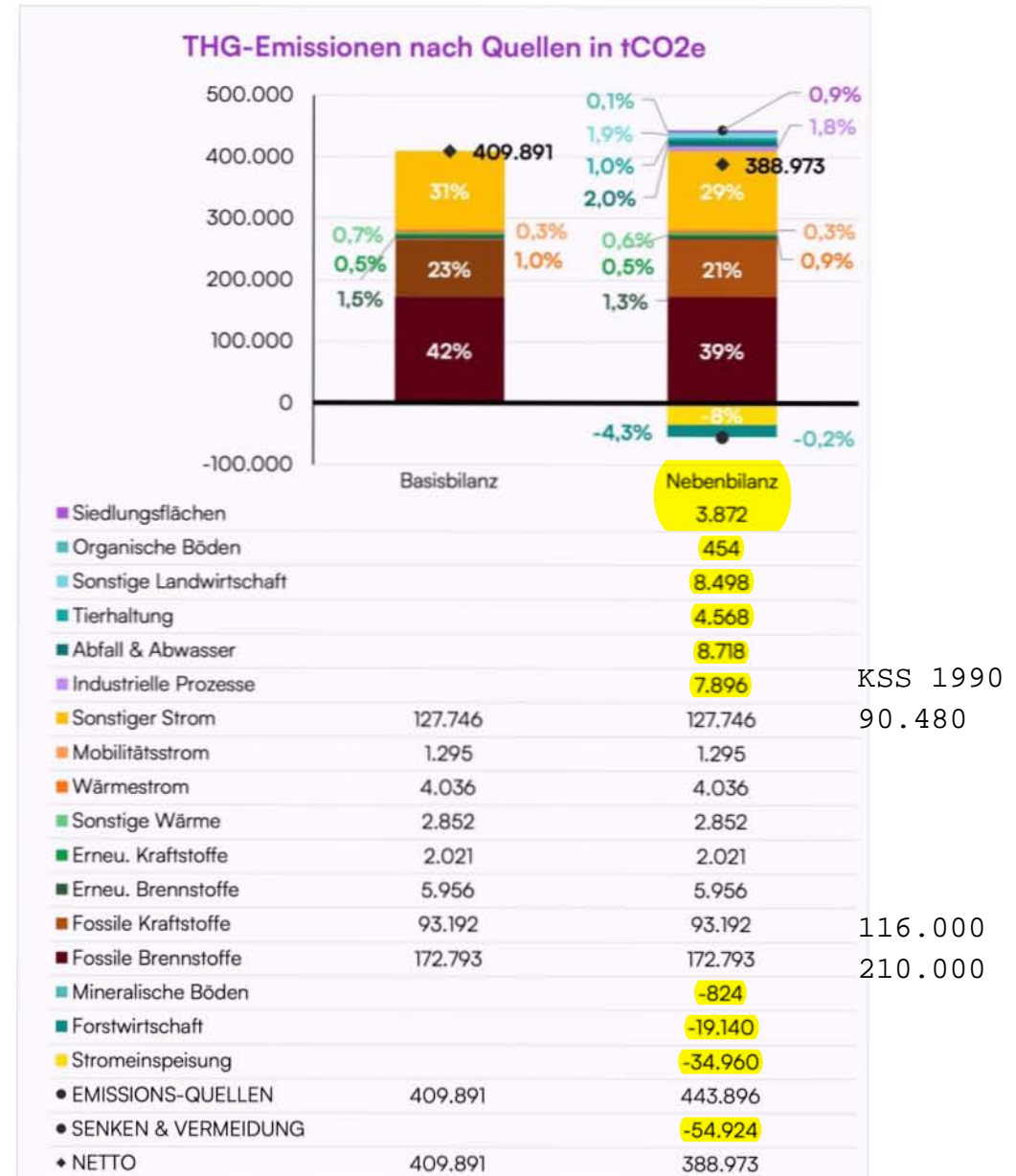


Abbildung 6: Vergleich der THG-Bilanzen 2022 nach Quellen in tCO₂e

2.2.6 Einordnung der THG-Bilanz

THG-Emissionen pro Kopf

Bezogen auf die 75.089 Einwohner*innen (2022) beliefen sich die THG-Emissionen pro Person demnach auf rund 5,5 tCO₂e/EW nach BSKO Basisbilanz bzw. **5,2 tCO₂e/EW** nach Nebenbilanz (inkl. Prozess-Emissionen und Senken).

Damit lag die Stadt Detmold deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von **8,9 tCO₂e/EW** (inkl. Prozess-Emissionen und Senken), mehr als 50% unter dem Durchschnitt von NRW von 11,4 tCO₂e/EW und nur wenig über dem weltweiten Durchschnitt von 4,7 tCO₂e/EW.

Einordnung des Bilanzjahres 2022

Die Unsicherheiten auf den Energiemärkten und die angespannte Versorgungslage mit Erdgas durch den Angriff Russlands auf die Ukraine haben zu hohen Energiepreissteigerungen und damit auch zu einem veränderten Energieverbrauch beigetragen. Das Jahr 2022 ist damit kein typisches Basisjahr für eine Energie- und THG-Bilanz. Mit dem Voranschreiten der Energiewende und zunehmenden klimabedingten und geopolitischen Ereignissen ist zudem anzunehmen, dass die Dynamiken im Energieverbrauch zunehmen. Darum wird das Jahr 2022 als hinreichender Orientierungspunkt für weitere Klimaschutzmaßnahmen in Detmold betrachtet.

Vergleich THG-Emissionen nach Sektor in tCO₂e

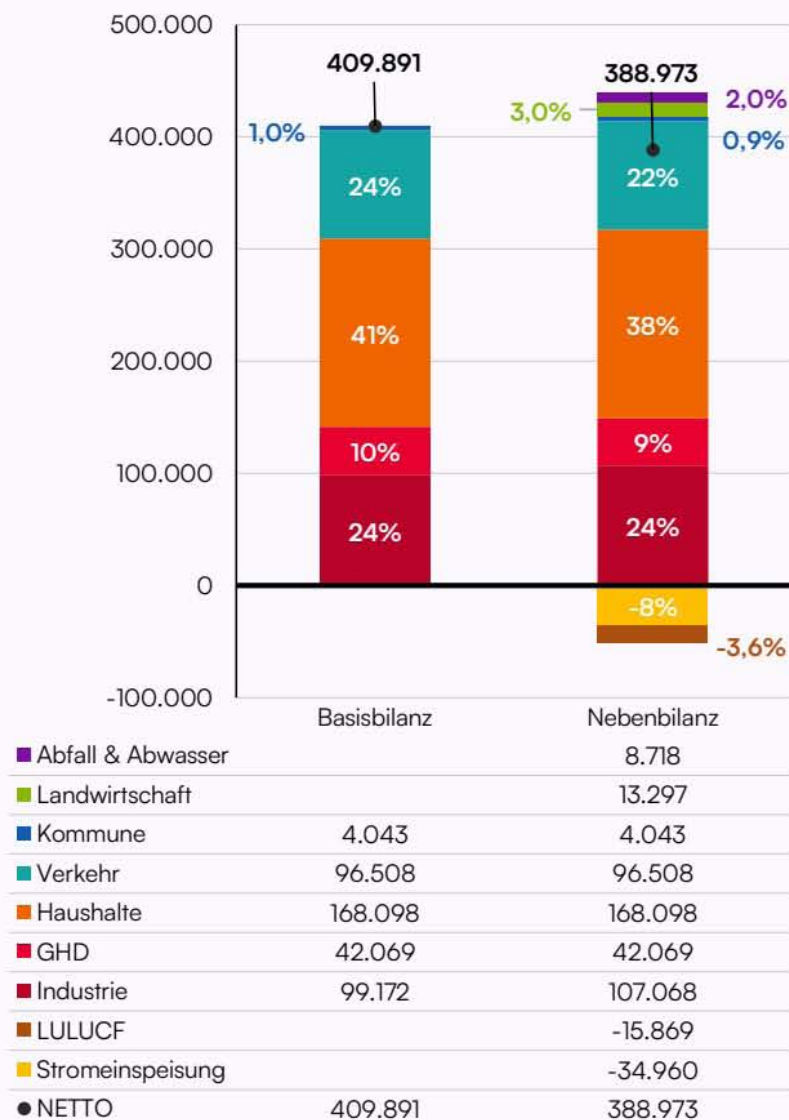


Abbildung 7: Vergleich der THG-Emissionen nach Sektor in t CO₂e

2.3 Rechtliche Einordnung von Klimaschutz

Der Rechtsrahmen hat sich in den vergangenen Jahren grundlegend verschoben. Alle staatlichen Ebenen sind zu Klimaschutz verpflichtet, auch Kommunen. Das Bundes-Klimaschutzgesetz verpflichtet sie, das Ziel der Klimaneutralität, die Grenze des Pariser Abkommens, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad zu begrenzen und die Treibhausgas-Minderungsziele angemessen zu berücksichtigen — und zwar bei jeder Entscheidung, die irgendwelche Spielräume eröffnet.¹⁵

Das Bundesverfassungsgericht hat zudem klargestellt, dass das relative Gewicht des Klimaschutzes mit fortschreitendem Klimawandel immer weiter zunimmt.¹⁶ Der Ausbau der Erneuerbaren hat ebenfalls eine massive rechtliche Aufwertung erfahren. Weil er der dauerhaften Stromversorgung dient, genießt er regelmäßig Abwägungsvorrang (bis die Ausbauziele erreicht sind).¹⁷ Kommunen und Stadtwerke haben zudem die Pflicht, sich auf eine klimaneutrale Energieversorgung aus erneuerbaren Energien umzustellen.¹⁸

Kommunen, die den Klimaschutz nicht oder nur unzureichend berücksichtigen, riskieren Klagen. Kommunale Unternehmen in der Rechtsform einer GmbH unterliegen dem Privatrecht, wodurch Geschäftsführer*innen und Aufsichtsrät*innen verpflichtet sind, bekannte Risiken — einschließlich Klimarisiken — sowie die Anforderungen der Energiewende sorgfältig zu berücksichtigen. Eine vorausschauende Investitionsstrategie trägt dazu bei, finanzielle Stabilität zu sichern und persönliche Haftungsrisiken zu minimieren.¹⁹

Der Großteil dieser Umstellung muss bis 2030 vollzogen sein, um das Risiko schwerwiegender Freiheitseinbußen zu senken.²⁰

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich im **Pariser Klimaabkommen** verpflichtet, ihren Anteil dazu beizutragen, die menschengemachte Erderhitzung auf möglichst 1,5 Grad Celsius (jedenfalls aber auf deutlich unter 2 Grad Celsius) zu begrenzen. Bei diesen Werten handelt es sich um einen Kompromiss, der auf einer physikalischen Grenze beruht — ausgehend von der klimawissenschaftlichen Erkenntnis, dass nur bei einem Stopp der Erderhitzung bei deutlich unter 2 Grad Kettenreaktionen im Weltklima mit hinreichender Wahrscheinlichkeit vermieden werden können.

2.3.1 Restbudget für Detmold

Die Wissenschaft beschreibt mit einem „Restbudget“ die maximale Menge an Treibhausgasen, die höchstens noch ausgestoßen werden darf, bevor jeglicher weitere Ausstoß mit einem gravierenden Risiko von Klima-Kettenreaktionen verbunden und letztlich illegal ist. **Mit schwindendem Restbudget schrumpfen die Ermessensspielräume.**

Restbudgets in Tsd. tCO _{2e}	1,75°C, 67%	1,5°C, 50%	1,5°C, 67%	THG-Emissionen 2022
Deutschland	3.900.000	100.000	-600.000	754.345
Verbleibende Jahre ab 2024	5,2	0,1	-0,8	
Detmold	3.457	89	-532	389
Verbleibende Jahre ab 2024	8,9	0,2	-1,3	

Tabelle 1: Restbudgets Deutschland und Detmold 2024, SRU 2024 (FORSTER et al. 2023), Berechnung des Detmolder Restbudgets anhand der Bevölkerungszahl analog zur Berechnung des deutschen Restbudgets (FORSTER et al. 2023)

Deutschlands Restbudget für 1,5°C gilt 2024 bereits als aufgebraucht²¹, somit auch das 1,5°C-Restbudget für Detmold.

Welche Restbudget-Grenze jedoch genau eingehalten werden muss, um das Überschreiten von Kipppunkten zu verhindern — 1,5°C, 1,75°C oder 2,0°C — oder ob unumkehrbare Kipppunkte bereits durch das Momentum des Klimasystems überschritten werden, lässt sich schwer vorhersagen. Die immer häufigeren und immer zerstörerischen Wetterereignisse zeigen, dass wir uns als Menschheit bereits in einer Situation befinden, die wir tunlichst nicht verschlimmern sollten.

Umso wichtiger, dass wir möglichst schnell diejenigen Maßnahmen ergreifen, die möglichst schnell einen möglichst großen Beitrag zur Abmilderung der Klimakatastrophe beitragen.

Diesem Anspruch sollen die folgenden Ansätze und Maßnahmen dienen.

2.4 Bilanzielle Klimaneutralität

Wie in diesem Konzept Klimaneutralität erreicht wird

Durch den Fokus auf große, schnelle und wirtschaftliche Hebel könnten bis 2035 rund 70% der THG-Emissionen im Stadtgebiet reduziert werden. Eine Fortführung der in diesem Konzept empfohlenen Maßnahmen würde bedeuten, dass Detmold 2039 klimaneutral würde. Um bereits 2035 Klimaneutralität zu erreichen, empfiehlt dieses Konzept für die restlichen THG-Emissionen übergangsweise Verdrängungs- und damit Vermeidungswirkung beim Bundesstrom durch lokale Stromproduktion (siehe Abbildung 8).

Beiträge der Maßnahmen zur Klimaneutralität

Durch einen Umstieg von 80% der fossilen Wärmeerzeuger bis 2035 auf emissionsfreie Wärme und durch eine Transformation des fossilen Verkehrs zu 60% könnten zusammen rund 199.000 tCO₂e vermieden werden (45%). Für die Bereiche Landwirtschaft, Wald und Böden sieht dieses Konzept eine Emissionsminderung um rund 13.000 tCO₂e bis 2035 vor (3%).

Über erneuerbare Stromproduktion im Stadtgebiet wurden 2022 bereits rund 35.000 tCO₂e (8%) an THG-Emissionen aus dem deutschen Stromnetz vermieden. Diese THG-Emissionsvermeidung wird im Jahr 2035 aufgrund eines besseren THG-Emissionsfaktors mit schätzungsweise rund 10.000 tCO₂e geringer ausfallen (2%). Gleichzeitig wird allein dieselbe Verbesserung des bundesweiten Strommixes schätzungsweise eine THG-Emissionsreduktion von ca. 91.500 tCO₂e (20%) bringen. Der von Dritten im Stadtgebiet geplante Zubau erneuerbarer Energien könnte im Jahr 2035 rund 8.500 tCO₂e (2%) vermeiden bzw. kompensieren. Durch den hier im Konzept vorgesehenen weiteren Zubau erneuerbarer Energien können nochmals mindestens 93.000 tCO₂e (21%) adressiert werden. Die Verwaltung könnte weitere 9.500 t CO₂e (2%) beitragen.

So kann im Summe bilanziell 2035 Klimaneutralität erreicht werden (siehe Abbildung 9).²³

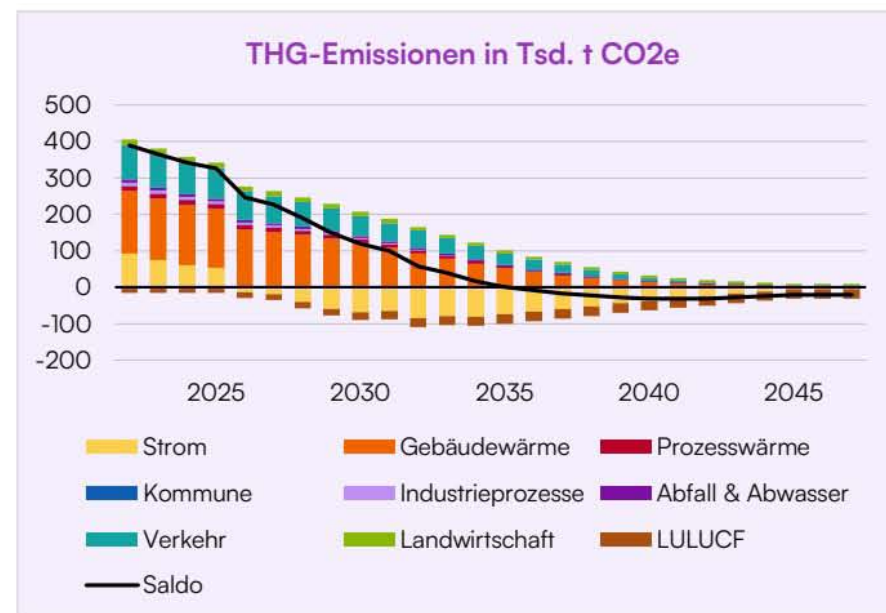


Abbildung 8: THG-Emissionspfad für Detmold 2035

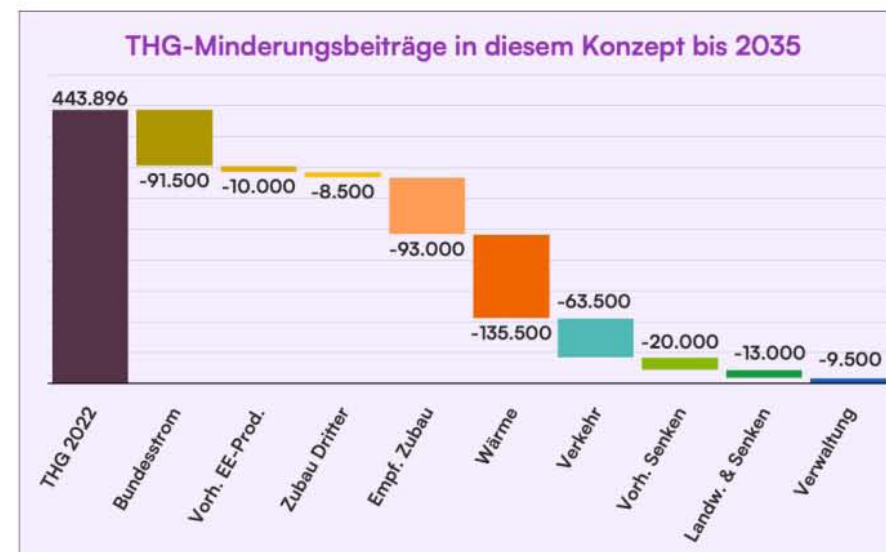


Abbildung 9: THG-Minderungsbeiträge bis 2035 in t CO₂e (gerundet)

2.5 Elektrifizierung und Dekarbonisierung

Energiebedingte Emissionen machen 92% der THG-Emissionen in Detmold aus (siehe 2.2.5). Das größte Potenzial besteht im Bereich Wärme: allen voran der Ausstieg aus Erdgas (474 GWh Wärmebedarf, 27% aller THG) und Heizöl (133 GWh, 9% aller THG). Ein schneller Umstieg auf die klimaneutrale Fernwärme lohnt unbedingt, ist jedoch begrenzt. So kann Fernwärme zukünftig ein Drittel des Wärmebedarfs in Detmold decken (186 von 689 GWh, ca. -17.000 t CO₂e bis 2035). Die Elektrifizierung der Wärmeversorgung senkt den Endenergieverbrauch für Nutzwärme mindestens um den Faktor 3³⁶ und stellt so den größten Hebel im Bereich Wärme dar (ca. -110.000 t CO₂e bis 2035). Siehe 4.1.2. Im Bereich Mobilität sind die Potenziale zur Umstellung von Diesel (13% aller THG) und Benzin (8%) auf erneuerbare Kraftstoffe begrenzt. Auch hier ist die Elektrifizierung des Fahrzeugbestands (Reduktion des Endenergieverbrauchs mindestens um Faktor 3,67²²) der größte Hebel, aber auch der Umstieg auf andere Verkehrsarten. Siehe 5.1. Damit die Elektrifizierung von Wärme und Mobilität nicht zu mehr Emissionen führt, muss auch die Stromproduktion (19% der THG) dekarbonisiert werden.

2.5.1 Zukünftiges Energiesystem

Die Umstellung auf elektrische Wärme und Mobilität sowie der Ausbau erneuerbarer Wärmenetze (+65 GWh) könnten den Endenergieverbrauch in Detmold von 1.354 GWh um 49% auf 692 GWh senken. Der Stromverbrauch, einschließlich des Bedarfs für Wärme und Mobilität, würde dabei von 264 GWh auf 474 GWh fast verdoppelt werden.²³ Siehe Abbildung 10.

Ein elektrisches Energiesystem senkt den Endenergieverbrauch durch höhere Effizienz und geringere Verluste erheblich. Beispielsweise benötigt eine Wärmepumpe mit Windstrom für die Wärmeerzeugung viermal weniger Energie als Heizen mit grünem Wasserstoff.²⁴ E-Autos schaffen mit dem Strom von 1 Hektar Photovoltaik über 100-mal mehr Strecke als Verbrenner mit Biodiesel aus der gleichen Fläche.²⁵ Dadurch werden weniger landwirtschaftliche Flächen und Kraftwerke benötigt als bei E-Fuels, Bio-Fuels oder Wasserstoff. Zudem ermöglicht das elektrische System eine emissionsfreie Nutzung von Energie für Wärme und Mobilität, ohne Abgase und Schornsteine.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs in GWh

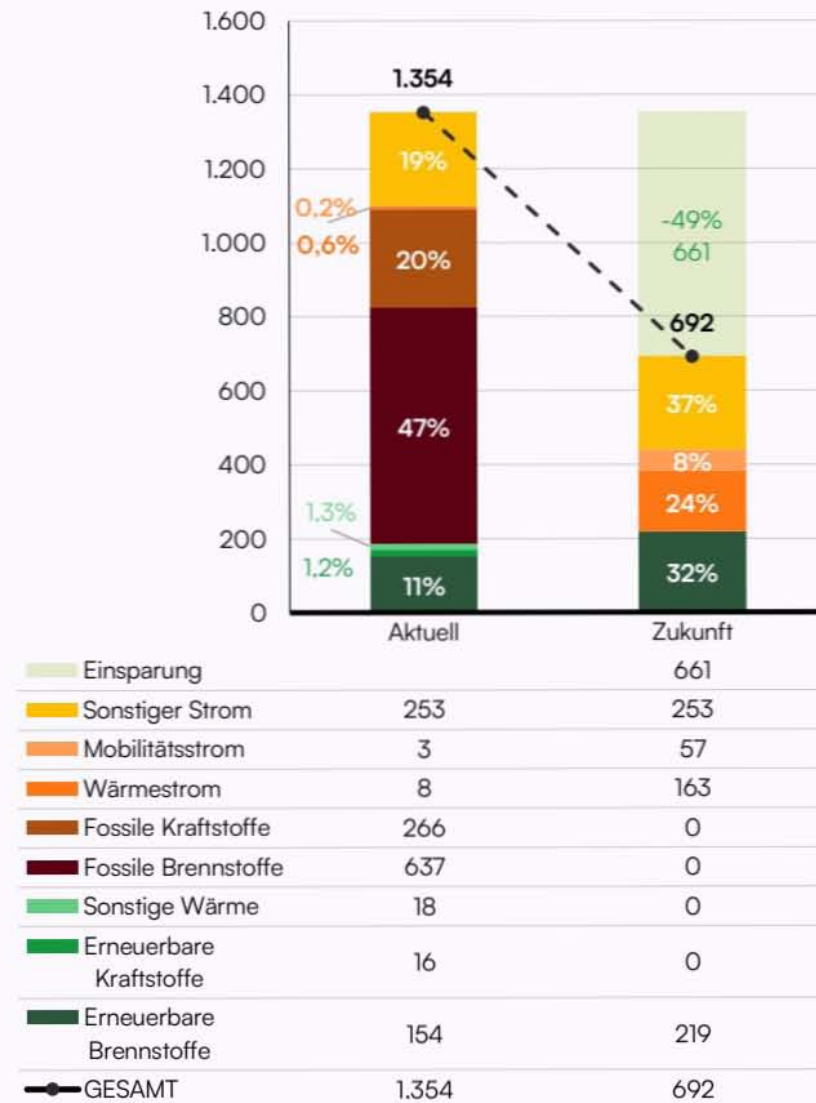


Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in GWh

2.5.2 Bilanzielle Eigenversorgung

Eine ganzjährige Vollversorgung Detmolds durch Dunkelflauten hindurch wäre zwar mit einem Mix aus Wind, Photovoltaik, Batteriespeichern, Wärmespeichern und Wasserstoff- sowie Biomasse-Backup-Kraftwerken technisch möglich, doch die Stadt muss nicht isoliert betrachtet werden. Hinzu kommt, dass der Bau von Batteriespeichern und Backup-Kraftwerken in den nächsten Jahren noch starken Kostenentwicklungen unterliegen wird.²⁶

Daher ist es für die ersten großen Schritte ausreichend, mit der Stromproduktion im Stadtgebiet nur eine bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs anzustreben. Das heißt, auch in Zukunft sind Stromimporte dann nötig, wenn lokale Stromproduktion und Speicher nicht den aktuellen Stromverbrauch decken — jedoch in deutlich geringerem Maße als heute.

Die Vor-Ort-Produktion erneuerbarer Energie spielt in Detmold eine im Bundesvergleich noch untergeordnete Rolle (siehe 2.2.3). Von den zukünftig 474 GWh Strom, die die Menschen, Unternehmen und Institutionen jedes Jahr prognostiziert verbrauchen würden, werden derzeit 77,5 GWh auf erneuerbare Weise im Stadtgebiet produziert. Weitere 50,7 GWh sind in Planung oder Bau.²⁷ Wollte Detmold seinen Stromverbrauch bilanziell mit erneuerbarer Energie decken, wäre also ein Minimalzubau erforderlich, der eine Stromproduktion von mindestens 345 GWh pro Jahr ermöglicht (Abbildung 11 und Kapitel 3.1.2).²³

Im Bereich erneuerbare Wärme ermöglichen die Verfügbarkeit von Biomasse und Abfällen sowie Effizienzsteigerung bei der Wärmeerzeugung eine deutliche Steigerung der Eigenversorgung (siehe Kapitel 4).



Abbildung 11: Bilanz Stromverbrauch & -Produktion in GWh heute und in Zukunft

2.5.3 Mehrfachnutzen der Stromproduktion

Für das Erreichen der Klimaneutralität 2035 ist eine den Stromverbrauch übersteigende Stromproduktion nicht nur nötig, sondern auch nützlich:

Günstiger emissionsfreier Strom ist Beschleuniger der Elektrifizierung und somit der tatsächlichen Klimaneutralität. Die in Detmold vorhandene und geplante erneuerbare Stromproduktion Dritter steht aktuell nicht als günstiger Strom für Detmolder*innen zur Verfügung. Darum nützt es, wenn Detmold Stromproduktion zubaut, die Detmolder*innen mit günstiger Energie versorgt.

Mit hoher eigener Stromproduktion könnte die Stadt durch unterschiedlichste Beteiligungsmodelle **ca. 1,1 bis 5,9 Mio. Euro jährlich an kommunalen Einnahmen generieren**²³ (siehe E4. Sicherung der regionalen Wertschöpfung), die bspw. zur Finanzierung von Klimaschutz und Klimafolgenanpassung die sichere Erreichung der Klimaziele ermöglichen und darüber hinaus andere städtische Projekte begünstigen könnte.

2.6 Wirtschaftlichkeit

Noch größer könnte die Wirkung für Wirtschaft und Haushalte ausfallen, wenn der lokal produzierte Strom in Detmold günstig zur Verfügung steht: **So könnten Wirtschaft und Haushalte jährlich um zusammen ca. 47 Millionen Euro entlastet werden** (siehe Abbildung 12).

Aktuell wenden die Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen und die Stadtverwaltung in Detmold jährlich rund 138 Millionen Euro (zzgl. USt.) für Energieträger²³ auf (davon 54% — 74 Millionen Euro für rein fossile Energien) — **200.000 Euro täglich für fossile Energien** — eine erhebliche finanzielle Belastung.

Würde das Energiesystem so umgestellt wie in diesem Konzept beschrieben, jedoch ohne neue Wind- und FFPV-Anlagen zu bauen, könnten die Energiekosten bereits um 31 Mio. Euro pro Jahr sinken. Würde der Strom darüber hinaus größtenteils lokal produziert und sowohl im Eigenverbrauch genutzt als auch vor Ort günstig angeboten (im Modell 3 bis 5 ct/kWh günstiger als Bundesstrom), könnten die Energiekosten um weitere 16 Mio. Euro pro Jahr sinken.²⁸

Dies ist stark abhängig davon, wie sehr es gelingt, den Zubau im Sinne der Stadtgesellschaft zu koordinieren (siehe 3.1.6 Wertschöpfung sichern).

Langfristig kann diese Transformation also nicht nur die Umweltauswirkungen, sondern auch die finanzielle Belastung durch den Energieverbrauch in Detmold reduzieren, insbesondere wenn die Energieproduktion in Eigenregie vor Ort sichergestellt wird (E4. Sicherung der regionalen Wertschöpfung). Ein wesentlicher Faktor bei der Transformation von Systemen sind die Kosten zur Aufrechterhaltung des Systems. Die Gestehungskosten für erneuerbare Energien sind in den letzten Jahren deutlich unter die von fossilen Energien gefallen.²⁹ Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren voraussichtlich fortsetzen. Selbst ohne Klimakrise, rein aus wirtschaftlichen Aspekten ist ein Umschwenken auf erneuerbare Energien jetzt sinnvoll.

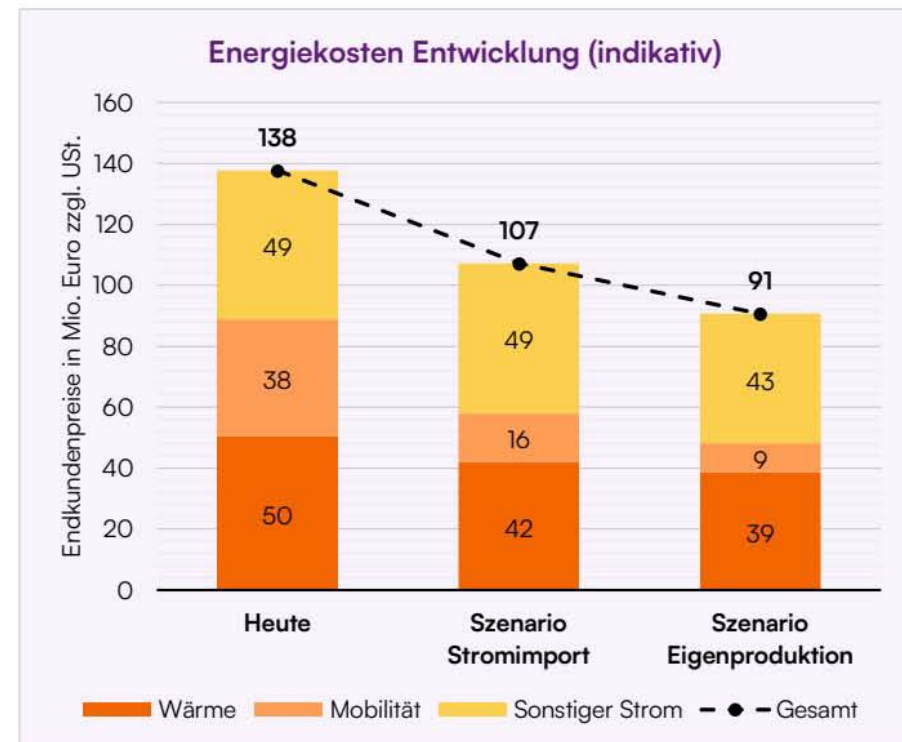


Abbildung 12: Energiekosten-Entwicklung (indikativ) in Mio. Euro zzgl. USt

3 Handlungsfeld Energieproduktion

3.1 Status Quo und Leitgedanken

Die Umstellung auf ein emissionsfreies Energiesystem ist die Maßnahme mit dem größten Hebel für den Klimaschutz. Die Energieproduktion auf emissionsfreie Verfahren umzustellen, ist daher zwingend erforderlich, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2035 zu erreichen. Idealerweise sollte die benötigte Menge erneuerbarer Energien direkt vor Ort produziert werden.

In den nächsten 10 bis 15 Jahren werden 80 Prozent des weltweiten Energiemarktes neu verteilt.³⁰ Die Art der Kraftwerke und die Orte, an denen wir Energie erzeugen, werden sich grundlegend ändern. Statt in zentralen Großkraftwerken wird die Energieproduktion nun immer dezentraler, wobei die Industrie sich zunehmend an Standorte mit zuverlässiger und günstiger (also erneuerbarer) Energieproduktion verlagern wird. Es gibt bereits einen regelrechten „Run“ auf Flächen, die sich für erneuerbare Energieproduktion eignen.

*Unser Leitgedanke: Erneuerbare Energien vor Ort
zur Finanzierung der Anlagen vor Ort.*

Die Energieproduktion vor Ort ist eine Möglichkeit der Finanzierung der Transformation, da durch die Einsparung der fossilen Kosten wirtschaftliche Vorteile entstehen. Aus regionalwirtschaftlicher Sicht ist es enorm vorteilhaft, die Energieproduktion im Rahmen der kommunalen Daseinsvorsorge eigenverantwortlich zu organisieren³¹, um so eine Preisgestaltungshoheit sowie ein belastbares Maß an Energiesouveränität zu erlangen und Planbarkeit für Menschen und Unternehmen zu erzeugen.

Gleichzeitig kann so die soziale Funktion der Stadt erhalten werden. Wo bisher Lieferanten fossiler Energien über Beiträge zum Stadthaushalt soziale Leistungen ermöglichten, könnten künftig vermehrt andere lokale Akteure, wie bspw. Bürgerenergiegenossenschaften, diese Rolle übernehmen und zur Finanzierung des Gemeinwohls beitragen.

Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld
Energieproduktion zur Klimaneutralität

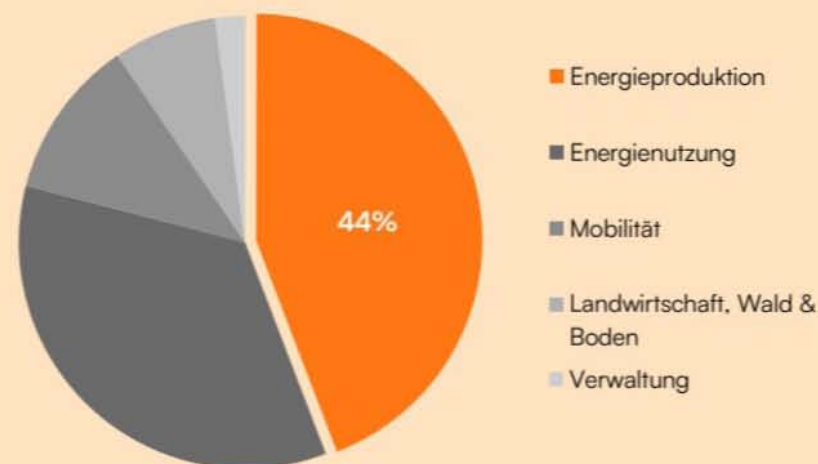


Abbildung 13: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Energieproduktion zur Klimaneutralität 2035

Die Menschen vor Ort müssen von der Energieproduktion profitieren. Dies erhöht die Akzeptanz für Wind- und PV-Parks. Daher sollten die für die Erzeugung erneuerbarer Energien geeigneten Flächen rechtzeitig für kommunale Gemeinschaftsprojekte gesichert werden.

3.1.1 Erneuerbare Stromproduktion

2005 wurde global gesehen Strom aus Wind günstiger als fossile und nukleare Energien, 2015 trat dies für Photovoltaik ein.³² Seit 2024 sind auch Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen mit Batteriespeichern günstiger als neue Gaskraftwerke.³³ Dieser Trend wird sich aufgrund der technologischen Lernkurven fortsetzen³² und ab 2027/28 durch steigende und ausgeweitete CO₂-Bepreisung verstärkt und beschleunigt.³⁴ Selbst bei LKW wird inzwischen davon ausgegangen, dass der Bestand 2040 zu 90% elektrisch fährt.³⁵ Die

Nutzung von Strom statt fossiler und nuklearer Energien wird sich daher in den nächsten Jahren stark beschleunigen. Daher muss der Aufbau der emissionsfreien Stromproduktion ebenso schnell erfolgen.

Bioenergie

Biogas, Biomasse bzw. Biokraftstoffe gelten landläufig als klimaneutral, stellen jedoch THG-Emissionen dar, deren Vermeidung durch stoffliche statt energetische Verwendung klimapositiv wäre: wie bspw. Holz im Möbelbau oder Naturfasern zur Dämmung im Bau. Je länger der Kohlenstoff nicht emittiert wird, sondern gebunden bleibt, desto besser. Zudem ist die Produktion von Bioenergie von anderen Faktoren abhängig und begrenzt — so ist Biogas von Gärprozessen abhängig und unterliegt neben Biomasse und Biokraftstoffen einer Flächenkonkurrenz in der Landwirtschaft. Es ist davon auszugehen, dass die industrielle Nachfrage nach begrenzt verfügbarer und nur eingeschränkt ausbaufähiger Bioenergie sowie nachwachsenden Rohstoffen die Nutzung im Bereich Gebäudewärme und Kraftstoffe stark senken wird.³⁶ Gleichzeitig stellt Bioenergie eine Säule der Backup-Energieversorgung dar.³⁷

Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit und Notwendigkeit zur stofflichen Verwendung und für Strom-Backups geht dieses Konzept daher davon aus, dass Bioenergie weiterhin verwendet wird, jedoch nicht zunimmt.

Wasserstoff

Grüner Wasserstoff gilt als potenzielle Schlüsseltechnologie für die Energiewende im industriellen Sektor³⁸, insbesondere für Prozesse mit hohem Wärmebedarf, die derzeit fast ausschließlich von fossilen Brennstoffen durchgeführt werden. Die Herstellung von grünem Wasserstoff ist jedoch sehr energieintensiv und mit hohen Produktionskosten im Vergleich zu fossilen Brennstoffen verbunden, weshalb wirtschaftliche Anreize erforderlich sind.³⁹ Obwohl Wasserstoff großes Potenzial zur Vermeidung prozessbedingter Emissionen bietet, ist er teuer und ineffizient, um in anderen Sektoren — bspw. Gebäudewärme oder Kraftfahrzeugverkehr — auf absehbare Zeit eine bedeutende Rolle zu spielen.

Zusätzlich steht Detmold vor der Herausforderung, dass das geplante Wasserstoff-Kernnetz der Bundesregierung bis 2030 keine Anschlüsse in der Region vorsieht, und eine mögliche spätere Anbindung derzeit ungewiss bleibt.⁴⁰ Um eine zukünftige Wasserstoff-Versorgung sicherzustellen, wären daher erhebliche logistische Aufwände und hohe Energiekosten erforderlich. Diese Unsicherheit beeinträchtigt vor allem auch die wirtschaftliche Betrachtung im Bereich der Wärmeversorgung. Schlussfolgernd geht das Konzept davon aus, dass Wasserstoff in Detmold auf absehbare Zeit nicht verfügbar sein wird.

Photovoltaik

Photovoltaik wandelt Sonnenstrahlung direkt in elektrische Energie um und ist daher im Betrieb nahezu klimaneutral. Entstandene THG-Emissionen der Vorkette (Herstellung, Transport, Installation) sowie Entsorgung amortisieren sich in Deutschland nach durchschnittlich ein bis zwei Jahren⁴¹, was Photovoltaik zu einem zentralen Faktor macht, um den zukünftigen Stromverbrauch klimaneutral zu decken. Nach der Windenergie ist Photovoltaik derzeit die zweitgrößte erneuerbare Energiequelle in Deutschland⁴² — mit einem prognostizierten starken Ausbau. Dazu gehört auch der Ausbau von Gebäude-PV-Anlagen, die in Detmold derzeit mit 20 GWh/a über 25% der Stromproduktion ausmachen (Abbildung 11). Deutschlandweit stieg dieser Anteil in den letzten Jahren spürbar an.^{42, 43} Besonders in NRW beschleunigte sich der Ausbau mit einem Zuwachs von 21% im Jahr 2023 erheblich, sodass das Bundesland nun 15% zum nationalen Leistungszubau beiträgt.

Aus wirtschaftlicher Perspektive zählt Photovoltaik heute dank Skaleneffekten und technologischem Fortschritt zu den kostengünstigsten Formen der Stromerzeugung.⁴³ Allerdings ist davon auszugehen, dass der verstärkte Ausbau zu einer steigenden Flächenkonkurrenz führen wird.

In Detmold ist der Anteil der PV-Eigenproduktion noch relativ gering, steigt jedoch schnell. Steigt diese auch in Zukunft weiter, kann bis 2035 der Anteil auf 41% ausgebaut werden (171 GWh Stromproduktion von 416 GWh Stromverbrauch in 2035).

In diesem Konzept wird erwartet, dass bis 2040 zwei Drittel aller Wohngebäude mit jeweils 12 kWp PV — in Summe 143 MW — belegt werden,

Gebäude-PV-Anlagen von Gewerbe und Industrie bis 2035 68 MW beisteuern und kommunale Liegenschaften rund 6 MW. Zusammen 216 MW.

Eine im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes durchgeführte Potenzialanalyse für PV-Freiflächen ergab für Detmold 4.054 Hektar, davon 112 ha ohne besondere Abwägungs- und Prüferfordernis, 185 ha auf EEG-förderfähigen Flächen entlang der Bahnlinie. Allein letztere entsprechen je nach Belegung einem Potenzial von ca. 111 MW Agri-PV (0,6 MW/ha⁴¹) bis 222 MW Biodiversitäts-PV (1,2 MW/ha¹⁷).

Zur Einordnung: Würde man die Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung in Deutschland auf Detmolds 5.069 ha herunterbrechen, so würden in Detmold auf ca. 1.115 ha Nahrungsmittel, auf 710 ha Energiepflanzen und auf 3.041 ha Futterpflanzen angebaut.⁴⁴

Für dieses Konzept wird grundsätzlich mindestens eine biodiversitätsfreundliche Belegung von FFPV-Anlagen (Biodiv-FFPV) empfohlen. Der Unterschied zur konventionellen Freiflächen-PV liegt in einer bodenschonenden Bauweise ohne Versiegelung, wodurch die Flächen ökologisch aufgewertet und vollständig rückbaubar bleiben. Die Module schaffen durch angepasste Reihenabstände und höhere Modultische ein kühlendes Mikroklima, reduzieren die Verdunstung und fördern das Pflanzenwachstum im Halbschatten. So entstehen wertvolle Nahrungsquellen für Insekten und andere Tiere sowie artenreiche Lebensräume.⁴⁵

Windenergie

Windenergie gilt neben Photovoltaik als weitere tragende Säule der Energiewende. Im ersten Halbjahr 2024 betrug ihr Anteil an der öffentlichen Netztostromerzeugung 34,1 Prozent⁴⁶, damit leistet sie aktuell den größten Beitrag zur Stromversorgung. Dank technologischer Fortschritte und politischer Unterstützung wächst der Ausbau der Windenergie kontinuierlich und die steigende Effizienz moderner Turbinen macht die Stromerzeugung zunehmend kostengünstiger und nachhaltiger.⁴⁷

Ähnlich wie bei der Photovoltaik ist auch hier die zentrale Herausforderung, ausreichend nutzbare Flächen bereitzustellen. Daher verpflichtet das WindBG die Bundesländer, bis Ende 2027 Flächen für Windenergieanlagen auszuweisen (1,4%), und bis 2032 sollen es 2% sein.⁴⁸ Kommunen sind daher

gefordert, geeignete Flächen in ihren Plänen zu berücksichtigen, was neue wirtschaftliche Chancen, Bürgerbeteiligung und eine diversifizierte Energieversorgung mit sich bringt.

7 Windenergieanlagen (WEA) mit zusammen 14 MW stehen bereits im Stadtgebiet, die zwischen 2008 und 2011 errichtet wurden.⁷ Zusätzlich sind auf der Gauseköte 7 WEA geplant, wovon 3 (zusammen 16,5 MW) im Stadtgebiet stehen sollen (siehe 2.2.3).

Eine im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes durchgeführte Windpotenzialanalyse ergab für Detmold mehr als 20 Flächen mit über 40 Standorten bei eher konservativer Platzierung, noch ohne Prüfung möglicher Verdichtung als Konzentrationszonen. Dies entspräche bei Verwendung moderner WEA einer Leistung über 260 MW.

Batteriespeicher

In Detmold sind bereits über 1.200 Batteriespeicher mit einer Leistung von zusammen 8,2 MW und einer Kapazität von zusammen 9,1 MWh installiert.

Batteriespeicher spielen eine zentrale Rolle bei der Integration erneuerbarer Energien, indem sie überschüssigen Wind- und Solarstrom speichern und Schwankungen in der Energieproduktion ausgleichen.⁴⁹ Sie stabilisieren das Stromnetz, regulieren Frequenzen und managen Lastspitzen, wodurch der Bedarf an fossilen Reservekraftwerken sinkt. Zudem ermöglichen sie eine dezentrale Energieversorgung, erhöhen die Eigenverbrauchsquote und senken die Stromkosten. Auch hier fördern die zunehmend sinkenden Kosten ihren weiteren Ausbau und die Marktakzeptanz. Daher sollten sie bei der Planung von Wind- und PV-Parks gleich mit geprüft werden.

Stromnetz

Die Stadtwerke Detmold betreiben das Detmolder Stromnetz auf Nieder- und Mittelspannung, das in seiner Kapazität zur Aufnahme von erneuerbarer Stromproduktion größerer Anlagen begrenzt ist. Hinsichtlich des Ausbaus des Stromnetzes für größere WEA-Anlagen und PV-Anlagen wird das Stromnetz laut Stadtwerken Detmold nicht ausreichend sein. Für große EE-Anlagen wird ggfs. der Anschluss ans Hochspannungsnetz nötig sein, das in Detmold von Westfalen Weser Netz betrieben wird.

3.1.2 Szenarien zur Stromproduktion

Dieses Konzept beschreibt zwei Szenarien, mit denen Energie zur Verwendung in Detmold produziert werden könnten — beide Szenarien berücksichtigen bestehende und geplante Anlagen Dritter²⁷ mit zusammen schätzungsweise 128 GWh bzw. 27% des zukünftigen Stromverbrauchs bei voller Elektrifizierung (Siehe Abbildung 14).

1. **Das Basis-Szenario** dient der Deckung des zukünftigen Energiebedarfs, wenn alle Prozesse wie im Konzept beschrieben elektrifiziert wurden oder erneuerbar sind. Dafür wäre ein Zubau von 345 GWh Stromproduktion nötig (siehe Abbildung 11), der durch 5 Windenergieanlagen (30 MW), 116 Hektar Freiflächen-PV (139 MW FFPV) und ca. 11.000 PV-Aufdach-Anlagen (ca. 216 MW) erreicht werden könnte.²³ Dieser Ausbau könnte allein durch die kommunale EEG-Abgabe (0,2 ct/kWh) bei Wind- und FFPV-Anlagen ca. 400.000 Euro pro Jahr zum städtischen Haushalt beitragen.
2. **Das Kompensations-Szenario** produziert über den Eigenbedarf hinaus, um für das Jahr 2035 THG-Emissionen i.H.v. rund 48.000 t CO₂e zu kompensieren, die 2035 aller Voraussicht nach noch bestünden. Davon 31.000 t CO₂e im Bereich Wärme und 17.000 t CO₂e beim Verkehr. Hierfür müsste im Jahr 2035 295 GWh mehr Strom als im Basis-Szenario produziert werden.⁵⁰ Dafür wäre bis 2035 ein das Basis-Szenario übersteigender Zubau von weiteren 11 Windenergieanlagen (66 MW, also insgesamt 16 WEA mit 96 MW) und weiteren 131 Hektar FFPV (157 MW, also insgesamt 247 ha mit 296 MW) nötig.²³ Dieses Kompensations-Szenario ist als flexibel zu betrachten, da eine über die hier getroffenen Annahmen hinaus beschleunigte Elektrifizierung im Stadtgebiet das Kompensationsvolumen und damit den notwendigen Ausbau der Stromproduktion für 2035 reduzieren kann. Im Kompensations-Szenario könnte allein über die kommunale EEG-Abgabe weitere 0,6 Mio. Euro pro Jahr zum städtischen Haushalt beitragen — insgesamt also ca. 1,0 Mio. Euro/Jahr.

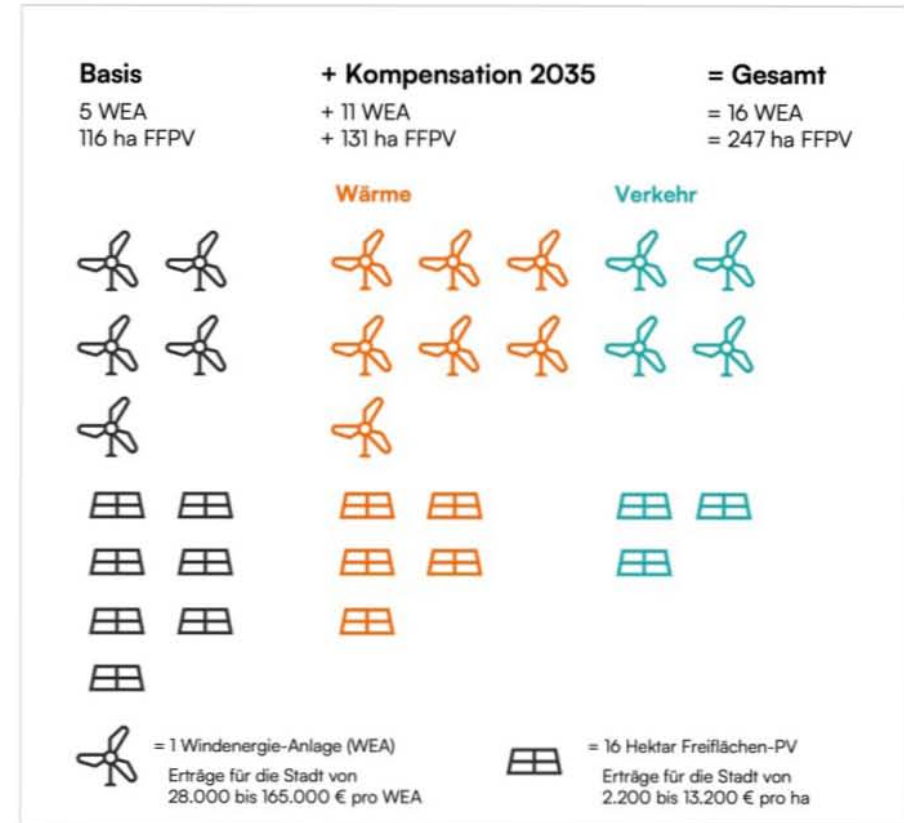


Abbildung 14: EE-Anlagen in Basis- und Kompensationsszenario 2035

Die genaue Anzahl an Windenergieanlagen und Hektar FFPV kann bei der Planung den Begebenheiten angepasst werden. Als Faustformel kann man eine Windenergieanlage durch 16 Hektar FFPV ersetzen und umgekehrt. Erstrebenswert ist, im Gesamtsystem Wind und PV von der produzierten Strommenge her in etwa gleichauf zu halten, da sie sich im Jahres- und Tagesverlauf gut ergänzen.

3.1.3 Tempo und Kosten

Wind und Photovoltaik können zusammen sowohl im Jahres- als auch Tagesverlauf den Hauptteil der nötigen Energie liefern.

Windenergieprojekte erfordern jedoch mehr Zeit als Photovoltaik-Projekte: durchschnittlich 4 Jahre inkl. Planung, Genehmigung und Bau.⁵¹

Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen können deutlich schneller gebaut werden. Sie benötigen im Außenbereich eine Bauleitplanung (1-2 Jahre)⁵², im privilegierten Bereich bspw. entlang von Schienen oder Autobahnen jedoch nur eine Baugenehmigung — Voraussetzungen, die in Detmold nicht gegeben sind.⁵³

Durch den neuen §249a-c BauGB eröffnen sich jedoch neue Möglichkeiten für erneuerbare Energien in Detmold.⁵⁴ Genehmigungsverfahren sollen erleichtert werden und Kommunen sollen Sondergebiete für Wind- und Solar-Projekte ausweisen können.

Gebäude-PV lässt sich pro Anlage zwar schneller umsetzen, kostet jedoch bis zu dreimal so viel wie FFPV pro installierter Leistung und dauert in Summe länger als FFPV-Anlagen mit vergleichbarer Leistung.⁵⁵

Daher sollte die Stadt die Verantwortung primär für den Ausbau von FFPV und Wind übernehmen und Gebäude-PV lediglich zur Reduzierung des Netzbezugs (siehe 4.1.4).

Der Bau größerer erneuerbarer Energie-Anlagen und eine Gleichzeitigkeit von Planung und Bau können Synergie- und Skaleneffekte erzeugen. Darum ist es ratsam, Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen und Windparks groß und zusammen zu betrachten, statt wie bei vielen privatwirtschaftlichen Projekten kleinteilig und einzeln.

Angesichts der deutlich gesunkenen Kosten für Batteriespeicher (siehe 3.1.1) ist deren Integration mit Wind- und PV-Anlagen künftig unerlässlich. Die Kombination aus PV und Batteriespeicher ist mittlerweile kostengünstiger als viele konventionelle Kraftwerke und erleichtert die Planung sowie Umsetzung nachhaltiger Energiekonzepte erheblich.³³

3.1.4 Flächen

In Detmold gibt es für FFPV keine privilegierten Flächen mangels zweigleisigen Bahnlinien und Autobahnen (§35 BauGB). FFPV-Anlagen sind 500m links und rechts entlang der Bahnlinie (§37 EEG 2023) EEG-förderfähig, Agri-PV auch auf übrigen landwirtschaftlichen Flächen.⁵⁶

Die Flächen für Freiflächen-Photovoltaik würden im Basis-Szenario mit 116 ha einen Anteil von 2,3% der landwirtschaftlichen Fläche in Detmold (5.071 ha) und 0,9% des gesamten Stadtgebiets (12.929 ha) ausmachen. Im Kompensations-Szenario (insgesamt 247 ha) 4,9% der landwirtschaftlichen Fläche und 1,9% des Stadtgebiets. Da die Flächenmengen nicht unerheblich sind, ist ein guter Interessensausgleich von großer Bedeutung für die Akzeptanz und Nützlichkeit von Energieparks in Detmold. Landeigentümer*innen haben bereits 40 Hektar eingereicht.⁵⁷

Für die benötigten 5 bis 16 Windenergieanlagen bestehen theoretisch EEG-förderfähige Potenzialflächen für schätzungsweise über 40 potenzielle Standorte.⁵⁸

3.1.5 Wirtschaftlichkeit

Gesamtwirtschaftlich betrachtet ergeben sich enorme Wertschöpfungspotenziale durch die lokale Erzeugung erneuerbarer Energien — insbesondere dann, wenn diese Erzeugung „in Eigenregie“ zum Wohle der örtlichen Wirtschaft und der Menschen vor Ort organisiert wird.

Von den 138 Millionen Euro, die die Menschen, Unternehmen und die Stadtverwaltung jährlich für Strom, Brenn- und Kraftstoffe aufwenden fließt der absolute Großteil, nämlich 111 Millionen Euro aus der Region ab, was im überwiegend fossilen Energiesystem der Gegenwart den Regelfall darstellt (siehe 2.6). Das erneuerbare Energiesystem der Zukunft bietet hingegen die Chance, das für Energie ausgegebene Geld vor Ort zu halten und so die örtliche Wirtschaft anzukurbeln. Gleichzeitig können dabei die Energiekosten dauerhaft und planbar niedrig gehalten werden. Diese Energieausgaben würden nicht wie bisher größtenteils ins Ausland abfließen, sondern das Geld könnte vor Ort zirkulieren: neue Firmen und Arbeitsplätze entstehen, die Kaufkraft und (kommunale) Steuereinnahmen stiegen deutlich.

3.1.6 Wertschöpfung sichern

Zur Sicherung von Wertschöpfung und günstigen Energiepreisen ist Detmold bereits mit den Stadtwerken Detmold und der kürzlich gegründeten Detmolder Energie GmbH ausgestattet, die den Ausbau der erneuerbaren Energien im Interesse der Stadt vorantreiben, Beteiligungen für Stadt, Bürger*innen und Wirtschaft ermöglichen und konkrete Energielösungen, wie zum Beispiel Stromtarife für Detmolder*innen und Unternehmen, anbieten können. Stadt, Bürger*innen und Wirtschaft können auf unterschiedliche Weise beteiligt sein und von der neuen Energieproduktion profitieren: durch Kapitalbeteiligungen wie bspw. Darlehen, Genossenschaftsanteile, Pachten, aber auch als Energieabnehmer durch besonders günstige Energiepreise (siehe E4. Sicherung der regionalen Wertschöpfung). Direktanschlüsse für Großabnehmer sind bis zu 5 km möglich (§3 EnWG). Sofern die Stadt mit ihren Gesellschaften selbst Projekte initiiert, ist sie auf diese Weise in der Lage, über Größe und Parallelisierung der Projekte Synergie- und Skaleneffekte zu erzeugen und den Ausbau bis 2035 sicherzustellen. Schlüssel ist, dass die Stadt im Rahmen der Verfahren ihre Ziele einbringt, unabhängig davon, von welchen Akteuren Projekte zum Aufbau erneuerbarer Energien initiiert oder durchgeführt werden.

3.1.7 Perspektiven

Über die nächsten Jahre werden Speichertechnologien voraussichtlich immer wirtschaftlicher und risikoärmer. Dies betrifft nicht nur Stromspeicher, sondern auch Wasserstoffspeicher und Wärmespeicher.²⁶ Hier gilt es, die Entwicklungen zu verfolgen und die Maßnahmen gegebenenfalls anzupassen. So liefern bereits dieses Jahr (2024) FFPV-Anlagen mit Batteriespeichern Strom zu niedrigeren Gestehungsanlagen als Gaskraftwerke — eine Entwicklung die erst für 2030 prognostiziert wurde.²⁶ Daher sollten bei der Planung von Wind- und PV-Parks Batteriespeicher gleich mit geprüft werden.

3.2 Maßnahmenvorschläge

Die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Energieproduktion sollten als unabdingbar angesehen werden. Vollständige Beschreibungen siehe Anhang.

E1. Entwicklung von Freiflächen-PV-Anlagen

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag von 9%

Der Bau von FFPV-Anlagen im Stadtgebiet wäre kurz- bis mittelfristig umsetzbar und damit schnell klimawirksam. Entlang der Bahnlinie könnten EEG-förderfähige FFPV-Anlagen gebaut werden. Der weitere FFPV-Zubau müsste überwiegend außerhalb des EEG-förderfähigen Bereichs oder als Agri-PV erfolgen. Der Bau von insgesamt 247 Hektar FFPV (296 MW) wird empfohlen. — Beitrag zu 2035: -39.091 t CO₂e.

E2. Entwicklung von Windenergieanlagen

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag von 7%

Windenergiestrom ist hoch attraktiv für die Detmolder Wirtschaft bspw. mittels Direktanschluss (bis 5 km), aber auch für die zukünftige Wärmeversorgung. Der Bau von bis zu 16 WEA (96 MW) wird empfohlen. Frühe Flächen-sicherung und die Absprache mit dem Landkreis sind wichtig. — Beitrag zu 2035: -31.756 t CO₂e.

E3. Beschleunigte Installation von Gebäude-PV-Anlagen

Priorität: mittel • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag 4%

Je niedriger Installationspreise und Installationsaufwände pro Gebäude ausfallen, desto mehr Haushalte können ihre Energiepreise senken. Ein geografisch koordiniertes und gebündeltes Vorgehen des regionalen Handwerks könnte dies zum eigenen Vorteil erreichen. — Beitrag zu 2035: -15.387 t CO₂e.

E4. Sicherung der regionalen Wertschöpfung

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag n.q.

Durch neue Strukturen könnte eine weitgehende regionale Wertschöpfung sichergestellt werden. Lokale Akteure könnten finanziell vom Betrieb der errichteten Windenergie- und Photovoltaik-Anlagen profitieren. Die neu gegründete Detmolder Energie GmbH wäre bereits ein Teil dieser Maßnahme.



Abbildung 15: Beiträge der Maßnahmen im Handlungsfeld Energieproduktion zur Klimaneutralität 2035

4 Handlungsfeld Energienutzung

4.1 Status Quo & Leitgedanken

Der Ausstieg aus dem fossilen Energieverbrauch spielt eine entscheidende Rolle bei der Erreichung der Klimaziele. Ein großer Teil der weltweiten CO₂-Emissionen wird durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe zur Wärmeversorgung verursacht. In Detmold stellt die fossile Wärme-Erzeugung 39% aller THG-Emissionen im Stadtgebiet dar — mit Erdgas zu 27% als größte einzelne THG-Emissionsquelle (siehe Abbildung 6).

In den letzten 5 Jahren wurden in Deutschland jährlich 4-6% der Wärmeerzeuger ausgetauscht.⁵⁹ Da auch heute noch Öl- und Gasheizungen verbaut werden, würde eine Dekarbonisierung des Wärmesektors beim durchschnittlichen Tempo von jährlich 5% ca. 20 Jahre dauern. Eine Steigerung auf jährlich 7% würde die Zeit bereits auf 15 Jahre verkürzen. Bis 2035 könnten dadurch theoretisch ca. zwei Drittel der Wärmeerzeuger in Detmold adressiert werden. Dieses Konzept verfolgt daher im Bereich Wärme Maßnahmen, die das Tempo erhöhen, indem ein Umstieg attraktiver wird und indem Handwerkskapazitäten aufgebaut oder effizienter genutzt werden.

Neben dem Wechsel zur klimaneutralen Detmolder Fernwärme ist die Elektrifizierung der fossilen Wärme-Erzeugung dabei eine der effektivsten Methoden zur Verringerung der THG-Emissionen und unerlässlich zur Begrenzung der globalen Erwärmung. Aktuell sind schätzungsweise nur ca. 1-2% aller Wärmeerzeuger in Detmold Wärmepumpen, deutlich weniger als im deutschen Durchschnitt von 9%. In Detmold wurde in den letzten Jahren der Austausch von alten Heizkesseln zeitlich vorgezogen — meist wurden jedoch noch neue Erdgas- und Ölheizungen eingebaut.

Die Umstellung der Wärme-Erzeugung ist ein gewaltiger Kraftakt, der dann besonders ins Rollen kommt, wenn der Umstieg auch zu wirtschaftlichen Vorteilen führt. Die Elektrifizierung von Wärme im Bereich Gebäude, produzierendes Gewerbe und bis hin zu Industrie muss daher mit dem Ausbau günstiger erneuerbarer Energien einhergehen, um sicherzustellen, dass der Umstieg nicht zu höheren Energiekosten führt (siehe 3.1.5).

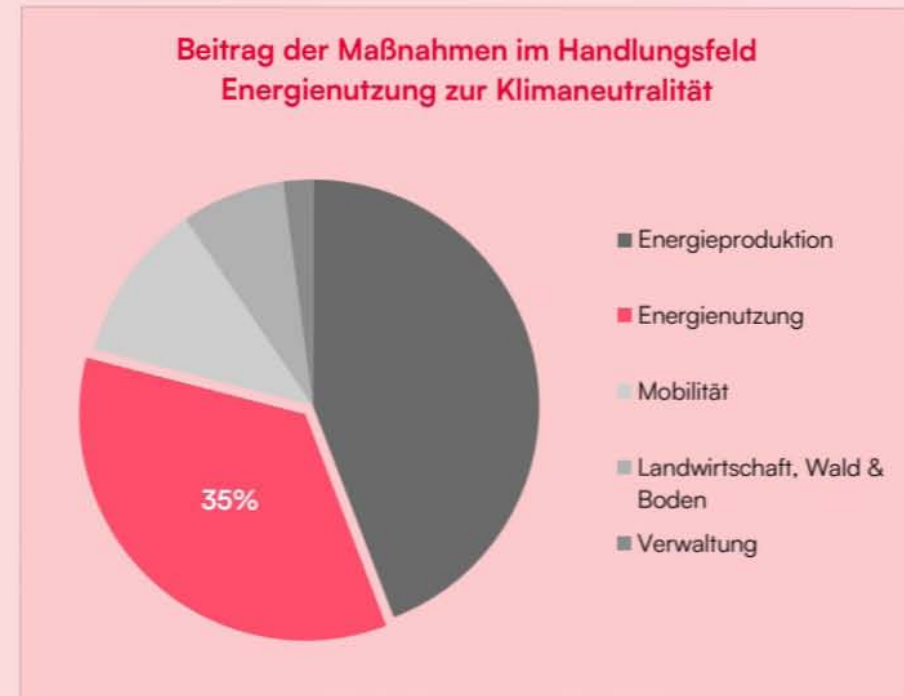


Abbildung 16: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Energienutzung zur Klimaneutralität 2035

4.1.1 Endenergieverbrauch im Bereich Wärme

Im Jahr 2022 betrug der Detmolder Endenergieverbrauch im Bereich Wärme 816 GWh. Bis zum Jahr 2045 könnte dieser auf 382 GWh sinken (-55%, siehe Abbildung 17) — bis 2035 auf 474 GWh (-42%).

Der Endenergieverbrauch der Wärme teilte sich 2022 auf in 94,2% Gebäudewärme und 5,8% Prozesswärme (Abbildung 17), wobei Private Haushalte 61,6% des gesamten Wärmeverbrauchs ausmachten.

Die Wärmeversorgung in Detmold basiert derzeit noch stark auf fossilen Energieträgern, welche 2022 insgesamt 78% der Wärmeerzeugung in Detmold deckten: 58% der Wärme wurde mit Erdgas erzeugt (474 GWh verbunden mit 121.914 t CO₂e), 16% entfielen auf Heizöl (133 GWh zu 41.518 t CO₂e). Ergänzend dazu trugen sonstige konventionelle Energieträger — fossile Energieträger, die weder Erdgas, Heizöl noch Biomasse umfassen und oft einer spezifischen Quelle nicht eindeutig zuzuordnen sind — mit 3% zum Wärmeverbrauch bei (22 GWh, 7.170 t CO₂e). In der Wärmeplanung werden die hier aufgeführten „Sonstigen Konventionellen“ mittels einer anderen Bilanzierungsmethode auf Heizöl, Flüssiggas, Kohle usw. aufgeschlüsselt.⁶⁰

Erneuerbare Energieträger deckten 2022 insgesamt 19% der Wärmeversorgung in Detmold. Die klimaneutrale Detmolder Fernwärme⁶¹ bediente 15% des Wärmeverbrauchs (121 GWh) und liegt damit über dem Bundesdurchschnitt von 8%.⁶² Biomasse deckte mit 3% nur einen geringen Teil des Detmolder Wärmeverbrauchs. 2022 waren 238 Wärmepumpen in Detmold angeschlossen⁶³ und lieferten 0,2% des Detmolder Wärmeverbrauchs.

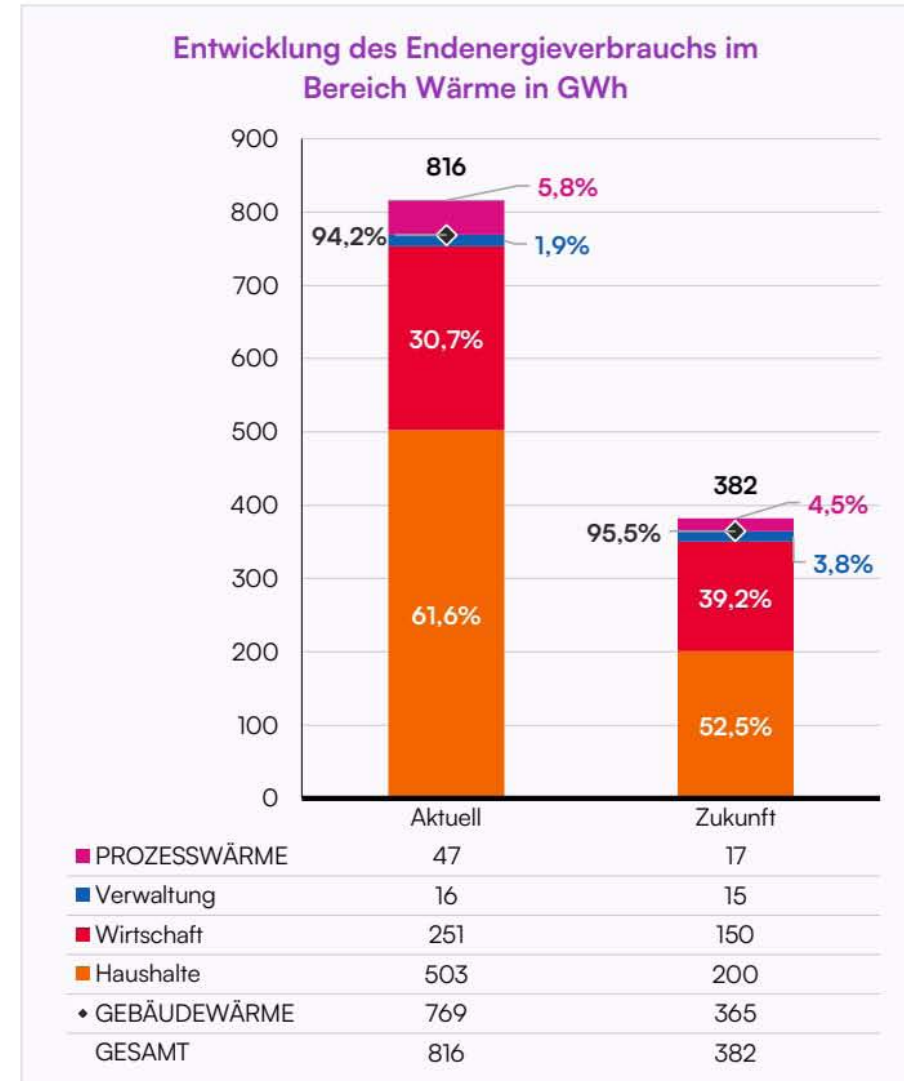


Abbildung 17: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Bereich Wärme in GWh

4.1.2 Entwicklungen im Bereich Wärme

Wärmeplanung in Entstehung

Die Stadt Detmold erarbeitet derzeit mit den Stadtwerken Detmold eine Wärmeplanung, um die geeignetsten Wärmelösungen für die Stadtgebiete zu identifizieren. Dieses Klimaschutzkonzept beschränkt sich daher in seiner Betrachtung des Wärmesektors auf allgemeine Entwicklungen und die Gesamtbetrachtung der Stadt.

Steigende Energiepreise durch erweiterten Emissionshandel

Der 2027 bzw. 2028 kommende erweiterte Emissionshandel (EU-ETS 2⁶⁴) wird aller Voraussicht nach die Preise für fossile Energien steigen lassen, was sowohl Hausbesitzer*innen und Mieter*innen als auch Betriebe mit höherem Energieverbrauch unter Druck setzen wird, ihren Wärmeverbrauch erneuerbar zu decken. Die Stadtgesellschaft würde daher stark von einem Zubau erneuerbarer Strom- und Wärmeproduktion zur Erreichung verlässlich niedriger Energiekosten profitieren — Betriebe mit höherem Energieverbrauch zusätzlich von Direktanschlüssen (siehe Maßnahmensteckbriefe E2. Entwicklung von Windenergieanlagen, E4. Sicherung der regionalen Wertschöpfung und N4. Initiative Wirtschaftspartnerschaft).

Für die Erdgasnetze bedeuten die steigenden Energiepreise ein Abwandern der Gaskunden zu günstigerer Wärmeherzeugung. Das heißt, immer weniger Erdgas-Abnehmer müssen sich die Kosten für die Aufrechterhaltung des Erdgasnetzes teilen, was Erdgas für die verbleibenden Kunden zusätzlich unattraktiver macht.

Daher erwartet dieses Konzept eine sich selbst beschleunigende Abwanderung, die um das Jahr 2030 herum einen Kipppunkt erreicht.

Ausbau der klimaneutralen Fernwärme

Die mehrheitlich kommunale Detmolder Fernwärme ist bereits klimaneutral⁶¹ und soll nach den Plänen der Stadtwerke Detmold ihre Wärmemenge von aktuell 116 GWh bis 2040 um mehr als 50% steigern, womit sie nach Berechnungen dieses Konzepts 2030 rund 20% des Nutzwärmeverbrauchs im

Stadtgebiet decken könnte, 2035 rund 25% und 2040 rund 27%. Der Fernwärmeausbau in Detmold wird nach Angaben der Stadtwerke aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorwiegend im Innenstadtbereich erfolgen. In diesem Konzept wird vereinfacht angenommen, dass ein Umstieg auf Fernwärme ausschließlich von Erdgas kommend erfolgt, was somit den Erdgasverbrauch bis 2040 um 65 GWh und die damit verbundenen Erdgas-THG um rund 17.000 t CO₂e bzw. senken würde (ca. 14% aller Erdgas-THG im Stadtgebiet).

Ein Umstieg von Erdgas auf Fernwärme ist in Detmold aktuell noch mit einem leichten Anstieg der Energiekosten verbunden.⁶⁵ Die Investitionskosten für einen Umstieg werden jedoch bis zu 70% gefördert⁶⁶, so dass hier bereits ein wirtschaftlicher Anreiz für einen Wechsel besteht. Dennoch werden zur Zeit deutlich weniger Anschlüsse angefragt als seitens der Stadtwerke möglich wären. Zur Zeit besteht keine Anschluss- und Benutzungspflicht für Fernwärme, die zwar eine Beschleunigung des Zuwachses bewirken würde, jedoch nicht unumstritten ist. Es wird erwartet, dass die absehbar steigenden Erdgaspreise einen Umstieg immer attraktiver werden lassen.

Geothermie

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW nannte 2015 für Detmold ein Geothermie-Potenzial von 670,9 bis 784,7 GWh.⁶⁷ Auch hierfür wird die Wärmeplanung mögliche Anwendungsfälle aufzeigen. In NRW und insbesondere in Detmold läuft zur Zeit eine Untersuchung der Geothermie, die Mitte 2025 erste Ergebnisse liefern soll.⁶⁸ Geothermie-Projekte benötigen im Schnitt 10 Jahre, so dass eine entsprechende Planung möglichst früh begonnen werden sollte, um dieses riesige Potenzial für Detmold einzuordnen.

Wasserstoff

Im Zeithorizont dieses Konzepts wird Wasserstoff nicht in bedeutenden Mengen in Detmold zur Verfügung stehen. Die laufenden Planungen für das Wasserstoff-Netz sehen bis 2030 keinen Anschluss für Detmold vor.⁶⁹ Eine darüberhinausgehende Erweiterung ist derzeit unklar. Dies würde für eine Wasserstoff-Versorgung Detmolds hohe logistische Aufwände und damit

erhebliche Energiekosten bedeuten, was die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten, besonders im Bereich Wärme in Detmold erheblich einschränken würde.

Biomasse/Biogas

Bioenergie deckte 2022 einen Anteil von 3% des Detmolder Nutzwärmeverbrauchs. Zählt man die Restholzverbrennung der Detmolder Fernwärme hinzu, sind es sogar rund 18%. Wie oben im Kapitel „Handlungsfeld Energieproduktion“ beschrieben wird eine erhöhte Nachfrage der Wirtschaft nach Biomasse und Biogas erwartet. Die Produktionsmengen können jedoch nur eingeschränkt gesteigert werden. Einen Ersatz von Erdgas durch Biogas ist aufgrund der geringen Verfügbarkeit von Biogas flächendeckend abschließbar. Die verfügbaren Bioenergie-Potenziale könnten jedoch durchaus in Wärmenetzen mit hohen Vorlauftemperaturen verwendet werden. Daher erwartet dieses Konzept neben den beschriebenen Veränderungen bei der Fernwärme eine gleichbleibende Nutzung von Bioenergie für Wärme.

Solarthermie auf Dächern und Freiflächen

2022 deckte Solarthermie mit 4,9 GWh einen Anteil von 0,6% des Detmolder Wärmeverbrauchs. Das LANUV NRW nannte 2013 für Detmold ein technisches Solarthermie-Potenzial von 18,4 GWh auf Dachflächen.⁷⁰ Eine volle Ausnutzung des von LANUV ermittelten Potenzials deckt sich in etwa mit der erwarteten Steigerung der Solarthermie für Deutschland insgesamt.⁷¹

Da Wind- und PV-Anlagen im Verbund mit Wärmepumpen jedoch inzwischen vergleichbare Wirkungsgrade wie Solarthermie erreichen können und sich gleichzeitig überschüssige Energie (Strom) leichter anderweitig nutzen lässt, ist die tatsächliche Veränderung in Detmold im Bereich Solarthermie auf Basis der in diesem Konzept erhobenen Daten schwer vorherzusagen. Die Wärmeplanung könnte dafür ein deutlich klareres Bild zeichnen. Dieses Konzept geht daher vereinfacht von gleichbleibenden Nutzung von Solarthermie aus.

PVT-Module — Hybridmodule aus Solarthermie (Wärme) und Photovoltaik (Strom) — bieten eine immer attraktivere Möglichkeit, auf begrenzter Fläche die Sonneneinstrahlung noch stärker in nutzbare Energie umzuwandeln und

als Wärmequelle für Wärmepumpen einen lüfterlosen Betrieb zu ermöglichen. Freiflächen-Solarthermie ist mitunter eine Option für Betriebe, die ganzjährig einen hohen Wärmeverbrauch haben, was auch eine Zweitnutzung in Nahwärmenetzen ermöglichen kann.

Wärmepumpen

Durch einen Wechsel von einer Ölheizung zu einer Wärmepumpe mit Bundesstrom lassen sich bereits heute 55% der THG-Emissionen einsparen.⁷² Da der Bundesstrom immer emissionsärmer wird, steigt dieser Vorteil jährlich.

Etwa 1% der Gebäude in Detmold wurden 2022 mit Wärmepumpen beheizt.

Wärmepumpen nutzen die Umgebungsenergie aus Luft, Boden oder Wasser und wandeln sie in Wärme um. Im Vergleich zu fossilen Öl- und Gasheizungen haben sie einen höheren Wirkungsgrad, da sie deutlich mehr Energie liefern, als sie verbrauchen. Sie benötigen nur eine geringe Menge an Strom, um Wärme aus der Umgebung zu extrahieren und auf ein nutzbares Niveau zu erhöhen. So kann eine Wärmepumpe, je nach Modell und Umgebungsbedingungen, das 3- bis 5-fache der elektrischen Energie⁷³, die sie verbraucht, als Wärmeenergie bereitstellen. Im Gegensatz dazu verbrennen Öl- und Gasheizungen fossile Brennstoffe, um Wärme zu erzeugen, wodurch ihr Wirkungsgrad auf unter 1 begrenzt ist.⁷⁴

Häufig noch unbekannt ist die Tatsache, dass Wärmepumpen auch im Altbau wirtschaftlich eingesetzt werden können.⁷⁵

Mittlerweile sind nicht nur hohe Vorlauftemperaturen von bspw. 80°C möglich — weshalb Wärmepumpen auch für unsanierten Altbau einsetzbar sind — sondern oft reicht schon der Austausch einzelner Heizkörper, um eine Wärmepumpe mit niedrigerer maximaler Vorlauftemperatur verwenden zu können (bspw. 55°C).⁷⁶

Nahwärme

Nahwärmenetze können wie Fernwärme bei ausreichend hoher Wärmedichte in einem Stadtgebiet wirtschaftlicher sein als dezentrale

Wärmelösungen. Nahwärme kann dabei auf unterschiedliche Energiequellen aufbauen und diese vermischen: Biomasse/Biogas, Solarthermie, Geothermie und auch Großwärmepumpen.

Bei Kalter Nahwärme (Fernwärme der 5. Generation) werden neben einer zentralen Erzeugung der niedrigen Übertragungstemperatur (5-25° C) zusätzlich Wärmepumpen in jedem Gebäude installiert, um dort die Temperatur auf das gewünschte Niveau zu heben oder sogar zur Kühlung zu verwenden — ein attraktiver Nebeneffekt angesichts steigender Temperaturen.⁷⁷

Synergien durch Sektorkopplung

Dort, wo Stadtgebiete nicht mit Wärmenetzen mit hohen Vorlauftemperaturen versorgt werden können, werden die Tüchtigkeit des Stromnetzes, die Flexibilisierung der Wärmeerzeuger, der Aufbau von Wärmespeichern (bspw. Erdwärmespeicher) und die Bedarfsgerechte Stromproduktion (bspw. Windstrom für Wärme) eine große Rolle spielen, um die Wirtschaftlichkeit einer schnellen Wärmewende zu ermöglichen.

Heizgradtage

Mit zunehmender globaler Erwärmung gehen abnehmende Heizgradtage einher. Das Umweltbundesamt rechnet hierzu mit einer Reduktion um 5% bis 2045 gegenüber 2020.⁷⁸ Der Wärmeverbrauch wird also entsprechend sinken, was in diesem Konzept berücksichtigt wird.

4.1.3 Energieeffizienzmaßnahmen

Auch wenn die größten Effizienzvorteile durch die Elektrifizierung möglichst vieler Prozesse erreicht werden können, ist es dennoch nicht falsch, flankierend auch Wärmeverlust und Stromverbrauch von Gebäuden mit in den Blick zu nehmen. Während die Dämmung der obersten Geschossdecke und Einblasdämmung die niedrigsten Kosten pro eingesparter Energie haben, sind Fassadendämmung und energieeffiziente Fenster für bislang unsanierte Altbauten kostspieliger. Die Maßnahmenpalette umfasst jedoch auch den Austausch traditioneller Beleuchtungssysteme gegen effizientere LED-Technologie und das Ersetzen ineffizienter Elektrogeräte. Auch die Einführung von Smart-Home-Technologien zur optimierten Steuerung von Heizung,

Kühlung und Beleuchtung kann dazu beitragen, den Energieverbrauch zu reduzieren — und das Erreichen der Klimaziele so unterstützen. Besonders hilfreich ist es hier, ausreichend Energieberatungsangebote sicherzustellen (siehe V4. Energieberatung/ Unterstützungsangebote). In der Wärmeplanung rechnet das LANUV im moderaten Sanierungsszenario mit einem bis 2045 um 23% reduzierten Raumwärmebedarf, der in den Berechnungen dieses Konzepts berücksichtigt wurde.⁷⁹

4.1.4 PV zur Reduzierung des Netzbezugs

Photovoltaik-Aufdachanlagen können zusammen mit dezentralen Batteriespeichern den Netzbezug von Strom in Haushalten und Bürogebäuden erheblich reduzieren. In Kombination mit einer Wärmepumpe kann je nach Gebäude-Energieeffizienzklasse ein sehr effizientes Energiesystem entstehen⁸⁰, das eine Stromautarkie von rund 40% in herkömmlichen Gebäuden bis hin zu etwa 70% in Häusern mit hohem Energiestandard ermöglicht. Eine Wärmepumpe kann vor allem in den Übergangsmonaten mit dem von der PV-Anlage erzeugten Strom betrieben werden, was zu einer weiteren Senkung des Stromverbrauchs führt.

Darüber hinaus kann überschüssiger Strom in das Netz eingespeist oder in Heimspeichern für den späteren Gebrauch gespeichert werden. So unterstützt diese Kombination eine nachhaltige, selbst erzeugte Energieversorgung und hilft, die Energiekosten und den Netzstrombedarf zu senken.

Dies geschieht aktuell nur in geringem Maße. Die Stromeinspeisungen von PV-Anlagen in den Jahren 2022 und 2023 entsprachen nahezu ihrer theoretischen Stromproduktion. Während es im Stadtgebiet bereits über 3.600 PV-Anlagen gibt, wurden bisher nur knapp 1.300 Speicher installiert, im Schnitt mit 7 kWh.⁷ Ihre Zahl wächst jedoch inzwischen rasant (siehe 3.1.1). Der Zubau von Speichern geht dabei mit der weiteren Nutzung einher — z.B. Ladevorgänge für E-Autos.

Da sich die Anschaffung von PV-Aufdachanlagen in aller Regel in einem absehbaren Zeitraum — von Balkonkraftwerken sogar innerhalb kurzer Zeit — rechnet, sind städtische Förderprogramme nicht notwendig. Äußerst hilfreich sind allerdings Angebote, bei der ausgebildete Detmolder*innen ehrenamtlich und kostenfrei andere Bürger*innen dabei unterstützen, eine

eigene Anlage in Betrieb zu nehmen (siehe K2. Bildungsarbeit). Um vermehrt auch ältere Mitmenschen dazu zu motivieren, ist es sinnvoll, Angebote zum Mieten und Kaufen von Solaranlagen auszuweiten. Auch eine gezielte Erben-Beratung könnte angeboten werden, bei der die nächste Generation in die zeitgemäße Modernisierung des Hauses einbezogen wird.

4.1.5 Sanierungsbeschleunigung

Eine beschleunigte Elektrifizierung wird auch durch die fehlende Verfügbarkeit von umsetzenden Handwerkskapazitäten eingeschränkt. Quartiersweiser serieller Einbau von Wärmepumpenheizungen in Verbindung mit Aufdach-PV-Modulen in energetisch geeigneten Quartieren (spezifische Verbräuche $<150 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$) kann zu einer signifikanten Erhöhung der Sanierungsrate führen (siehe N2. Modellhafte energetische Quartiersentwicklung).

Hierfür bedarf es einer Ansprache und Zusammenarbeit des lokalen Handwerks. Dafür sollten auch die Detmolder Dachdecker- und Baubetriebe eingebunden werden. Falls genügend Betriebe zur Kooperation bereitstehen, können durch Einkaufsgemeinschaften, eine quartiersweise Kundenansprache und interner Abstimmung zwischen den Gewerken sowie den Einzelsanierungsprojekten, erhebliche Skalierungs- und Beschleunigungseffekte wirken. Eine gesteigerte Wirtschaftlichkeit auf Kunden- sowie Handwerkerseite ist ein weiterer wichtiger Vorteil dieser Strategie (siehe N2. Stärkung des regionalen Handwerks).

Für den Fall, dass nicht genügend lokale Handwerksbetriebe für eine solche Vorgehensweise zu gewinnen sind, können auch in der näheren Umgebung Firmen eingebunden werden. Die Beauftragung eines Generalunternehmers zur Quartierssanierung stellt eine weitere Alternative dar, bei der die lokale Wertschöpfung geringer ausfällt, die Sanierungsrate aber auf das notwendige Maß erhöht werden kann.

4.1.6 Perspektiven

Sofern die Energieproduktion mit erneuerbaren Energien vor allem auf Photovoltaik und Wind umgestellt wird, stellt sich unmittelbar die Frage nach der Verlässlichkeit und Verfügbarkeit auch zu Zeitpunkten von fehlender Sonne und Wind. Zwar steht auch Detmold vor Herausforderungen in Bezug auf Flächenverfügbarkeit und der sogenannten „Dunkelflauten“-Problematik. Jedoch werden neben der regionalen Kooperation auch lokale Maßnahmen diese Thematik adressieren.

Wichtige Bestandteile werden daher die Flexibilisierung des Verbrauchs und die Speicherung von Energie darstellen. Neben technologischen Fortschritten z.B. bei Batterien ist eine wachsende Bewusstheit bei Verbraucher*innen entscheidend. Dies sollte kommunikativ und technologisch unterstützt werden.

4.2 Maßnahmenvorschläge

Die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Energienutzung sollten als unabdingbar angesehen werden. Vollständige Beschreibungen siehe Anhang.

N1. Fernwärmeausbau

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: läuft bereits • Beitrag von 4%

Die Stadtwerke Detmold planen einen Ausbau der Fernwärme um 65 GWh bis 2040. Gegebenenfalls ließe der jährliche Zuwachs sogar noch um 10% steigern, wodurch das Ziel bereits 2035 erreicht werden könnte. — Beitrag zu 2035: -17.076 t CO₂e.

N2. Modellhafte energetische Quartiersentwicklung

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag von 17%

Um bis 2035 die THG-Emissionen im Bereich Gebäudewärme um mindestens 70% zu senken, wäre eine neue Sanierungsgeschwindigkeit nötig: beispielsweise 1.000 bis 1.500 Wärmeerzeuger pro Jahr müssten transformiert werden, was einer jährlichen Austauschquote von 6% bis 8% entspräche, gegenüber zuletzt 4% bis 5% deutschlandweit. Das kann durch eine quartiersweise Betrachtung durch Stadt und Handwerkerschaft gelingen. Dazu könnte die Stadt Detmold ab 2025 anhand von 2 bis 3 Modell-Quartieren die serielle Dekarbonisierung testen. — Beitrag zu 2035: -76.296 t CO₂e.

N3. Stärkung des regionalen Handwerks

Priorität: mittel • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag n.q.

Um ein hohes Tempo der Quartiersentwicklung zu ermöglichen, wird ein gemeinsames Vorgehen der regionalen Handwerkerschaft empfohlen. Von einer Allianz würden nicht nur die Betriebe selbst, sondern auch ihre Kund*innen stark profitieren können. Ein Zusammenschluss der ansässigen Betriebe in Form einer Handwerks-Allianz könnte die regionale Wertschöpfung und das Handwerk fördern. Der Detmold2035-Pakt könnte dafür ein geeigneter Rahmen sein.

N4. Initiative Wirtschaftspartnerschaft 2035

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag von 14%

Die Detmolder Wirtschaft beeinflusst 35% der THG-Emissionen im Stadtgebiet und benötigt Versorgungssicherheit mit günstiger emissionsfreier Energie. Eine verstärkte Zusammenarbeit der Wirtschaft sollte nicht nur beim Ausbau der Erneuerbaren, sondern auch zur Elektrifizierung und Dekarbonisierung der Wirtschaft verfolgt werden. Dies betrifft nicht nur den Wärmeverbrauch, sondern auch den Wirtschaftsverkehr im Stadtgebiet. Auch hierfür könnte der Detmold 2035-Pakt ein geeigneter Rahmen sein. Beim ÖPNV ist der Umstieg auf E-Busse bereits vorgesehen und beauftragt. — Beitrag zu 2035: -61.338 t CO₂e inkl. Ausbau von Gebäude-PV und Elektrifizierung des Fuhrparks.

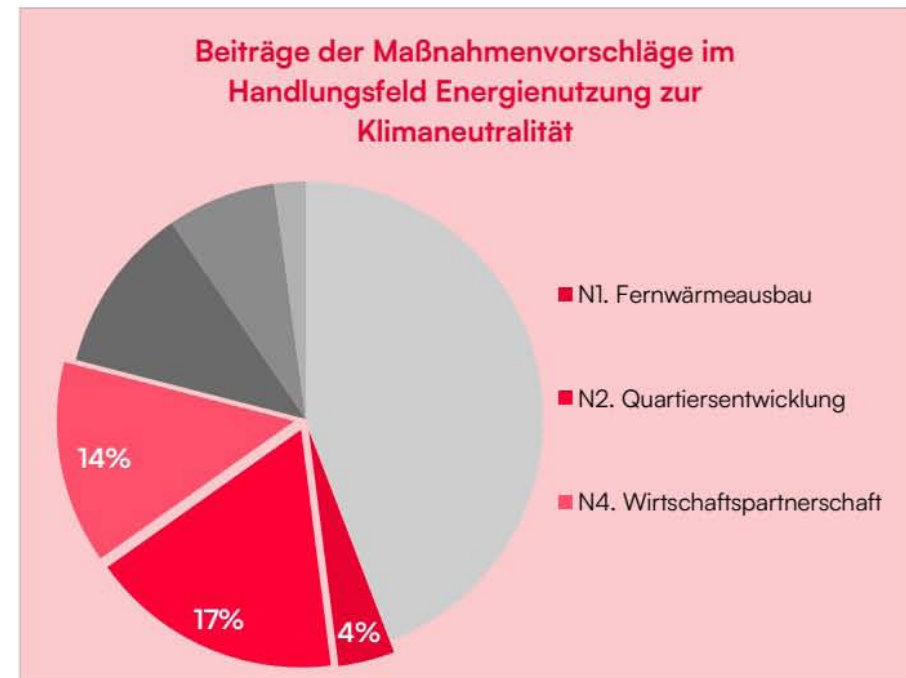


Abbildung 18: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Energienutzung zur Klimaneutralität 2035

5 Handlungsfeld Mobilität

5.1 Status Quo und Leitgedanken

Die Mobilität spielt eine wichtige Rolle beim Erreichen der Klimaneutralität. 2022 verursachte der Verkehrssektor in Detmold 22% der THG-Emissionen, machte 21% des Endenergieverbrauchs aus und entsprach 28% der Energiekosten der Stadt. Dabei verursachte Diesel 13% aller THG-Emissionen im Stadtgebiet, Benzin 8%. Es herrscht eine durchschnittlich hohe Pkw-Dichte von 532 Pkw pro 1.000 Einwohner.

Um die THG-Emissionen durch Diesel und Benzin zu adressieren, bestehen folglich die Optionen in einer Umstellung der Kraftstoffe unter Beibehaltung des Verbrenner-Fahrzeugbestands, dem Austausch des Verbrenner-Fahrzeugbestands durch elektrische Fahrzeuge (bei gleichzeitigem Aufbau emissionsfreier Stromproduktion), eine Verringerung der THG-Emissionen pro zurückgelegtem Kilometer (bspw. durch Umstieg auf ÖPNV, E-Auto oder Rad) oder umgekehrt eine Verringerung der zurückgelegten Kilometer pro emit tierendem Kraftfahrzeug (bspw. durch eine höhere Home Office Quote oder kürzere Wege (Stichwort 15-Minuten-Stadt).

Nachhaltige Kraftstoffe

Ein zunächst naheliegender Gedanke ist, auf erneuerbare Kraftstoffe umzu steigen.

Bio-Fuels sind jedoch auf absehbare Zeit bei weitem nicht in ausreichender Menge verfügbar⁸¹ und würden die Flächenkonkurrenz in der Landwirtschaft sehr stark erhöhen (siehe „Bioenergie“ in den Kapiteln Energieproduktion und Energienutzung).

E-Fuels und auch **Wasserstoff** stehen ebenfalls auf absehbare Zeit nicht in ausreichender Menge zur Verfügung, vor allem nicht zu konkurrenzfähigen Preisen⁸² — und würden einen viel höheren und schnelleren Wind- und PV-Ausbau erfordern als der Ausbau für E-Fahrzeuge — und damit ebenfalls die Flächenkonkurrenz in Detmold, Deutschland oder weltweit stark erhöhen.

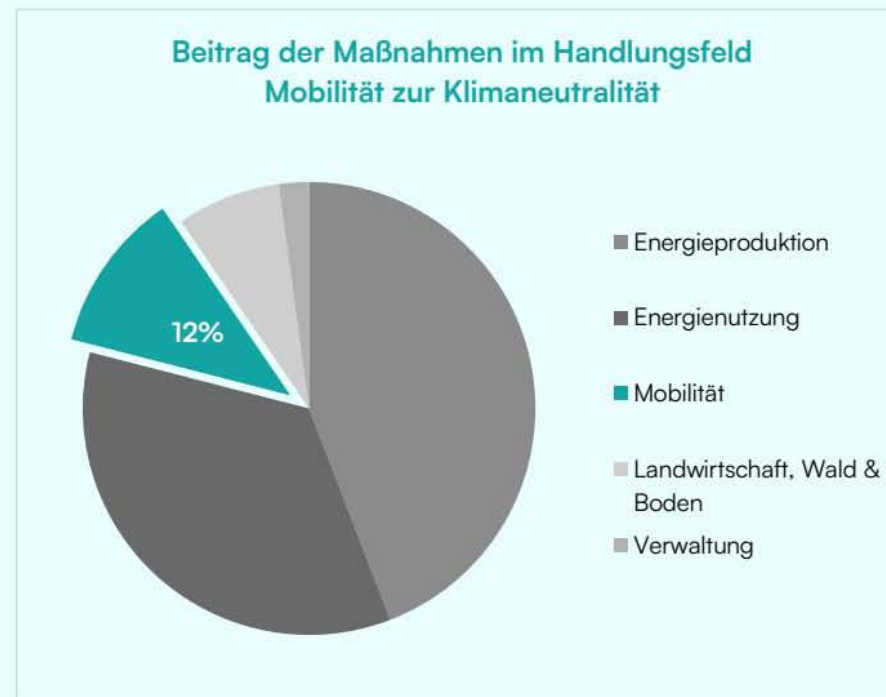


Abbildung 19: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität zur Klimaneutralität 2035

Elektrische Kraftfahrzeuge

2,7% der Pkw in Detmold fahren 2022 bereits rein elektrisch (1.185 BEV), weitere 3,5% waren Plug-in-Hybride (1.580).⁸³ Beide Werte lagen über dem deutschen Durchschnitt von 1,3% bei BEV und 1,3% bei Hybridfahrzeugen.⁸⁴

Elektrische Kraftfahrzeuge bieten nicht nur Vorteile im Bereich THG-Emissionen, sondern auch in Punkto Wirtschaftlichkeit. Daher rechnet dieses Konzept mit einem weiteren und sogar zunehmenden Hochlauf bei elektrischen Pkw (ca. 20% bis 2030 und 45% bis 2035) und sinkenden Kaufpreisen für E-Autos. Für LKW gilt die Elektromobilität bis 2040 inzwischen als ausgemacht.⁸⁵

Optionen jenseits des Fahrzeugbestands

Selbst wenn alle in Detmold verkauften Neufahrzeuge ab sofort elektrisch wären, würde ein vollständig elektrischer Kfz-Bestand erst zwischen 2040 und 2045 erreicht werden.⁸⁶ Und selbst bei einer wie in diesem Konzept beschriebenen beschleunigten Antriebswende blieben 2035 etwa 60% der THG-Emissionen des Verkehrs noch unadressiert. Ein Umstieg auf ÖPNV, Fahrrad, Fußwege oder sogar die Vermeidung von Fahrten bspw. durch Home Office oder andere Nahversorgungskonzepte hilft daher, die THG-Emissionen weiter zu senken und birgt sogar besonders große Potenziale.

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität empfehlen wir die Leitfrage: **Wie stellen wir in Zukunft sicher, dass Menschen und Güter zuverlässig von A nach B kommen, ohne dabei Treibhausgase auszustoßen?**

Dafür braucht es zunächst einen Zielabgleich. Fokussiert Verkehrspolitik bislang vor allem auf die Bedarfe des motorisierten Individualverkehrs (MIV), wird dieser in innerstädtischen Bereichen künftig eine untergeordnetere Rolle spielen. Stattdessen wird es vor allem darum gehen, wie Menschen im wahrsten Sinne des Wortes „mobil“ sind. Die zukünftige Infrastruktur muss Verhaltensänderungen durch mehr Schnelligkeit, Sicherheit und Bequemlichkeit belohnen — und die Nutzung nachhaltiger Fortbewegungsmittel so unterstützen statt vermiesen.

Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, ist beispielsweise das Konzept einer 15-Minuten-Stadt. Das bedeutet, dass die Menschen alles, was sie in ihrer Stadt brauchen, innerhalb einer Viertelstunde erreichen können — ob zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln.

5.1.1 Modal Split in Detmold

Mit einem Anteil von schätzungsweise 64% am Modal Split (Anteil der Verkehrsträger am gesamten Personenverkehr) werden Wege in Detmold häufig mit dem Pkw zurückgelegt. Während Rad- und Fußverkehr zusammen schätzungsweise fast 26% des Detmolder Modal Splits ausmachen, hat der ÖPNV schätzungsweise einen Anteil von 10% am Modal Split⁸⁷ und macht nur 1% aller THG-Emissionen aus.

Der Modal Split basiert auf der letzten Mobilitätsbefragung in Detmold im Jahr 2017. Eine aktualisierte Erhebung des Modal Splits ist daher sinnvoll und ist im Rahmen eines Förderprogramms geplant, von welchem Detmold über den Kreis Lippe profitieren kann.

Die Stadt hat 2022 das Leitbild Mobilität 2030 beschlossen und die Stadtverkehr Detmold GmbH (SVD) 2023 den Klimaplan 2030. Zielsetzung sind eine Reduzierung des Pkw-Verkehrs auf 24% bei gleichzeitiger Steigerung des Fuß- und Radverkehrs auf 20% resp. 26% sowie des ÖPNV auf 30%. Dabei werden im Bereich des ÖPNV die größten Steigerungspotenziale der Verkehrsmittelwahl gesehen. Maßnahmen der erarbeiteten Konzepte wurden bereits umgesetzt oder befinden sich in Planung oder Umsetzung.

5.1.2 Motorisierter Individualverkehr

Der motorisierte Individualverkehr beeinflusst 17% aller THG-Emissionen in Detmold — 69% der THG-Emissionen des Verkehrssektors.

Diese Lücke kann am stärksten durch eine Veränderung des Modal Splits geschlossen werden. Große Potenziale dafür zeigen sich anhand der Tatsache, dass 12% aller Pkw-Fahrten in Detmold kürzer als 2 km sind — also für Fußverkehr infrage kämen — und 46% aller Fahrten unter 5 km — also für Radverkehr infrage kommen könnten.⁸⁷

Eine weitere Möglichkeit, die THG-Emissions-Lücke zu schließen, besteht darin, den elektrischen Fahrzeugbestand auch den Besitzern von Verbrennern zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung zu stellen. E-Car-Sharing bietet dafür eine effektive Lösung, um den Verbrenner-Bestand zu reduzieren und E-Mobilität auch Menschen zugänglich zu machen, die sich kein E-Auto anschaffen können oder wollen. Studien zeigen, dass ein E-Car-Sharing-Fahrzeug bis zu 3,6 private Pkw ersetzen kann⁸⁸, wodurch sich Personenkilometer zu E-Autos verschieben können, die sonst mit einem Verbrenner zurückgelegt worden wären. Diese Ersetzungsquote verdeutlicht, wie gemeinschaftlich genutzte Elektrofahrzeuge nicht nur den Parkraum entlasten, sondern auch zum Klimaschutz beitragen können.

5.1.3 Rad- und Fußverkehr

Detmold zeichnet sich durch eine abwechslungsreiche Topographie⁸⁹ aus: Das Stadtzentrum und der Norden sind eher flach, während im Süden und Südosten hügelige Anstiege dominieren. Diese erfordern oft zusätzliche Kon-dition. Dadurch ist das Potenzial zum Umstieg auf das Fahrrad begrenzt. E-Bikes können hier jedoch Abhilfe schaffen, da die elektrische Unterstützung Anstiege und längere Strecken leichter bewältigbar macht und somit auch Pendler*innen eine bequeme und zügige Fortbewegung ermöglicht. Der steigende Absatz — 2023 wurden mit 2,4 Millionen erstmals mehr E-Bikes als herkömmliche Fahrräder verkauft⁹⁰ — unterstreicht diese Entwicklung. So gibt es bereits Pläne eines Netzkonzepts für 85 km Radhauptverbindungen.⁹¹

Eine Verdoppelung des Fuß- und Radverkehrs hätte eine überproportional große Wirkung (jeweils -19% der THG-Emissionen aus MIV und ÖPNV) ge-genüber einer Verdoppelung des ÖPNV-Fahrgastaufkommens (-9%). Das Klimaschutzteilkonzept Verkehr (2014) und das Leitbild Mobilität Detmold 2030 (2022) legen Maßnahmen für den Ausbau und die Verbesserung der Fuß- und Radinfrastruktur dar. Diese sollten hoch priorisiert werden, da jeder Euro hier besonders klimawirksam investiert ist.

5.1.4 ÖPNV

Eine 100%-Elektrifizierung der Busse bis 2029 ist im Klimaplan der Stadtver-kehr Detmold GmbH (SVD) bereits geplant und kann damit die gemeinsamen MIV- und ÖPNV-Emissionen um 3% senken.

Der Ausbau des ÖPNV-Angebots (Haltestellen, Linien, Fahrpläne) gemäß Kli-maplan der SVD um 20% bis 2030 und um 100% bis 2035 würde eine Re-duktion der MIV- und ÖPNV-Emissionen um 8% bewirken.

Ein starker Ausbau hat somit eine noch höhere emissionsreduzierende Wir-kung als der Wechsel von Dieselmotoren auf E-Busse und sollte daher ent-sprechend gewichtet werden. Dennoch sollte die Elektrifizierung der ÖPNV-Fahrzeuge auch unter den Aspekten Vorbildcharakter und Lärmreduzierung wie geplant verfolgt werden.

5.1.5 Straßengüterverkehr

25% der Verkehrsemissionen in Detmold liegen im Einfluss der Wirtschaft: der Straßengüterverkehr. Hier muss unterschieden werden zwischen lokalem bzw. regionalem Wirtschaftsverkehr und straßengebundener Güterfernver-kehr. Während für den Lokal- und Regionalverkehr Elektronutzfahrzeuge wirtschaftlich immer attraktiver werden und teilweise bereits wirtschaftlicher als ihre Verbrenner-Pendants sind, hinkt diese Entwicklung bei Lastkraftwa-gen für größere Strecken hinterher. Dennoch ist in diesem Sektor eine bal-dige Veränderung zu erwarten, so dass bis 2040 eine fast vollständige Ver-drängung von Diesel-Lkw durch Elektro-Lkw erwartet wird.⁹² Diese Entwick-lung könnte durch einen lokalen Zusammenschluss von ortsansässigen Un-ternehmen noch beschleunigt und von der Stadt unterstützt werden — bspw. im Rahmen des Detmolder 2035 Paktes. Siehe auch N4. Initiative Wirt-schaftspartnerschaft und N2. Stärkung des regionalen Handwerks im Kapitel „Handlungsfeld Energienutzung“.

5.2 Maßnahmenvorschläge

Die folgenden Vorschläge im Handlungsfeld Mobilität sollten als unabdingbar angesehen werden. Vollständige Beschreibungen siehe Anhang.

M1. Steigerung des Fußverkehrs

Priorität: mittel • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag von 2%

Rund 12% aller Pkw-Fahrten in Detmold sind kürzer als 2 Kilometer und bieten daher großes Potenzial für einen Umstieg auf den Fußverkehr — insbesondere im innerstädtischen Bereich. Um den Anteil am Modal Split in Zukunft zu erhöhen, könnte vor allem die Verbesserung der Gehweginfrastruktur ein wirkungsvolles Mittel sein. Sicherere, gut beleuchtete Fußwege sowie eine verbesserte Anbindung an Nahversorgungsangebote und den öffentlichen Nahverkehr könnten den Fußverkehr insgesamt attraktiver machen und Detmolder*innen dazu anregen, für kurze Strecken künftig öfter/gerne auf ihr Auto zu verzichten. — Beitrag zu 2035: -7.271 t CO₂e

M2. Steigerung des Radverkehrs

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag von 3%

Um die THG-Emissionen des Pkw-Verkehr in Detmold bis 2035 deutlich zu senken, bedarf es auch einer Verlagerung des Verkehrs zum Rad. Das geschieht, je schneller, sicherer und bequemer Radfahren in Detmold wird. Dies wird bereits im Umsetzung stehenden Detmolder 'Leitbild Mobilität' adressiert, das den Ausbau der Radhaupttrouten zu einem 85 km umfassenden Radnetzkonzept vorsieht.⁹¹ Diese Investitionen sollten aufrecht erhalten oder sogar ausgeweitet werden. Eine Prämie für den Umstieg von Auto aufs E-Bike könnte dabei helfen, insbesondere um den Herausforderungen der teils hügeligen Topografie in Detmold gerecht zu werden. — Beitrag zu 2035: -13.504 t CO₂e

M3. Klimaneutraler ÖPNV 2030 + Ausbau 2035

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag von 3%

Um den MIV stärker auf den öffentlichen Nahverkehr zu verlagern, empfiehlt dieses Konzept, die im Detmolder Klimaplan SVD 2030 bereits

beschlossenen Maßnahmen zu priorisieren. Diese umfassen sowohl die Elektrifizierung des ÖPNV als auch den Ausbau des Angebots — einschließlich neuer Haltestellen, erweiterter Linien, kürzerer Taktung und optimierter Fahrpläne. Ein starker Ausbau des Angebots hat dabei eine höhere emissionsreduzierende Wirkung als beispielsweise der Wechsel von Dieseln auf E-Busse. — Beitrag zu 2035: -13.262 t CO₂e.

M4. Förderung von E-Mobilität und Carsharing

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag von 4%

Aktuell besteht der Fahrzeugbestand in Detmold zu 94% aus Verbrennern, während 6% der Fahrzeuge elektrisch oder hybrid betrieben werden. Um das Verhältnis bis 2035 auf 55% Verbrenner und 45% Elektro- bzw. Hybridautos zu verschieben, ist eine Beschleunigung der Elektrifizierung des Pkw-Bestands erforderlich. Der positive THG-Effekt ließe sich durch zusätzliche Angebote wie E-Car-Sharing weiter verstärken und würde den Zugang zu emissionsärmeren Mobilitätsoptionen erleichtern. — Beitrag zu 2035: -16.222 t CO₂e (davon 11% bzw. -1.711 t CO₂e durch E-Car-Sharing).

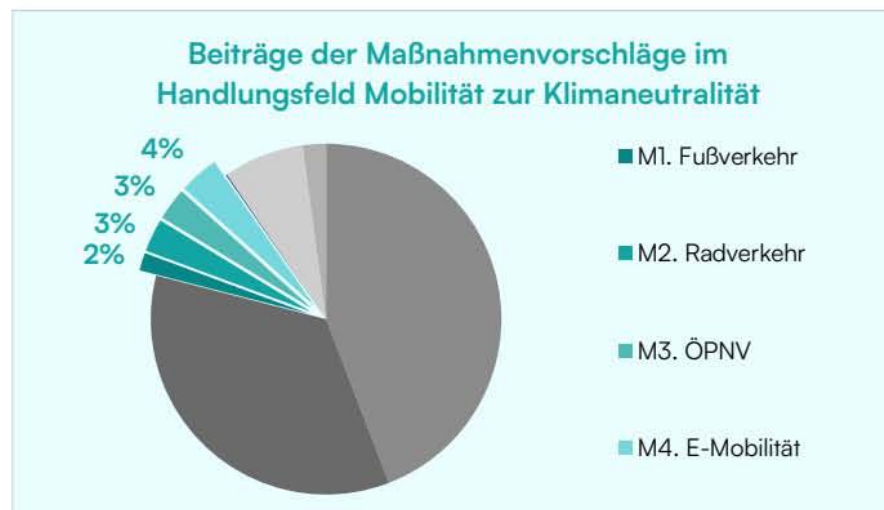


Abbildung 20: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität zur Klimaneutralität 2035

6 Handlungsfeld Landwirtschaft, Wald und Boden

6.1 Status Quo und Leitgedanken

Land- und Forstwirtschaft leiden bereits heute stark unter den Auswirkungen des Klimawandels und stehen unter entsprechend hohem Handlungsdruck. Gleichzeitig sind sie in ihren aktuell weit verbreitetsten Formen auch Treiber des Klimawandels und der Biodiversitätskrise.

Während Deutschland eine THG-neutrale Landwirtschaft durch Senken in der Landnutzung und Forstwirtschaft bis 2045 anstrebt, ist dies in Detmold bereits heute der Fall: netto $-2.572 \text{ t CO}_2\text{e}$ (2022). Durch eine Verstärkung der natürlichen Senken und womöglich eine weitere Reduktion der landwirtschaftlichen THG-Emissionen könnten Landwirtschaft, Wald und Boden in Detmold ihre Stärke ausbauen und eine frühere Klimaneutralität Detmolds enorm unterstützen.

6.1.1 Landwirtschaft

Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe lag 2020 bei 81, davon 66 mit Ackerland⁹³, 9 mit ökologischem Landbau⁹⁴ und 44 mit Viehhaltung: 18 mit Rinderhaltung (ca. 1.032 Rinder, davon ca. 516 Milchkühe), 14 mit Schweinehaltung (ca. 5.700 Schweine) und 7 mit Geflügelhaltung (ca. 17.300 Tiere).⁹⁵ In Detmold entfielen ca. $4.568 \text{ tCO}_2\text{e}$ prozessbedingte THG-Emissionen auf die Tierhaltung inkl. dazugehöriger Düngewirtschaft, ca. $8.498 \text{ tCO}_2\text{e}$ auf sonstige Düngewirtschaft und ca. $232 \text{ tCO}_2\text{e}$ auf die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden — zusammen ca. $13.297 \text{ tCO}_2\text{e}$.⁹⁶ Landwirtschaftliche Nutzung von mineralischen Böden ermöglicht aktuell THG-Emissionssenkung schätzungsweise in Höhe von $-824 \text{ tCO}_2\text{e}$.

Die EU strebt eine klimaneutrale Landwirtschaft und Landnutzung bis 2035 an.⁹⁷ Um im Bereich Landwirtschaft Klimaneutralität erreichen zu können, rechnen ifeu und Umweltbundesamt mit einem Rückgang der Tierbestände.⁹⁸ Gleichzeitig ist die Umstellung auf nachhaltige Landwirtschaft mit hohen Hürden verbunden: Preisdruck, Konkurrenzdruck, hohe Pachten, lange Investitionszeiträume, fehlleitende Subventionen, Abhängigkeiten von

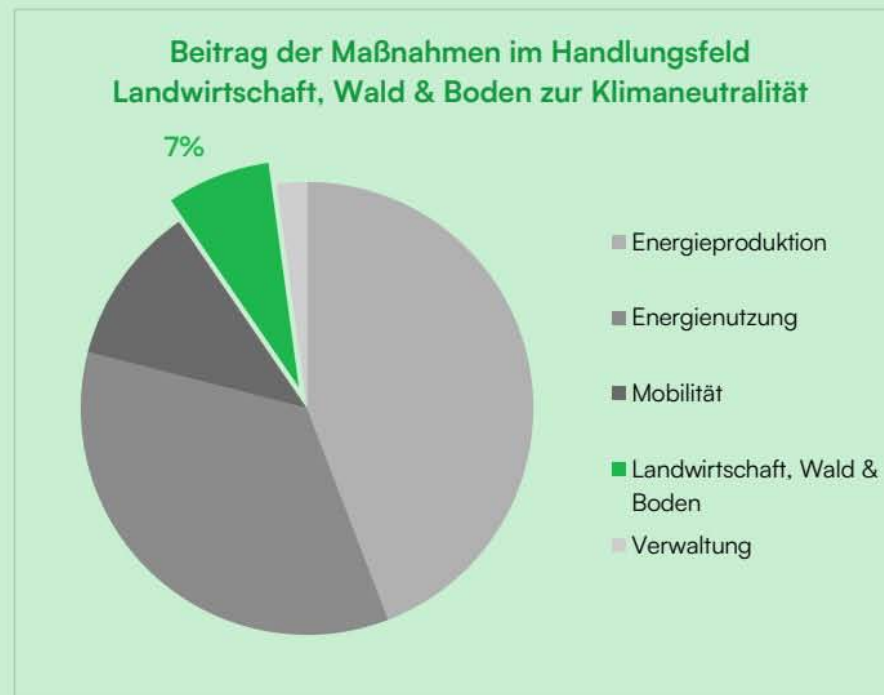


Abbildung 21: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Landwirtschaft, Wald und Boden zur Klimaneutralität 2035

fossiler Industrie insbesondere bei Kraftstoffen und Chemie. Die landwirtschaftlichen Methan-Emissionen — die größte THG-Emissionsquelle der Landwirtschaft⁹⁹ — und Flächenfraß können nur durch Ernährungsumstellung ausreichend gesenkt werden¹⁰⁰ — doch die Nachfrage nach tierischen Produkten ist weiter hoch. Kommunalen Einfluss steht in Konkurrenz zum Markt und Agrarpolitik der EU, Deutschlands und Nordrhein-Westfalens. Die Möglichkeiten für Kommunen, direkt Landwirtschaft zu beeinflussen, bestehen bislang hauptsächlich in Flächennutzungssteuerung und Verpachtung.

Konventionelle Landwirtschaft

Die konventionelle Landwirtschaft setzt auf hohe Erträge und Effizienz und nutzt dabei moderne Technologien, chemische Dünger sowie Pestizide, um Produktionsmengen verlässlich zu erreichen. Ein intensiver Einsatz dieser

Mittel führt allerdings oft zu Umweltbelastungen, die die Bodenqualität, die Biodiversität und das Klima beeinträchtigen. Starkregen — wie zuletzt auch in Detmold erlebt — wird von intensiv bewirtschafteten Ackerböden kaum absorbiert, sondern spült wertvollen Boden davon — ein Ereignis, das bei zunehmender Erderwärmung immer häufiger auftreten wird.

Ökologische Landwirtschaft

Die ökologische Landwirtschaft will natürliche Kreisläufe fördern und setzt auf biologische Pestizide und organische Düngung. Sie unterliegt strengeren Richtlinien, um den Schutz des Bodens und des Ökosystems sicherzustellen, allerdings ist die Produktivität pro Fläche oft geringer als in der konventionellen Landwirtschaft, was insgesamt einen höheren Flächenbedarf pro Ertrag zur Folge hat.

Regenerative Landwirtschaft

Die regenerative Landwirtschaft versucht, die Ziele der beiden beschriebenen Praktiken zu vereinen: verlässlich hohe Erträge bei gleichzeitig verbesserter Bodenfunktion und Biodiversität. Sie zielt auch darauf ab, Humus aufzubauen und den Anbau widerstandsfähiger gegenüber Klimaveränderungen werden zu lassen. Sie nutzt dafür nachhaltige Techniken wie z.B. schonende Bodenbearbeitung, integrierte Tierhaltung und Agroforstwirtschaft. Großes Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen bietet z.B. die pfluglose Methode der Direktsaat, die nicht nur Emissionen aus Bodenerosion reduziert, sondern sogar zu einem Humusaufbau — sprich Kohlenstoffbindung — führt. Methoden der regenerativen Landwirtschaft werden daher von immer mehr Landwirten genutzt. Gleichzeitig erfordert die Umstellung ein hohes Maß an Geduld und ist in den ersten Jahren oft mit Rückschlägen verbunden.

Leitgedanken für dieses Konzept

Aufgrund des hohen Drucks in der Landwirtschaft sollten Kommunen nicht Forderungen stellen, sondern Unterstützung durch Plattformen und Vernetzung anbieten. Leitgedanke ist, durch Klimaschutz in der Detmolder Landwirtschaft Vorteile für landwirtschaftliche Betriebe und die Wirtschaft vor Ort

zu schaffen. Die Förderung des Austausches kann daher besonders wirkungsvoll sein.

Dieses Konzept empfiehlt daher den Weg der regenerativen Landschaft, um eine nachhaltige und resiliente Produktivität zu erreichen, und rechnet mit einem bis 2035 reduzierten tierwohl-orientierten Tierbestand, um die THG-Emissionen sowohl absolut zu senken als auch relativ pro Nutzmasse. Das Konzept zielt darauf ab, durch den Aufbau natürlicher Senken Rest-Emissionen anderer Sektoren deutlich auszugleichen.

6.1.2 Landwirte als Energiewirte

Landwirte spielen zukünftig in Detmold eine große Rolle bei der Energieproduktion — besonders in Form von Freiflächen-PV-Anlagen und bei Agri-PV (siehe Kapitel 3).

Bioenergie spielt in Detmold bislang eine untergeordnete Rolle. Für die Zukunft wird zudem eine Rollenverschiebung von Biomasse und Biogas Richtung stofflicher Verwertung, Prozesswärme und Backup-Energieversorgung erwartet.³⁶

6.1.3 Wald und Forst

Wald und Forstwirtschaft leisten schätzungsweise eine THG-Emissionssenkung von ca. -19.140 tCO₂e.¹⁰¹ Diese Senke ließe sich durch naturnahe Aufforstung steigern — eine Option, die die Stadt Detmold unbedingt prüfen sollte, um nicht nur unvermeidbare THG-Emissionen langfristig ausgleichen zu können, sondern auch zu einer klimapositiven Stadt werden zu können.

Aufforstungen mit Laubbäumen können zudem die Grundwasserbildung bedeutend steigern und damit Klima und Trinkwasser zusammen fördern.¹⁰²

Agro-Forst

Eine Überschneidung aus Forstwirtschaft und regenerativer Landwirtschaft findet sich im Begriff Agro-Forst, der eine große Spannweite von unterschiedlichen Methoden umfasst.

Eine der bekanntesten Agro-Forst-Methoden ist das Anlegen von Baum- und Heckenstreifen auf Acker- und Grünland, zwecks Erosionsschutz,

Verbesserung des Mikroklimas, Biodiversität, Bodenregeneration und CO₂-Bindung. Agro-Forst kann aber auch die Weidehaltung von Rindern, Schweinen und Hühnern bedeuten. Waldweiden erlauben, Klimaschutz und Tierwohl zu kombinieren. Durch Pflanzung von schnell wachsenden Hölzern wie Weiden und Pappeln können so bis zu 20 t CO₂e/ha/a gebunden werden.¹⁰³ Üblicherweise werden 10% der landwirtschaftlichen Fläche auf diese Weise der bisherigen Nutzung entzogen. Doch die landwirtschaftlichen Erträge sinken aufgrund der positiven Effekte der Maßnahme um weniger als 10%. Zählt man die Erträge aus der Rohstoffgewinnung hinzu, kann so auch eine Flächenertragssteigerung erzielt werden. Ziel der Rohstoffgewinnung ist die dauerhafte Bindung bspw. in Bau- und Produktionsmaterialien. Dies kann auch für die regionale Möbelindustrie von Interesse sein.

Zu Agro-Forst-Systemen gibt es auch Vertragsanbau-Modelle, so dass für Landwirt*innen die Möglichkeit besteht, Agro-Forst ohne Aufwand und Kosten umzusetzen.

6.1.4 Organische Böden

Kleinere Moorflächen in Detmold stellen vermutlich zur Zeit noch keine Senke dar, sondern emittieren noch schätzungsweise 223 t CO₂e pro Jahr.¹⁰⁴

Die Detmolder Moorflächen, die mit 44,5 Hektar einen sehr geringen Teil des Detmolder Stadtgebiets ausmachen, liegen hauptsächlich in Waldflächen und stehen weitestgehend unter Naturschutz (siehe Abbildung 22).¹⁰⁵ Diese Flächen bestehen in erster Linie aus dem vernässten Heidemoor am Kupferberg¹⁰⁶ und dem Hangmoor Hiddeser Bent, das seit 2011 einer Wiedervernässung unterzogen wird.¹⁰⁷

Sofern die Wiedervernässung erfolgreich verläuft, könnte im Zeitraum von 10-20 Jahren nach Maßnahmenbeginn bereits eine Renaturierung mit einem Wandel der Artenzusammensetzung und eine Ausbreitung der Moorarten stattfinden.

Bis eine Regeneration stattfindet — Torfbildung des Moores — und somit wieder THG-Emissionen gebunden werden (-1 t CO₂e pro Hektar und Jahr), könnten Jahrzehnte vergehen.¹⁰⁸



Abbildung 22: Moorböden in Detmold. Ausschnitt, eigene Darstellung, Landesmoorkulisse NRW (2024)

6.2 Maßnahmenvorschläge

Die folgenden Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Landwirtschaft, Wald und Boden sollten als unabdingbar angesehen werden. Vollständige Beschreibung siehe Anhang.

L1. Plattform Regenerative Landwirtschaft

Priorität: mittel • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag von 1,4%

Empfohlen wird, dass die Stadt Detmold Landwirten eine Plattform für Austausch und Vernetzung zu regenerativer Landwirtschaft bietet, besonders da der Wechsel zu regenerativer Landwirtschaft häufig mit Misserfolgen in den ersten Jahren verbunden ist. Der Detmolder 2035-Pakt könnte einen Rahmen für eine Arbeitsgruppe bieten, um Pilotprojekte zu begleiten und Erfolge öffentlichkeitswirksam zu feiern. Damit verbunden dürfte auch eine städtische Marke zur Kennzeichnung regenerativer Detmolder Landwirtschaft förderlich sein. — Beitrag zu 2035: -6.379 t CO₂e.

L2. Steigerung natürlicher Senken

Priorität: mittel • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag von 1,5%

Neben der offensichtlichen Methode der klimaresilienten und biodiversitätsfördernden Aufforstung von Wäldern, kann im städtischen Raum auch die Miyawaki- bzw. Tiny Forrest-Methode¹⁰⁹ zum schnellen Aufbau von attraktiven Baumflächen nützen und ein vergleichsweise hohes Maß an CO₂-Bindung erzielen. Die Stadt Detmold hat sich mit dem Projekt "Bürgerwald" und der Planung von sog. "Pocket-Parks" im Innenstadtbereich bereits bereits auf den Weg gemacht, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Im Bereich Landwirtschaft ist hier die Agro-Forst-Methode zu nennen, die mittels Pappeln und Weiden bis zu 20 t CO₂-Bindung pro Hektar und Jahr erzielen kann.¹¹⁰ — Beitrag zu 2035: -6.559 t CO₂e.

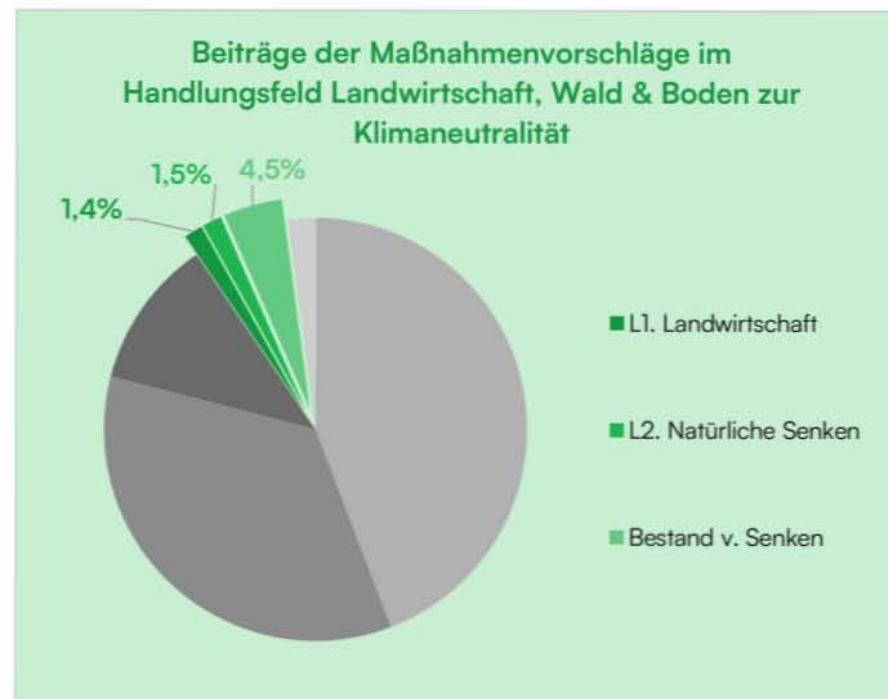


Abbildung 23: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Landwirtschaft & Moore zur Klimaneutralität 2035

7 Handlungsfeld Verwaltung

7.1 Status Quo und Leitgedanken

Die Handlungsmöglichkeiten einer Kommune im Bereich Klimaschutz sind naturgemäß begrenzt, da die direkten Einflussbereiche auf die Gesamtemissionen der Stadt vergleichsweise gering sind. Maßnahmen wie Sanierung und Effizienzsteigerungen können zwar direkt von der Verwaltung initiiert werden, jedoch überwiegt die Lenkungswirkung durch die vorbildhafte Rolle gegenüber den tatsächlich eingesparten Treibhausgasen. Daher ist es entscheidend, dass die Stadtverwaltung den Fokus darauf legt, günstige Rahmenbedingungen für Akteure zu schaffen, die signifikanten Einfluss auf größere Anteile der städtischen Gesamtemissionen haben.

Die aktuelle Situation und die kommenden Herausforderungen für Stadtverwaltungen sind vielfältig und komplex. Die Stadt steht vor Prozessen, die eine gleichzeitige und koordinierte Umsetzung erfordern. Dabei müssen etablierte Arbeitsweisen und Strukturen angepasst werden. Der kommunale Haushalt spiegelt die Vielzahl der gesellschaftlichen Herausforderungen wider, von der Klimakrise über die Biodiversitätskrise bis hin zu Investitionsstaus in Infrastrukturprojekten und weiteren Krisenfeldern. Diese Belastungen wirken sich zwangsläufig auf den städtischen Etat aus, wodurch in vielen Bereichen Einsparungen vorgenommen werden müssen.

Trotz dieser finanziellen Herausforderungen sollte die Stadtverwaltung nicht auf Investitionen in Zukunftstechnologien und erneuerbare Energien verzichten. Gerade in diesen Zeiten sind solche Investitionen essenziell, um eine florierende Wirtschaft und lokale Wertschöpfung zu ermöglichen. Der Ausbau erneuerbarer Energien wird dabei als Schlüssel zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung betrachtet. Dabei muss die Stadt nicht zwangsläufig selbst investieren. Der größere Effekt wird erzielt, wenn Strukturen geschaffen werden, die anderen Akteuren Investitionen erleichtern, die am Ende die lokale Wertschöpfung steigern.

Die Stadtverwaltung kann hierbei eine entscheidende Rolle als Bindeglied für verschiedene Akteure der Stadtgesellschaft spielen. Eine gemeinsame Anstrengung aller Beteiligten ist notwendig, um eine Transformation hin zu einer

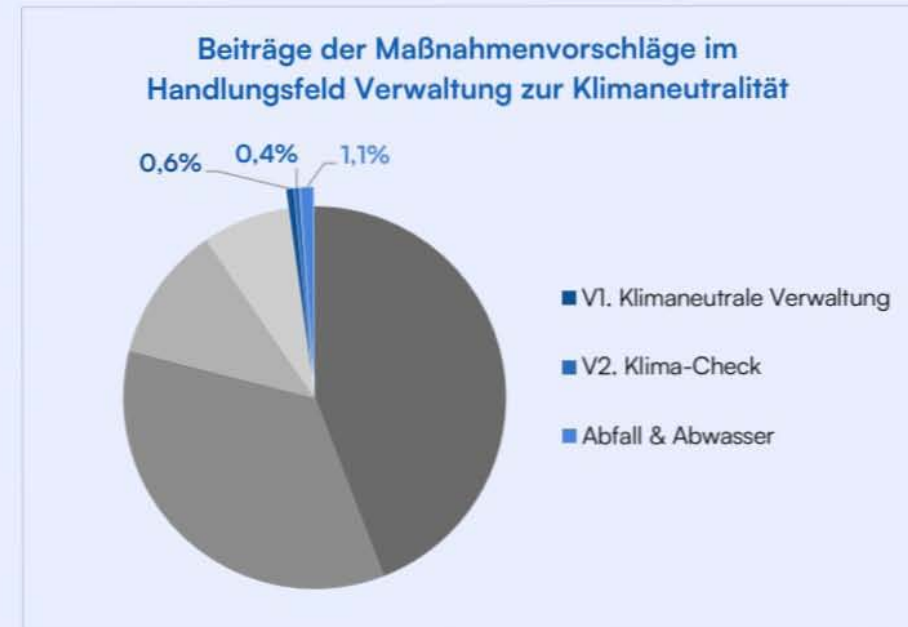


Abbildung 24: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Verwaltung zur Klimaneutralität 2035

nachhaltigen Stadtgesellschaft zu bewerkstelligen. Der erste Schritt in diese Richtung ist bereits getan: Die Stadt hat sich das ambitionierte Klimaschutzziel der Klimaneutralität 2035 gesetzt. Dieses gemeinsame Ziel fördert die Zusammenarbeit und schafft eine starke Identifikation mit der herausfordernden Aufgabe.

Um die vielfältigen Klimaschutzaktivitäten effektiv zu koordinieren, bedarf es zusätzlicher Ressourcen in Form von neuen Stellen in der Stadtverwaltung. Diese sollen sich insbesondere auf Projektmanagement, Öffentlichkeitsarbeit und Beratung konzentrieren. Ziel ist es, den Klimaschutz als fundamentales Instrument für die Stadtentwicklung zu etablieren und Investitionen in Zukunftstechnologien, erneuerbare Energien sowie Infrastruktur zu ermöglichen. Durch diese gezielten Maßnahmen kann die Stadt ihre Rolle als Vorreiterin im Klimaschutz festigen und langfristig zu einer nachhaltigen und zukunftsorientierten Entwicklung beitragen.

7.2 Maßnahmenvorschläge

Die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Verwaltung sollten als unabdingbar angesehen werden. Vollständige Beschreibungen siehe Anhang.

V1. Klimaneutrale Verwaltung 2030

Priorität: hoch • Umsetzung: läuft • Beitrag von 0,6%

Um die Vorbildfunktion der Stadtverwaltung zu unterstreichen und den Weg zur klimaneutralen Stadtverwaltung zu beschleunigen, werden die kommunalen Maßnahmen der Nachhaltigkeitsstrategie fortgeführt, was unter anderem einen klimaneutralen Gebäudebestand (NHS 8.2.2) und Fuhrpark (NHS 2.3.3) bis 2030 bedeutet. — Beitrag zu 2035: -2.707 t CO₂e.

V2. Erweiterung des Nachhaltigkeits-Checks

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag 0,4%

Die Stadtverwaltung muss die besondere Bedeutung des Klimaschutzes und der erneuerbaren Energien bei jeder Entscheidung angemessen berücksichtigen — sofern irgendwelche Spielräume bestehen. Bei jeder Investition sollte die Stadt daher untersuchen, ob diese einmalig und/oder dauerhaft zu Treibhausgasemissionen führt und ob eine Alternativentscheidung Einsparungen ermöglicht. Es wird empfohlen, dafür einen quantifizierten Klimacheck für die Ratsvorlagen der Verwaltung einzuführen, bei dem zukünftig der Klima-Effekt der Entscheidungen abgeschätzt wird. Dies sollte bspw. auch THG-Emissionen aus Neuversiegelung adressieren. — Beitrag zu 2035: -1.910 t CO₂e.

V3. Energieberatung / Unterstützungsangebote

Priorität: niedrig • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag n.q.

Zur Begleitung einer sozialgerechten Transformation wird der Stadtverwaltung empfohlen, die Maßnahmen zur kostenfreien oder kostenneutralen Beratung gemäß der Nachhaltigkeitsstrategie anzubieten und bestehende Angebotsstrukturen zu erweitern. Dabei kann eine zunehmende Digitalisierung der Beratungsangebote zusätzliche Personalkosten einsparen.

V4. Stärkung der Verwaltung

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: mittelfristig • Beitrag n.q.

Die Verwaltung benötigt zur Betreuung der aufgeführten Klimaschutzmaßnahmen mehr Kapazitäten und ein strikteres Vorgehen in den Bereichen Vernetzung, Öffentlichkeitsarbeit und Plattformbereitstellung. Dafür sollten der Verwaltung insgesamt 4-5 vollzeitäquivalente Personalstellen zur Verfügung stehen. In Anknüpfung an die Erprobung neuer Strukturen im Projekt Verwaltung 2030 sollte eine Task-Force Klima außerhalb der klassischen Organisationsstruktur und unter der Koordination einer verantwortlichen Stelle im Team Nachhaltigkeit zusammengestellt werden.

Übersicht der Aufwandschätzungen

Die Aufwandsschätzungen aus den Maßnahmenvorschlägen stellen qualifizierte Schätzungen anhand von Projekten und Angeboten in Städten vergleichbarer Größe dar (siehe auch Steckbriefe der Maßnahmenvorschläge).

Handlungsfeld	Personentage	Sachkosten
Strom	50 PT	20.000 €
Wärme	25 PT	40.000 €
Mobilität	55 PT	600.000 €
Landwirtschaft, Wald, Boden	30 PT	20.000 €
Verwaltung	120 PT	52.000 €
Klimakommunikation	20 PT	110.000 €
SUMME	300 PT	842.000 €
	4-5 VZÄ	

8 Handlungsfeld Klimakommunikation

8.1 Status Quo und Leitgedanken

Die Stadt Detmold ist bereits in vielen Feldern des kommunalen Klimaschutzes aktiv. Mit der klimaneutralen Fernwärme, dem Ausbau der Radinfrastruktur, dem Ausbau und der Elektrifizierung des ÖPNV, Car-Sharing, dem Detmolder 2035 Pakt und vielen Aktivitäten im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie gibt es eine Fülle von Ideen und Programmen, die Klimaschutz in Detmold bereits heute greifbar machen.

Diese Aktivitäten gilt es, in ein übergreifendes Kommunikationskonzept einzubetten und weiter zu stärken. Gegenseitige Verbindung von Programmen und Maßnahmen können diese noch wirksamer machen. Neue Maßnahmen und auch private, nicht von der Stadt initiierte Aktionen, können diese flankieren und noch sichtbarer machen. Dafür ist die Gesamtheit aller bestehenden und neuen Maßnahmen zielgruppenspezifisch zu erfassen und in ein Gesamtkonzept zu überführen.

Klimaschutz und Klimafolgenanpassung wird damit nicht zu einer rein fachbereichsbezogenen Aufgabe, sondern zieht sich durch sämtliche Fachbereiche und Aktivitäten und Verwaltung als gemeinschaftliche Aufgabe.

Der Detmolder 2035 Pakt bietet dafür einen hervorragenden Rahmen.

8.2 Maßnahmenvorschläge

Die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Klimakommunikation sollten als unabdingbar angesehen werden. Vollständige Beschreibungen siehe Anhang.

K1. Kommunikationskonzept

Priorität: hoch • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag n.q.

Klimakrise ist vor allem auch Kommunikationskrise. Um Handlungsmöglichkeiten verständlich und greifbar zu kommunizieren, das Thema in den Alltag der Menschen zu integrieren, sie zu motivieren und begeistern und damit eine gesamtgesellschaftliche Mobilisierung für die Transformation anzustoßen, ist eine Kommunikation auf drei Ebenen sinnvoll. Es wird empfohlen, die

Content Framework: Hero, Hub, Help

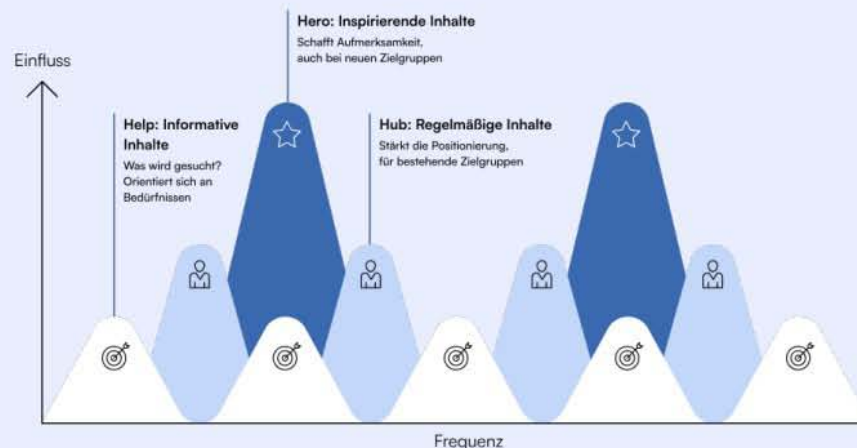


Abbildung 25: Content Framework: Hero, Hub, Help

definierten Zielgruppen anzusprechen und dabei die Strategie des HERO / HUB / HELP Modells umzusetzen (siehe Abbildung 25). Dafür sollte ein kreatives Konzept erstellt und umgesetzt werden, das eine nachhaltige Aktivierung sowie Akzeptanz der Bürger sicherstellt. Bereits existierende Aktivitäten sollten in das Konzept integriert werden.

K2. Bildungsarbeit

Priorität: mittel • Umsetzungsbeginn: kurzfristig • Beitrag n.q.

Die Stadt sollte Bildungsarbeit durch Kommunikation und Vorführung der Maßnahmen vor Ort in Detmold unterstützen und so die Veränderungen und ihre positiven Aspekte vermitteln. Dafür könnte die Stadt praxisorientierte Bildungsformate, Aktionen und Veranstaltungen anhand konkreter Vorhaben und Veränderungen im Stadtgebiet bieten — unter Einbeziehung lokaler Akteure. Dies sollte in Form von öffentlichkeitswirksamen Aktionstagen, Kursen und Touren passieren. Aktionen mit Kindergärten, Schulen und anderen Bildungseinrichtungen sollten weiterhin durchgeführt und nach Bedarf erweitert werden.

9 Umsetzung, Controlling & Verstetigung

9.1 Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie

Zur Umsetzung und Verstetigung des Klimaschutzkonzepts ist die Einführung eines zyklischen Controlling-Prozesses essenziell. Da die vorliegende Fassung des Klimaschutzkonzepts immer nur eine Momentaufnahme darstellen kann, muss der Fortschritt auf dem Weg zur Klimaneutralität beständig überwacht werden. Die notwendigen Maßnahmen müssen kontinuierlich an neue Erkenntnisse und sich ändernde externe Einflussfaktoren angepasst werden.

Dazu eignet sich ein Prozess, der im Grunde dem etablierten Controlling-Konzept PDCA (Plan-Do-Check-Act) folgt. Auf das Klimaschutzkonzept und seine Maßnahmen angepasst, ergibt sich hier ein 5-schrittiges Controlling (siehe Abbildung 26). Der zusätzliche 5. Schritt ist die essenzielle Prozesskommunikation, die neben der gesellschaftlich aktivierenden Funktion auch als ein zusätzlicher Feedbackkanal dient.

1. Die im Rahmen dieses Konzepts erstellten Bilanzen der Energieverbräuche und THG-Emissionen, werden regelmäßig fortgeschrieben — optimal ist ein jährlicher Rhythmus. Anhand der Maßnahmenprojektionen und erhobenen Daten wird festgestellt, ob der angestrebte Zielpfad planmäßig eingehalten werden kann, oder ob es zu nennenswerten Abweichungen kommt.
2. Anschließend ist zu überprüfen, ob die geplanten Maßnahmen weiterhin in der bestehenden Priorisierung durchgeführt werden sollen, oder ob zur Zielerreichung Anpassungen vorgenommen werden müssen. Gründe für eine notwendige Anpassung durch externe Faktoren können beispielsweise relevante Gesetzesänderungen sein.
3. Die Maßnahmen werden nach Plan (ggf. inklusive der Anpassungen aus Schritt 2) durchgeführt.
4. Die Ergebnisse der dann umgesetzten Maßnahmen werden der Politik sowie der Öffentlichkeit vorgestellt. Erfolge und Hindernisse werden transparent kommuniziert, um möglichst viele Akteure zu aktivieren und einzubeziehen. Als Plattform zur Kommunikation des Prozesses eignet sich ein digitales, barrierefreies Format.

5. Zusätzlich werden die Ergebnisse von einem Lenkungsgremium begutachtet, analysiert und bewertet. Dieses Gremium, sollte neben Verwaltung und Politik auch ehrenamtliche Akteure aus der Bürgerschaft umfassen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen und der regelmäßigen Fortschreibung der Bilanzen geht der Prozess in den nächsten Anpassungszyklus.

Beim Controlling eines, wie hier breit angelegten, Transformationsprozesses ist zu beachten, dass keine reine Top-Down- oder Bottom-Up Strategie angestrebt wird. Die gemeinsame Steuerung des Prozesses, durch die Verwaltung, die Politik und bürgerliche Akteure, ermöglicht es, die Vorteile beider oben genannter Strategieansätze nach dem Gegenstromprinzip zu vereinen.



Abbildung 26: Empfohlener Controlling-Prozess

9.2 Finanzierung

Besonders im Bereich Energie bedeutet die Umstellung auf erneuerbare, regional erzeugte Energien einen wirtschaftlichen Vorteil. Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung rechnen sich zwar bereits mittelfristig, dennoch bedarf es zunächst einer Anfangsinvestition, während zeitgleich noch für eine Übergangszeit die Belastungen durch fossile Kosten weiter anfallen.

Das Geld für die erforderlichen Transformations-Investitionen ist nicht allein aus dem städtischen Haushalt zu zahlen. Ein großer Teil (z.B. 80 bis 90%) kann fremdfinanziert werden, z.B. über regionale, örtliche Banken. Der Eigenkapitalanteil wird zu großen Teilen von örtlichen Akteuren aufgebracht.

Da es sich um eine Gemeinschaftsaufgabe handelt, bei deren Umsetzung letztlich alle profitieren, sollte sie auch auf möglichst viele Schultern verteilt werden. Insbesondere sollten sich Menschen und Unternehmen aus Detmold beteiligen können, die letztlich auch dauerhaft von den Vorteilen profitieren: sichere und bezahlbare Energie.

Wenn die Menschen und Institutionen in der Stadt sich gemeinsam mit Grundeigentümer*innen, örtlichen Banken und anderen Kapitalgeber*innen auf Lösungssuche begeben, um geeignete Finanzierungsszenarien zu entwickeln, wird es ihnen (etwa durch Genossenschafts-, Crowdfunding, oder Beteiligungsmodelle) gelingen, die erforderlichen Investitionen zu stemmen.

9.3 Perspektiven nach 2035

Neben den Anstrengungen zum Klimaschutz, muss sich Detmold gegen die absehbaren Klimafolgen wie Dürre, Hitze, Hochwasser und die darauffolgende soziale Krise wappnen. Hierfür ist beabsichtigt, ein gesondertes Konzept zur Klimafolgenanpassung zu erstellen. Wie bereits die Corona-Pandemie gezeigt hat, kommen öffentliche Verwaltungen und Institutionen schnell an Grenzen, wenn umfassende Krisen bewältigt werden müssen. Hierfür bedarf es auch funktionierender Gemeinschaften und eines wohlwollenden unterstützenden Miteinanders. Verwaltung versteht sich hierbei als Ermöglicher und koordinierende Instanz. Dies ist deutlich mehr als Verwaltung heute zu leisten vermag. Daher ist systematisches Training und auch ein gemeinsames Erarbeiten von Anforderungsprofilen für kommende Aufgaben hilfreich.

10 Zusammenfassung

Detmold hat gute Voraussetzungen, bis 2035 eine klimaneutrale Stadt werden zu können.

Derzeit fließen rund 200.000 Euro täglich an fossilen Kosten aus Detmold ab. Diese Wertschöpfung könnte zukünftig zum Teil in Detmold verbleiben. Dafür sind Investitionen im Bereich erneuerbare Energieerzeugung erforderlich. Die Elektrifizierung möglichst aller Bereiche und Prozesse senkt durch höhere Effizienz den Gesamtenergieverbrauch erheblich. Zudem kann bei entsprechender Beteiligung regionaler Akteure die Wertschöpfung vor Ort gehalten werden. Dies könnten die Menschen und Wirtschaft in Detmold um jährlich 47 Millionen Euro entlasten und mindestens 1,0 Millionen Euro pro Jahr zum städtischen Haushalt beitragen.

Die Stadt kann und sollte dies nicht gänzlich alleine gestalten oder sogar finanzieren, sondern durch die gute Einbindung von Bürger*innen, Unternehmen und Landwirtschaft vorantreiben bzw. weiterhin ermöglichen.

Mit dem Bereich der regionalen Energieerzeugung sollte als erstes begonnen werden, da dies der größte Hebel für schnelle Einsparungen an Treibhausgasen ist. Gleichzeitig sichert lokale Beteiligung z.B. bei Finanzierung, Bau sowie Betrieb die soziale Funktion der Stadt Detmold.

Auch wenn es nicht auf jede Frage eine Antwort gibt, so sind doch viele Antworten da. Elementar wird eine stringente Kommunikation und Akteursbeteiligung sein, um die Klimaneutralität Detmolds bis 2035 zu erreichen.

11 Anhang

11.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beiträge der Handlungsfelder zur Klimaneutralität 2035	7
Abbildung 2: THG-Emissionen 2022 nach Sektoren in tCO ₂ e	10
Abbildung 3: Endenergieverbrauch 2022 nach Sektoren in MWh	10
Abbildung 4: Installierte Leistung erneuerbarer Stromproduktion 2020-2024 in MW	11
Abbildung 5: Strombezug und EEG-Einspeisungen vor Ort 2022 in MWh. 11	
Abbildung 6: Vergleich der THG-Bilanzen 2022 nach Quellen in tCO ₂ e.....	12
Abbildung 7: Vergleich der THG-Emissionen nach Sektor in t CO ₂ e	13
Abbildung 8: THG-Emissionspfad für Detmold 2035	15
Abbildung 9: THG-Minderungsbeiträge bis 2035 in t CO ₂ e (gerundet)	15
Abbildung 10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in GWh	16
Abbildung 11: Bilanz Stromverbrauch & -Produktion in GWh heute und in Zukunft.....	17
Abbildung 12: Energiekosten-Entwicklung (indikativ) in Mio. Euro zzgl. USt18	
Abbildung 13: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Energieproduktion zur Klimaneutralität 2035	19
Abbildung 14: EE-Anlagen in Basis- und Kompensationsszenario 2035	22
Abbildung 15: Beiträge der Maßnahmen im Handlungsfeld Energieproduktion zur Klimaneutralität 2035	25
Abbildung 16: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Energienutzung zur Klimaneutralität 2035	26

Abbildung 17: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Bereich Wärme in GWh	27
Abbildung 18: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Energienutzung zur Klimaneutralität 2035	32
Abbildung 19: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität zur Klimaneutralität 2035	33
Abbildung 20: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität zur Klimaneutralität 2035	36
Abbildung 21: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Landwirtschaft, Wald und Boden zur Klimaneutralität 2035.....	37
Abbildung 22: Moorböden in Detmold. Ausschnitt, eigene Darstellung, Landesmoorkulisse NRW (2024)	39
Abbildung 23: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Landwirtschaft & Moore zur Klimaneutralität 2035	40
Abbildung 24: Beitrag der Maßnahmen im Handlungsfeld Verwaltung zur Klimaneutralität 2035	41
Abbildung 25: Content Framework: Hero, Hub, Help.....	43
Abbildung 26: Empfohlener Controlling-Prozess.....	44

11.2 Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEV	Elektroauto mit Batterie (Battery Electric Vehicle)
BISKO	Bilanzierungs-Standard Kommunal
ct	Euro-Cent
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CO₂e	CO ₂ -Äquivalente
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EW	Einwohner*innen
EU-ETS	European Union Emissions Trading System
FFPV	Freiflächen-Photovoltaik(-Anlagen)
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunde(n)
ha	Hektar
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung
kWh	Kilowattstunde(n)
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz

LED	Lichtemittierende Diode
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde(n)
N₂O	Lachgas
NH₄	Methan
n.q.	Nicht quantifizierbar
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PT	Personentage
PV	Photovoltaik
SF₆	Schwefelhexafluorid
THG	Treibhausgase
VZÄ	Vollzeitäquivalent
WEA	Windenergieanalyse

11.3 Berechnungsparameter

Deutschland	Wert	Einheit
Bundesweiter Stromverbrauch ¹¹¹	549	TWh/a
Bundesweiter Wärmeverbrauch ¹¹¹	1270	TWh/a
Bundesweiter Kraftstoffverbrauch ¹¹¹	641	TWh/a
Einwohner Deutschland ¹¹²	84,3	Millionen
Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2022 ¹⁰	46,3	Prozent

Emissionsfaktoren	Wert	Einheit
Für Detmold 2022 ermittelter Strom-Emissionsfaktor ²	505	gCO ₂ e/kWh
Für Detmold 2035 angenommener Strom-Emissionsfaktor ¹¹³	144	gCO ₂ e/kWh

Effizienzfaktoren der Elektrifizierung	Wert	Einheit
Verbrauch Benzin ¹¹²	7,70	Liter/100km
Verbrauch Diesel ¹¹²	7,00	Liter/100km
Heizwert Benzin ¹¹⁴	8,60	kWh/Liter
Heizwert Diesel ¹¹⁴	9,88	kWh/Liter
Elektrifizierung Kraftfahrzeuge (s.o.)	3,67	Faktor
Elektrifizierung Wärme ³⁵	3,0	Faktor

Stromproduktion der Erneuerbaren	Wert	Einheit
PV-Arbeitsstunden in Detmold ¹¹⁵	917	kWh/kWp
PV-Leistung pro Gebäude ¹¹⁶	12,0	kWp
PV-Leistung auf Freifläche ¹¹⁷	1,2	MW/ha
Agri-PV-Leistung auf Freifläche ⁴¹	0,6	MW/ha
Windenergie-Volllaststunden in Detmold ¹¹⁸	2.300	kWh/kWp
Leistung pro Windenergieanlage ¹¹⁹	6,0	MW

Flächenbedarf pro Windenergieanlage ¹²⁰	0,8	ha
Energiepreisannahmen zzgl. USt.	Wert	Einheit
Benzin ¹¹²	0,16	Euro/kWh
Biobenzin ¹²¹	0,16	Euro/kWh
Biogas ¹²¹	0,05	Euro/kWh
Biomasse ¹²¹	0,06	Euro/kWh
Braunkohle ¹¹²	0,19	Euro/kWh
CNG bio ¹²¹	0,12	Euro/kWh
CNG fossil ¹²¹	0,12	Euro/kWh
Diesel ¹¹²	0,12	Euro/kWh
Diesel biogen ¹²¹	0,12	Euro/kWh
Erdgas ¹²²	0,06	Euro/kWh
Fernwärme ¹¹²	0,10	Euro/kWh
Flüssiggas ¹¹²	0,06	Euro/kWh
Heizstrom ¹²¹	0,21	Euro/kWh
Heizöl ¹¹²	0,06	Euro/kWh
Kerosin ¹¹²	0,09	Euro/kWh
LPG ¹²¹	0,16	Euro/kWh
Nahwärme ¹²¹	0,10	Euro/kWh
Solarthermie ¹²¹	0,19	Euro/kWh
Sonstige Erneuerbare ¹²¹	0,10	Euro/kWh
Sonstige Konventionelle ¹²¹	0,17	Euro/kWh
Steinkohle ¹¹²	0,11	Euro/kWh
Umweltwärme ¹²¹	0,22	Euro/kWh
Strom 2022 ¹²²	0,28	Euro/kWh
Strom 2035 ¹²³	0,29	Euro/kWh

11.4 BSKO — Bilanzierungs-Standard Kommunal

BSKO wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) im Rahmen der Bilanzierung von Endenergieverbräuchen und Treibhausgasemissionen entwickelt. Ziel war es, eine einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen zu ermöglichen und eine Vergleichbarkeit der Bilanzergebnisse zwischen den Kommunen zu schaffen.

Bei der BSKO-Methode wird das sogenannte Territorialprinzip verfolgt. Diese auch als **endenergiebasierte Territorialbilanz** bezeichnete Vorgehensweise betrachtet alle im Untersuchungsgebiet anfallenden Verbräuche auf der Ebene der Endenergie, welche anschließend den einzelnen Sektoren zugeordnet werden.

Die THG-Emissionen beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (wie zum Beispiel N₂O Lachgas, NH₄ Methan, SF₆ Schwefelhexafluorid, FKW Fluorkohlenwasserstoffe) inklusive energiebezogener Vorketten, in die Berechnung mit ein. Die Ausgabe findet als CO₂-Äquivalente (CO₂e) statt.

Das bedeutet, dass nur die Vorketten energetischer Produkte, wie etwa der Abbau und Transport von Energieträgern oder die Bereitstellung von Energieumwandlungsanlagen, in die Bilanzierung einfließen. Sogenannte graue Energie, wie der Energieaufwand von konsumierten Produkten und Energie, die von der Bevölkerung außerhalb der Kreisgrenzen verbraucht wird, findet im Rahmen der BSKO-Bilanzierung keine Berücksichtigung.

Standardmäßig findet im stationären Bereich eine Unterteilung in die Bereiche Private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Industrie/verarbeitendes Gewerbe, Kommunale Einrichtungen und den Verkehrsbereich statt. Im Sektor Verkehr werden sämtliche motorisierte Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr herangezogen. Die Unterteilung findet in gut kommunal beeinflussbar (Binnen-, Quell- und Zielverkehr im Straßenverkehr MIV, LKW, LNF) und kaum kommunal beeinflussbar (öffentlicher Personenverkehr ÖPNV, Bahn, Reisebus, Flug sowie Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehr) statt.

11.5 Endnoten

- ¹ ansvar2030 Holding GmbH <https://www.ansvar.com>
- ² Klimaschutz-Planer <https://www.klimaschutz-planer.de/>
- ³ Regionale Wertschöpfung & Regionalentwicklung durch Klimaschutz, Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück, 2019 https://www.klimaschutz-lkhh.de/fileadmin/media/downloads/19_03_19_Regionale_Wertschöpfung_und_Regionalentwicklung_durch_Klimaschutz_-_Vortrag_Uhle.pdf
- ⁴ Klimavision von LocalZero (2023) unter Verwendung angepasster Basisdaten
- ⁵ Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2018, Thünen Report 77, (2020)
- ⁶ Agrarstrukturhebung, Statistisches Landesamt NRW (2023)
- ⁷ Marktstammdatenregister (2024)
- ⁸ WestfalenWIND 2024, Gauseköte, 7 x 5,5 MW, Inbetriebnahme 2026 <https://www.westfalenwind.de/ueber-uns/unsere-windparks/>
- ⁹ Zur Ermittlung der Strommenge, die aus der Produktion erneuerbarer Energien im Stadtgebiet hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) genutzt und von den Stadtwerken Detmold bereitgestellt. Wasserkraft und Geothermie lagen in Detmold im Bilanzierungsjahr nicht vor.
- ¹⁰ Stromerzeugung 2022, Statistisches Bundesamt (2023), https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/03/PD23_090_43312.html
- ¹¹ Während bei Windenergieanlagen und Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen im Detmolder Stadtgebiet davon ausgegangen werden kann, dass so gut wie kein Eigenverbrauchsanteil vorhanden ist, sieht das Bild bei PV-Anlagen an und auf Gebäuden anders aus. Legt man die Leistung der im Stadtgebiet installierten Gebäude-PV-Anlagen zugrunde, lässt sich unter Berücksichtigung von negativen Einflüssen wie Verschattung, eine theoretische Stromproduktion von rund 22,6 GWh abschätzen, die einer Stromspeisung dieser Anlagen von 19,2 GWh gegenübersteht, was einen Eigenverbrauchsanteil von 15% ergäbe. Bei PV-Kleinanlagen unter 30kWp liegt dieser Anteil in Detmold vermutlich sogar bei 25%.
- ¹² Errechnet anhand des lokalen Emissionsfaktors aus bilanzierten Stromemissionen (Klimaschutz-Planer) und Stromspeisungen (Stadtwerke Detmold)
- ¹³ Energiebedingte Emissionen von Klimagasen und Luftschadstoffen, Umweltbundesamt (2024), <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen>
- ¹⁴ Global greenhouse gas emissions by sector 2020, Our World in Data (2020), <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
- ¹⁵ **Thalhammer/Breidenbach ZRP 2023**, 183.
- ¹⁶ BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021
- ¹⁷ §2 EEG 2023
- ¹⁸ Vgl. Ekardt/Heß/Wulff EurUP 2021, 212 (223).
- ¹⁹ BeckOGK/Fleischer, 1.4.2023, AktG § 93 Rn. 127.
- ²⁰ BVerfGE 157, 30 (Rn. 186, 245).
- ²¹ Wo stehen wir beim CO₂-Budget? Eine Aktualisierung, Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Stellungnahme, März 2024 https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2024_03_CO2_Budget.pdf?__blob=publication-File&v=8
- ²² Berechnung anhand durchschnittlicher Kfz-Verbräuche (siehe Berechnungsparameter)
- ²³ Eigene Berechnung im Rahmen dieses Klimaschutzkonzepts, ansvar2030
- ²⁴ Merten, F. & Scholz, A. (2023). Metaanalyse zu Wasserstoffkosten und -bedarfen für die CO₂-neutrale Transformation. Wuppertal Institut
- ²⁵ Die Klimälösung, Nelles u. Serrer, 2022
- ²⁶ Fraunhofer ISE Stromgestehungskosten erneuerbare Energien (2024) <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>
- ²⁷ Veröffentlichungen, Marktstammdatenregister und Angaben der Verwaltung

Fortführung Endnoten

- ²⁸ Unter Berücksichtigung von Eigenproduktion, Eigenverbrauch, Bezug lokaler Stromproduktion und Restbezug über Bundesstrom, ohne Berücksichtigung von Erlösen aus Stromverkäufen ergeben sich folgende effektive Strompreise im Zielszenario für Detmold: 10 ct/kWh für Industriestrom, 17 ct/kWh für Wärmestrom, 22 ct/kWh für sonstigen Strom — alle zzgl. Umsatzsteuer.
- ²⁹ BloombergNEF Stromgestehungskosten LCOE Deutschland (2021)
- ³⁰ Net Zero by 2050, International Energy Agency (2021)
- ³¹ Beispiele: Regionale Wertschöpfung aus erneuerbaren Energien am Beispiel des Rhein-Hunsrück-Kreises, Energieagentur Rheinland-Pfalz (2017), Regionale Wertschöpfung & Regionalentwicklung durch Klimaschutz am Beispiel des Rhein-Hunsrück-Kreises, Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück-Kreis (2019), Regionale Wertschöpfung Stadtwerke Union Nordhessen (SUN)
- ³² Impact Report, RMI (2024), <https://rmi.org/spring-2024/>
- ³³ Photovoltaik mit Batteriespeicher günstiger als konventionelle Kraftwerke, Fraunhofer (2024), <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2024/photovoltaik-mit-batteriespeicher-guenstiger-als-konventionelle-kraftwerke.html>
- ³⁴ ETS2 Studie (2024), European Commission, https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en
- ³⁵ Studie: E-Lkw werden Diesel-Fahrzeuge bis 2040 verdrängen, DVZ (2024), <https://www.dvz.de/unternehmen/strasse/detail/news/studie-e-lkw-werden-diesel-fahrzeuge-ab-2030-verdraengen.html>
- ³⁶ Klimaneutrales Deutschland 2045, Agora (2021), <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/klimaneutrales-deutschland-2045-1>
- ³⁷ Entwurf von Regelungen zur Änderung des EEG 2023 zu Bio-Energie (Bioenergiepaket), BMWK (2024) <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/Gesetzesvorhaben/20241206-entwurf-bioenergiepaket.html>
- ³⁸ Welche Rolle kann Wasserstoff im künftigen Energiesystem einnehmen?, Umweltbundesamt (2024), <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/wasserstoff-schlüssel-im-kuenftigen-energiesystem#Rolle>
- ³⁹ Grüner Wasserstoff, Fraunhofer (2022), <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/gruener-wasserstoff.html>
- ⁴⁰ Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie, Bundesregierung, (2023), https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html
- ⁴¹ Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer (2024), <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>
- ⁴² Photovoltaik- und Batteriespeicherzubau in Deutschland in Zahlen. Fraunhofer (2024). <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/photovoltaik-und-batteriespeicherzubau-in-deutschland.html>
- ⁴³ Studie: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Fraunhofer (2024), <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>
- ⁴⁴ Verteilung: 60% Futtermittel, 22% Nahrungsmittel, 14% Energiepflanzen, 2% Industriepflanzen, 2% Brache & Stilllegung. BMEL (2017) https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/daten-fakten-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=8
- ⁴⁵ Hietel, E., Reichling, T. und Lenz, C. (2021): Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfreundliche Solarparks https://www.th-bingen.de/fileadmin/projekte/Solarparks_Biodiversitaet/Leitfaden_Massnahmensteckbriefe.pdf — Solarparks - Gewinne für die Biodiversität, bne (2019) https://www.bne-online.de/wp-content/uploads/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet.pdf
- ⁴⁶ Nettostromerzeugung im 1. Halbjahr 2024: Rekorderzeugung von Grünstrom, fossile Energien weiter rückläufig, Fraunhofer (2024), <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2024/nettostromerzeugung-im-ersten-halbjahr-2024-rekorderzeugung-von-gruenstrom-fossile-energien-weiter-ruecklaeufig.html>

Fortführung Endnoten

- ⁴⁷ So läuft der Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland, Bundesregierung (2024), <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/ausbau-erneuerbare-energien-2225808>
- ⁴⁸ Windenergie an Land, Umweltbundesamt (2023), <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/windenergie-an-land#flaeche>
- ⁴⁹ Elektrische Energiespeicher, Fraunhofer (2024), <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/elektrische-energiespeicher.html>
- ⁵⁰ Berechnet anhand eines angenommenen THG-Emissionsfaktors von 144 gCO₂e/kWh im Jahr 2035. Ausgehend vom für 2022 erhobenen Wert gemäß eines gemittelten Absenkpfeils bis 2045, gemäß Technik-katalog (Langreder et al. 2024), KSG (2021), Umweltbundesamt Trend-tabellen Treibhausgase (2024), UBA Projektionsbericht (2023), BMWK Energiewende/Strommarkt (2024). — Je geringer der Strom-Emissionsfaktor für den Detmolder Strommix über die kommenden Jahre in der BSKO-Basisbilanz ausfällt, desto höher müssen die Zubaumaßnahmen zur Kompensation der Restemissionen ausfallen. Umgekehrt können Zubaumaßnahmen geringer ausfallen, wenn sich ein höherer Strom-Emissionsfaktor für 2035 abzeichnet. Angesichts des sich entwickelnden Ausbaus der Erneuerbaren wird der in diesem Konzept angegebene Zubau empfohlen.
- ⁵¹ Länderbericht zum Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie zu Flächen, Planungen und Genehmigungen für die Windenergienutzung an Land, Nordrhein-Westfalen (2023); Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2023, Fachagentur Windenergie an Land (2024); Dauer förmliche Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen an Land, Fachagentur Windenergie an Land (2024)
- ⁵² Angabe der Verwaltung
- ⁵³ §35 Bauen im Außenbereich, BauGB
- ⁵⁴ Baugesetzbuch. § 249a Sonderregelung für Vorhaben zur Herstellung oder Speicherung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien. Bundesministerium der Justiz. https://www.gesetze-im-inter-net.de/bbaug/_249a.html
- ⁵⁵ Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2021)
- ⁵⁶ Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023). § 37 Gebote für Solaranlagen des ersten Segments. Bundesamt für Justiz. https://www.gesetze-im-inter-net.de/eeg_2014/_37.html
- ⁵⁷ Erhebung im Rahmen des Klimaschutzkonzepts, ansvar2030 und Stadt Detmold
- ⁵⁸ Ergebnis einer Potenzialanalyse im Rahmen des Klimaschutzkonzepts, ansvar2030
- ⁵⁹ Absatzzahlen und Gesamtzahlen der Wärmeerzeuger in Deutschland, BDH (2019-2023)
- ⁶⁰ Eine genaue Erhebung ist nicht mit vertretbarem Aufwand darstellbar, da es sich bei „Sonstigen Konventionellen“ um nicht-leitungsgebundene Energieträger handelt. Klimaschutz-Planer ermittelt den Wert anhand statistischer Hochrechnungen.
- ⁶¹ Bescheinigung über die energetische Bewertung für den Fernwärmeverbund der Stadtwerke Detmold (2021) <https://www.stadtwerke-detmold.de/Downloads/Bescheinigung-Primaerenergiefaktor.pdf> über <https://www.stadtwerke-detmold.de/Fernwaerme/Erzeugung>
- ⁶² Fernwärme deckte 2022 einen Wärmeverbrauch von 377 PJ gegenüber eines Gesamtwärmeverbrauchs von 4622 PJ. Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland 2021 und 2022, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2023) https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf
- ⁶³ Geschäftsbericht 2022 Stadtwerke Detmold (2023)
- ⁶⁴ Erläuterungen des Umweltbundesamtes zum EU-ETS 2, „Der EU-Emissionshandel wird umfassend reformiert“, Umweltbundesamt (2023)
- ⁶⁵ Kosten für einen Hausanschluss Fernwärme einmalig i.H.v. 8.234,80 € (vor Förderung). Arbeitspreis Fernwärme i.H.v. 14,66 Cent/kWh gegenüber Erdgas i.H.v. 10,8 bis 12,4 ct/kWh. Grundpreis Erdgas i.H.v. 112,87€ bis 114,24 €/Jahr <https://www.stadtwerke-detmold.de/Kopfnavigation/Netze/Hausanschluss/Preisblatt-Netz-Hausanschluss.pdf>, <https://www.stadtwerke-detmold.de/fernwaerme/tarif> und <https://www.stadtwerke-detmold.de/gastarife>

Fortführung Endnoten

- ⁶⁶ KfW Heizungsförderung für Privatpersonen — Wohngebäude, Zuschuss Nr.458 (2024) [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Heizungsfoerderung-fuer-Privatpersonen-Wohngebäude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Foerderprodukte/Heizungsfoerderung-fuer-Privatpersonen-Wohngebäude-(458)/)
- ⁶⁷ Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 4 — Geothermie, LANUV-Fachbericht 40, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2015) https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Fachbericht_40-Teil4-Geothermie_web.pdf
- ⁶⁸ Geothermie-Messungen: Land startet umfangreiche Erkundungen in Ostwestfalen-Lippe (2024) <https://www.wirtschaft.nrw/geothermie-messungen-land-startet-umfangreiche-erkundungen-ostwestfalen-lippe>
- ⁶⁹ Wasserstoff Startnetz bis 2030, Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (2020) <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-startnetz-2030/> und Wasserstoff-Kernnetz der Bundesnetzagentur (2024) https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Wasserstoff/Antrag_FNB_Anlage6.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- ⁷⁰ Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 — Solarenergie, LANUV-Fachbereich 40, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2013) https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30040b.pdf
- ⁷¹ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045 https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf
- ⁷² Berechnung Heizöl-Emissionsfaktor $310 \text{ g CO}_2\text{e/kWh}_{\text{therm}}$ gegenüber Bundesstrom-Emissionsfaktor $420 \text{ g/kWh}_{\text{el}}$ (Jahr 2020) bei JAZ 3,0 einer Wärmepumpe = $140 \text{ g/kWh}_{\text{therm}}$ (-55%)
- ⁷³ Wärmepumpenfeldtest: Zwischenergebnisse bestätigen effizienten Betrieb auch im Altbau, Fraunhofer (2024)
- ⁷⁴ Die schnelle Verbreitung der Wärmepumpe ist zentral für schnelle Wärmewende, CLAUSEN et al. (2023)
- ⁷⁵ Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2020)
- ⁷⁶ Lösungsoptionen für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Umwelt Bundesamt (2023)
- ⁷⁷ Kurzinformation Heiztechnik: Wärmenetz, BMWSB (2024) <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/geg-wpg/kurzinfo-waermenetz.html> und Praxisleitfaden Nahwärme, Energieagentur Rheinland-Pfalz (2023) https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user_upload/Praxisleitfaeden/Praxisleitfaden_Nahwaerme.pdf
- ⁷⁸ Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland, Szenario A1B, UBA (2008) - IPCC Special Report Emissions Scenario (2000), Projektionsbericht 2023 für Deutschland, UBA (2024), Berechnungen IREES auf Basis von BBSR (2017)
- ⁷⁹ Wärmestudie NRW, LANUV (2022), ohne Berücksichtigung der Veränderung von Heizgradtagen https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse
- ⁸⁰ Wärmepumpe mit Photovoltaik: So lohnt sich die Kombi, Polarstern (2024), <https://www.polarstern-energie.de/magazin/artikel/waermepumpe-mit-pv-anlage-lohnt-sich/>
- ⁸¹ Biodiesel - Potenziale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen. FAL Forschungsanstalt für Landwirtschaft (2003), https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/zi027595.pdf
- ⁸² E-Fuels zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Agora Verkehrswende (2023). https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/user_upload/103-E-Fuels_v2.pdf
- ⁸³ Kfz-Zulassungsstelle Kreis Lippe (2024)
- ⁸⁴ Jahresbilanz 2022, Kraftfahrtbundesamt (2024) https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz_Bestand/fz_b_jahresbilanz_node.html?yearFilter=2022
- ⁸⁵ Truck Study 2024, PwC (2024) <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/transport/truck-study.html>.
- ⁸⁶ Extrapolation des Hochlaufs der verkauften Batteriefahrzeuge in Deutschland (<https://x.com/leRaffl/status/1854209408852738340>) bei leicht steigender Gesamtzahl (Ariadne Szenarienreport Verkehr 2021)

Fortführung Endnoten

- und eigener Berechnung der Auswirkung auf den Fahrzeugbestand mittels Fortführung der aktuellen jährlichen Turnover Rate.
- ⁸⁷ Mobilitätsbefragung Kreis Lippe, Detailauswertung Detmold (2017)
- ⁸⁸ Verkehrsentslastung durch Carsharing, Bundesverband Carsharing (2024), <https://www.carsharing.de/verkehrsentslastung-durch-carsharing-0>
- ⁸⁹ Topographie in Detmold (2024), <https://de-de.topographic-map.com/map-fgx4s/Detmold/?center=51.92788%2C8.86178&zoom=12>
- ⁹⁰ Marktdaten Fahrräder und E-Bikes für 2023, ZIV — Die Fahrradindustrie (2024) https://www.ziv-zweirad.de/wp-content/uploads/2024/03/ZIV_Marktdatenpraesentation_2024_fuer_GJ_2023.pdf
- ⁹¹ Radnetzkonzept. Stadt Detmold (2022), <https://consul.detmold-mitgestalten.de/radnetzkonzept>
- ⁹² Elektro-Laster werden laut Studie ab 2030 Diesel-Lkw verdrängen. Handelsblatt (2024), <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/iaa-nutzfahrzeuge-elektro-laster-werden-2030-diesel-lkw-verdraengen-studie/100069488.html>
- ⁹³ Betriebe mit landwirtschaftlicher Fläche nach Bodennutzungsarten, Agrarstrukturhebung NRW (2020)
- ⁹⁴ Landwirtschaftliche Betriebe mit ökologischem Landbau und deren Fläche nach Grad der Umstellung der landwirtschaftlichen Flächen, Agrarstrukturhebung NRW (2020)
- ⁹⁵ Auskunft Landwirtschaftskammer NRW (2024)
- ⁹⁶ Berechnung LocalZero anhand Detmolder Tierplatzzahlen (2024)
- ⁹⁷ Überarbeitung der Verordnung über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft, EU-Kommission (2021)
- ⁹⁸ Climate Change 06/2020, Transformationsprozess zum treibhausgasneutralen und ressourcenschonenden Deutschland — Vergleich der Szenarien, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH, Umweltbundesamt (2020)
- ⁹⁹ Anteile der Treibhausgase an den Emissionen der Landwirtschaft, Umweltbundesamt (2022)

- ¹⁰⁰ Transformationsprozess zum treibhausgasneutralen und ressourcenschonenden Deutschland, Umweltbundesamt (2020)
- ¹⁰¹ Berechnung LocalZero für Detmold (2024)
- ¹⁰² Steigerung der Trinkwassergewinnung in Nadelwäldern um durchschnittlich 800.000 Liter pro Hektar durch gezielte Pflanzung von Laubbäumen. Siehe Trinkwasserwald e.V. <https://trinkwasserwald.de/sites/default/files/files/Erhöhung%20des%20Grundwassereintrages%20durch%20Waldumbau.pdf>
- ¹⁰³ Tsonkova, Böhm: CO₂-Bindung durch Agroforst-Gehölze als Beitrag zum Klimaschutz (2020) https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2021/02/06__CO2-Bindung.pdf, Potentiale und Erfolgsfaktoren für die Skalierung von Agroforst-Systemen in Deutschland, Julia Weitz (2023) https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2023/05/Weitz-2023-BA-Erfolgsfaktoren-Agroforst_DeFAF.pdf, VIVO Carbon (2024) <https://www.vivocarbon.de/faq>
- ¹⁰⁴ Klimaschutz auf Moorböden, Lösungsansätze und Best-Practice-Beispiele, Greifswald Moor Centrum (2019)
- ¹⁰⁵ Flächen, deren Böden in den obersten 4 Dezimetern eine mindestens 1 Dezimeter mächtige Schicht mit über 15 Prozent organischer Substanz aufweisen, Landesmoorkulisse NRW (2023) — Emissionsschätzung mittels LocalZero (2024)
- ¹⁰⁶ Naturschutzgebiet Hasselbach /Schwarzenbrink / Heidemoor am Kupferberg (LIP-090), Kennung BK-4018-154
- ¹⁰⁷ Informationen der Biologischen Station Lippe (2024) und Naturschutzgebiet Donoperteich-Hiddeser Bent (LIP-015)
- ¹⁰⁸ Renaturierung von Mooren in 3 Phasen, Eggelsmann (Göttlich 1990)
- ¹⁰⁹ Einflussfaktoren auf eine erfolgreiche Etablierung von Tiny Forests in deutschen Mittelstädten, Lars Röhling (2021)
- ¹¹⁰ Tsonkova, Böhm: CO₂-Bindung durch Agroforst-Gehölze als Beitrag zum Klimaschutz (2020)
- ¹¹¹ Umweltbundesamt (2023)
- ¹¹² Statista (2022)
- ¹¹³ Ausgehend vom für 2022 erhobenen Wert gemäß eines beschleunigten Absenkpfeils bis 2045, ansvar2030

Fortführung Endnoten

¹¹⁴ BAFA (2021)

¹¹⁵ Durchschnittswert, der über die PV-Potenzialanalyse für Detmold ermittelt wurde, ansvar2030

¹¹⁶ Im Jahr 2023 waren neue PV-Kleinanlagen im Lippe am häufigsten 10kWp groß, Durchschnitt bei 8,5 kWp (Marktstammdatenregister). Eine Steigerung bei der Größe neuer Hausdachanlagen wird aufgrund der Ausweitung der EEG-Erleichterungen auf Anlagen bis 30kWp erwartet.

¹¹⁷ Durchschnitt im Jahr 2022 war 1,0 MW/ha (Umweltbundesamt, 2022) bei Werten von 1,1 bis 1,4 MW/ha für Anlagen über 20 MW (Marktstammdatenregister 2023). Für 2035 wird ein Durchschnitt von 1,33 MW/ha erwartet (Teilvorhaben solare Strahlungsenergie Zwischenbericht ZSW, Bosch & Partner, 2023).

¹¹⁸ Annahme auf Basis von Referenzwerten: durchschnittlich 2.600 Volllaststunden für Nordrhein-Westfalen laut Flächenpotenziale der

Windenergie an Land, Fraunhofer IEE (2022); 1.500 bis 3.000 Volllaststunden in Detmold anhand von Einspeisedaten (Netzbetreiber), installierter Leistung (Marktstammdatenregister) und Medienberichten.

¹¹⁹ Laut Marktstammdatenregister wurden im Landkreis Lippe zwischen 2020 und Oktober 2024 hauptsächlich Windenergieanlagen mit einer jeweiligen Leistung von 3,6 MW bis 6 MW installiert. Aktuell werden im Landkreis Lippe Windenergieanlagen hauptsächlich mit jew. 4,2 MW (10 Windenergieanlagen) und 5,6 MW (20 WEA) geplant, dazu 6 MW (2 WEA) und 7 MW (1 WEA) (Abfrage November 2024)

¹²⁰ JUWI (2023)

¹²¹ Annahme im Verhältnis zu anderen Energieträgern

¹²² BDEW (2022)

¹²³ Annahme auf Basis von Berechnungen mittels aktueller Abgaben, Umlagen und Netzentgelte im Rahmen dieses Klimaschutzkonzepts