



Leipziger Institut
für Energie

BERICHT

Klimaschutz 2035: Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgasemis- sionen in Hannover bis 2035

Auftraggeberin:

Klimaschutzleitstelle der Landeshauptstadt
Hannover

Leipzig, 10.12.2021



Impressum

Auftraggeberin

Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Umwelt und Stadtgrün, Klimaschutzleitstelle
Arndtstraße 1
30167 Hannover

Auftragnehmer

Leipziger Institut für Energie GmbH
Lessingstraße 2
04109 Leipzig

Bearbeitung

[Anne Scheuermann](#)

Telefon 03 41 / 22 47 62 - 24
E-Mail Anne.Scheuermann@ie-leipzig.com

[Ilka Erfurt](#)

Telefon 03 41 / 22 47 16 - 19
E-Mail Ilka.Erfurt@ie-leipzig.com

Laufzeit

12/2020 bis 08/2021

Datum

Leipzig, 10.12.2021

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1 Szenarien im Überblick	3
1.1 Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Hannover	3
1.2 Bilanzierungsmethodik	3
1.3 Szenariendefinition	4
1.4 Rahmendaten	6
1.5 Ergebnisse	7
1.6 Exkurs: Treibhausgas-Budget	9
2 Haushalte	11
2.1 Annahmen	11
2.2 Ergebnisse	13
2.3 Handlungsfelder	14
3 Verkehr	17
3.1 Annahmen	17
3.2 Ergebnisse	18
3.3 Handlungsfelder	19
4 Wirtschaft	23
4.1 Annahmen	23
4.2 Ergebnisse	24
4.3 Handlungsfelder	25
5 Energiebereitstellung	28
5.1 Annahmen	28
5.2 Ergebnisse	30
5.3 Handlungsfelder	31
6 Verzeichnisse	34
Abkürzungsverzeichnis	35
Abbildungsverzeichnis	36
Tabellenverzeichnis	37
Literaturverzeichnis	38



Zusammenfassung

Die Landeshauptstadt Hannover hat sich mit der Beschluss-Drucksache 0613/2014 das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 nahezu klimaneutral zu sein. Mit der Beschluss-Drucksache 2469/2019 „Klimapolitik als kommunale Aufgabe“ wird eine beschleunigte Zielerreichung möglichst bis zum Jahr 2035 angestrebt. Die vorliegende Szenarien-Berechnung untersucht, ob das Ziel Treibhausneutralität in der Landeshauptstadt Hannover bereits 2035 erreicht werden kann und welche Anstrengungen, aber auch Rahmenbedingungen dafür notwendig sind.

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass gegenüber 1990 eine Minderung des Endenergieverbrauchs um 37 % und eine Reduzierung der THG-Emissionen um 91 % möglich sind. Das vorzeitige Erreichen des Masterplan-Ziels erscheint damit fast möglich, allerdings nur, wenn die Anstrengungen weiter intensiviert werden und auch überregional entsprechende Rahmenbedingungen gegeben sind.

Zur Zielerreichung sind in allen Verbrauchssektoren sehr hohe Effizienzsteigerungen anzustreben. Darüber hinaus ist die kontinuierliche Substitution der fossilen Energieträger von entscheidender Bedeutung. Treiber für diese Entwicklung sind der Kohleausstieg bei enercity und der geplante Ausbau der erneuerbaren Energien und Abwärmenutzung.

Weitgehende Treibhausgasneutralität 2035 ist nicht einfach durch ein „Vorziehen“ der Masterplanziele von 2050 auf das Jahr 2035 und eine beschleunigte Maßnahmenumsetzung erreichbar. Vielmehr sind ein Denken in „neuen“ Maßnahmen und Veränderungsbereitschaft aller Beteiligten erforderlich. Aus der Szenarien-Berechnung lassen sich relevante Handlungsfelder ableiten. Sie dient damit als Wissensgrundlage für die Erarbeitung (neuer) konkreter Klimaschutzmaßnahmen, die im Handlungsspielraum der Beteiligten (Kommune, Wirtschaft, Institutionen, Bürgerinnen und Bürger, Vereine, Verbände) liegen.

Zugleich sind die lokalen Aktivitäten auch immer im übergeordneten Kontext zu betrachten. Die Berechnungen zeigen, dass die Gestaltungsmacht der Kommune allein nicht ausreicht (u. a. erneuerbare Energien im Bundesstrommix, Bereitstellung von erneuerbaren Gasen). Das Erreichen einer weitgehenden Treibhausgasneutralität im Stadtgebiet ist bis zum Jahr 2035 nur möglich, wenn neben der kommunalen Ebene auch Niedersachsen, Deutschland und Europa ihre Klimaschutzziele und energiepolitischen Rahmenbedingungen hierauf ausrichten.

1 Szenarien im Überblick

1.1 Klimaschutzziele der Landeshauptstadt Hannover

Die Landeshauptstadt Hannover hat sich mit der Beschluss-Drucksache 0613/2014 das Ziel gesetzt, durch die Umsetzung geeigneter Maßnahmen bis zum Jahr 2050 nahezu klimaneutral zu sein. Für dieses ehrgeizige Ziel wurde, zusammen mit der Region Hannover, der Masterplan „100 % für den Klimaschutz“ entwickelt. Bis zum Jahr 2050 sollen gegenüber den Zahlen von 1990 mindestens 50 % des Energieverbrauchs und mindestens 95 % der THG-Emissionen eingespart werden. Für die Stadt Hannover entspricht dies maximal 7.100 GWh Energieverbrauch und 330.000 t Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr (Abbildung 1).

Die bisherigen kommunalen Anstrengungen im Bereich Klimaschutz und Energiewende sind zwar bereits erfolgreich und zeigen Wirkung, müssen allerdings zur Erreichung des 1,5 Grad- Ziels des Pariser Abkommens noch erheblich verstärkt werden. Vor diesem Hintergrund wird mit der Beschluss-Drucksache 2469/2019 „Klimapolitik als kommunale Aufgabe“ eine beschleunigte Erreichung der Masterplan-Ziele möglichst bis zum Jahr 2035 angestrebt.

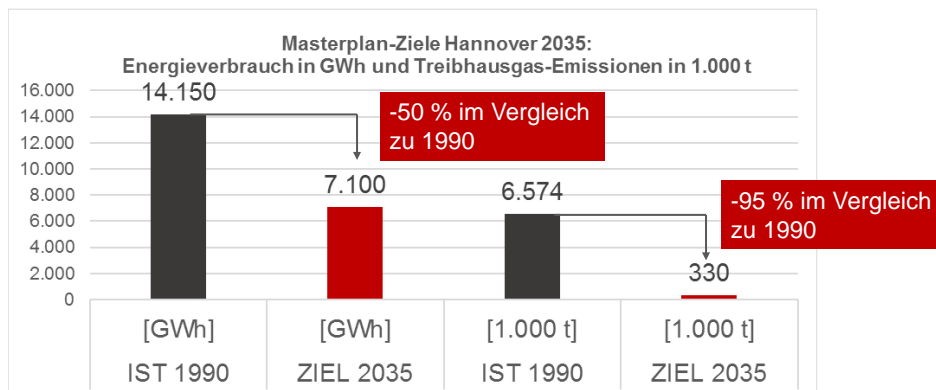


Abbildung 1 Masterplan-Ziele Hannover 2035

Quelle: Landeshauptstadt Hannover

1.2 Bilanzierungsmethodik

Um die Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Jahre nachvollziehen zu können, werden die Energieverbräuche und die Emissionsfaktoren der zugehörigen Energieträger regelmäßig erhoben (vgl. Energie- und CO₂-Bilanz für die Region Hannover, 2015). Die Bilanzierung erfolgt nach dem kommunalen Bilanzierungsstandard BSKO¹. Erfasst werden alle energiebedingten Treibhausgasemissionen der Sektoren Private Haushalte, Verkehr, Industrie sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen einschließlich öffentlicher Einrichtungen, die auf dem Gebiet der Landeshauptstadt Hannover entstehen. Sie werden inklusive der Vorketten berechnet, berücksichtigen also

¹ Bilanzierungssystematik kommunal

auch Emissionen, die z. B. durch Abbau von Rohstoffen oder deren Transport entstehen. So werden auch erneuerbare Energieträger nicht mit einem Emissionsfaktor „Null“ angesetzt. Klimaschutzziel bei Bilanzierung nach BSKO-Standard ist daher, nahezu Nullemissionen zu erreichen. Null ist aufgrund der Vorketten nicht möglich.

Nicht-energetische Emissionen aus den Bereichen Land- und Abfallwirtschaft sind entsprechend der Treibhausgasbilanz 2015 von untergeordneter Bedeutung und werden konstant fortgeschrieben. Abwasser sowie industrielle Prozessemissionen werden nicht bilanziert. Graue Energie der konsumierten Produkte wird berücksichtigt, wenn die Produktion im Territorium erfolgt. Treibhausgasemissionen aus dem Flugverkehr sind nicht enthalten, da der Flughafen nicht im Stadtgebiet liegt.

1.3 Szenariendefinition

Mit Hilfe von Szenarien wird die Wirkung von verschiedenen Rahmenbedingungen und Annahmen auf die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen abgeschätzt. Ausgangspunkt der Berechnungen ist die Energie- und THG-Bilanz 2015 (Ist-Zustand). Darauf aufbauend wurden zwei Szenarien mit Zielhorizont 2035 gerechnet. Die grundlegenden, sektorübergreifenden Annahmen sind nachfolgend aufgeführt (vgl. Abbildung 2). Im Detail werden die jeweiligen Annahmen bei den Sektoren erläutert.

Trend-2035: Fortschreibung absehbarer Entwicklungen	Klimaschutz-2035: Vom Ziel her gedacht!
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Berücksichtigung aktueller struktureller Einflussfaktoren <small>(z.B. Demografie, Gebäudestruktur, Wohnflächen)</small> ➤ Berücksichtigung absehbarer Entwicklungen in der Landeshauptstadt Hannover <small>(z.B. Abschaltung Steinkohlekraftwerk, Prognose Fahrzeugbestände)</small> ➤ Übernahme und ggf. Anpassung prognostizierter bundesweiter Entwicklungen <small>(z.B. Entwicklung Energieverbrauch im Bereich Wirtschaft)</small> ➤ Annahme: Bundestrommix 50% erneuerbare Energien, kein Ersatz von Erdgas durch erneuerbare Gase* <small>* Biogas, Grüner Wasserstoff (Power-to-Gas-Technologie) oder synthetisches Methan</small> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Berücksichtigung aktueller struktureller Einflussfaktoren wie Trend-2035 ➤ Vorziehen der Masterplan-Ziele auf 2035 <small>>> Endenergieverbrauch 7.100 GWh >> THG-Emissionen 330.000 t CO_{2eq}</small> ➤ Voraussetzung: umfassende Ausrichtung der bundesweiten/ europäischen Rahmenbedingungen auf Klimaschutz <small>(z.B. EEG, deutliche Bepreisung fossiler Energieträger)</small> ➤ Annahme: Bundestrommix 100% erneuerbare Energien, Ersatz von Erdgas durch erneuerbare Gase* <small>* Biogas, Grüner Wasserstoff (Power-to-Gas-Technologie) oder synthetisches Methan</small>

Abbildung 2 Grundlegende Rahmenbedingungen und Annahmen der Szenarien Trend-2035 und Klimaschutz-2035
Quelle: Eigene Darstellung

Trend-2035

Das Szenario Trend beschreibt absehbare Entwicklungen: Die weitere Entwicklung von Energieverbrauch und Energieerzeugung wurde so abgebildet, wie sie sich aus den gegenwärtigen und absehbaren Rahmenbedingungen in der Landeshauptstadt Hannover abzeichnet. Berücksichtigt wurden u. a. strukturelle Einflussfaktoren, wie die Veränderung von Demographie, Gebäudestruktur und Wohnflächen, aber auch konkret absehbare Entwicklungen, wie die bevorstehende Abschaltung des Steinkohlekraftwerks. Lagen keine Anhaltspunkte für lokale Entwicklungen oder Prognosen vor, wurden bundesweite Annahmen aus Langfrist- und Klimaszenarien² herangezogen und den Verhältnissen in Hannover angepasst.

Entsprechend BSKO wurde zur Berechnung der THG-Emissionen der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes berücksichtigt, hier mit einem Anteil von 50 % erneuerbarer Energien im Jahr 2035. Zugleich wurde davon ausgegangen, dass der Ersatz von Erdgas durch erneuerbare Gase im Szenario Trend-2035 eine untergeordnete Rolle spielt.

Klimaschutz-2035

Mit dem Szenario Klimaschutz-2035 wird aufgezeigt, welche Anstrengungen erforderlich sind und welche Annahmen getroffen werden müssen, um auf dem Territorium der Stadt Hannover die Masterplan-Ziele möglichst bis zum Jahr 2035 erreichen zu können. Für das Ziel müssten der Endenergieverbrauch auf 7.100 GWh und die Treibhausgasemissionen auf 330.000 t CO_{2äq} reduziert werden (Abbildung 1). Im Vergleich zum Absenkepfad des Masterplans sieht das Szenario Klimaschutz-2035 also eine deutlich schnellere Treibhausgasreduzierung vor. Das Szenario Klimaschutz-2035 ist für die Landeshauptstadt Hannover sehr anspruchsvoll.

Im Szenario Klimaschutz-2035 wurden dieselben strukturellen Einflussfaktoren wie im Szenario Trend-2035 angenommen. Voraussetzung für eine beschleunigte Umsetzung der Masterplan-Ziele ist eine umfassende Ausrichtung der bundesweiten und europäischen Rahmenbedingungen auf den Klimaschutz. Für den Bundesstrommix wurde daher ein Anteil von 100 % erneuerbarer Energien unterstellt. Des Weiteren wurde angenommen, dass fossiles Erdgas durch erneuerbare Gase ersetzt wird.

² Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): *Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität*;
Prognos, Fraunhofer ISI, GWS, iinas (2020): *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050*

1.4 Rahmendaten

Bevölkerung

Beiden Szenarien liegen einheitliche Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung zu Grunde. Erfasst werden die Einwohner mit Hauptwohnsitz in Hannover. Bis 2020 beruhen die Zahlen auf Daten des Sachgebiets Wahlen und Statistik.³ Die Bevölkerungsprognose wurde von einer Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Verwaltungen der Landeshauptstadt Hannover und der Region Hannover⁴ erarbeitet.

Die Einwohnerzahl betrug im Jahr 2020 etwa 545.500 und liegt damit deutlich über dem prognostizierten Wert des Masterplans 2050 (vgl. Abbildung 3, hellgraue Linie).

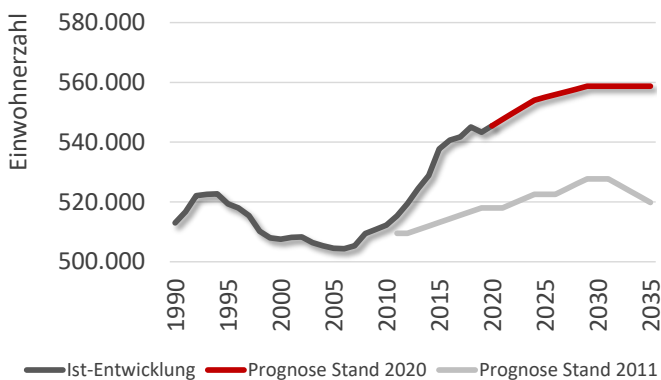


Abbildung 3 Bevölkerungsentwicklung Hannover bis 2035

Quelle: Landeshauptstadt Hannover 2020 (Ist), Region Hannover, Landeshauptstadt Hannover 2020 (Prognose)

Bis zum Jahr 2030 wird von einer weiteren Zunahme um mehr als 13.000 Einwohnern bzw. 2,4 % gegenüber 2020 ausgegangen. Für die Fortschreibung bis 2035 wird unterstellt, dass eine Sättigung erreicht wird und die Einwohnerzahl stagniert.

Wohnen

Die Anzahl der Wohneinheiten stieg in Hannover von 2015 bis 2020 um ca. 4.800 auf ca. 292.000, dies entspricht einem Zuwachs von 1,7 %. Die Wohnfläche vergrößerte sich in diesem Zeitraum um 1,4 % auf 21,96 Mio. m² im Jahr 2020. Die Wohnfläche stieg damit etwas weniger stark an, als im Masterplan 2050 prognostiziert wurde (vgl. Abbildung 4).

³ Landeshauptstadt Hannover (2020): Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Hannover 2020

⁴ Region Hannover, Landeshauptstadt Hannover (2020): Bevölkerungsprognose 2019 bis 2030 für die Region Hannover, die Landeshauptstadt Hannover und die Städte und Gemeinden des Umlands

In den Szenarien wird zwischen 2020 und 2035, auch begründet durch die positive Bevölkerungsentwicklung, von einer stetigen Zunahme der Wohnfläche um 5,9 % auf ca. 23,25 Mio. m² ausgegangen.

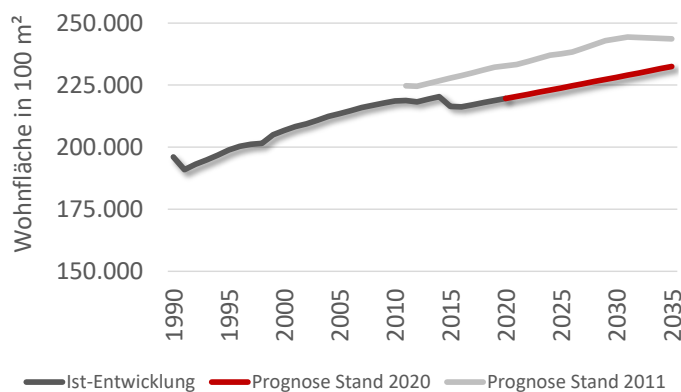


Abbildung 4 Entwicklung der Wohnfläche in Hannover bis 2035

Quelle: Landeshauptstadt Hannover 2020

Wirtschaft

Zwischen 2015 und 2020 stieg die Anzahl der Erwerbstätigen um 2,5 % auf knapp 435.000. Unter Berücksichtigung der Entwicklungen von Einwohnerzahl und Altersstruktur der Bevölkerung wird bis zum Jahr 2035 von einem weiteren Anstieg der Erwerbstätigenzahl um 0,9 % auf etwa 438.500 ausgegangen.

1.5 Ergebnisse

In den Szenarien wurden Annahmen dazu getroffen, welche Veränderungen in den einzelnen Sektoren notwendig und möglich wären, um das Ziel Treibhausgasneutralität in Hannover zu erreichen. Szenarien können die genauen Reduktionspfade nicht vorhersagen und sie treffen keine Aussagen zu Wahrscheinlichkeiten. Dennoch lässt sich auf Basis der Annahmen und unter Nutzung vorhandener Berechnungen und Emissionsfaktoren die ungefähre Entwicklung der Emissionen bis 2035 abschätzen.

Endenergieverbrauch

In beiden Szenarien findet eine deutliche Reduzierung des Endenergieverbrauchs statt (Abbildung 5). Im Szenario Klimaschutz-2035 wird gegenüber 1990 eine Minderung um 37 % erreicht. Dafür müssen in den nächsten Jahren in allen Verbrauchssektoren sehr hohe Effizienzsteigerungen angestrebt werden. Besonders deutlich wird dies im Verkehrsbereich. Hier wird die Reduzierung der Fahrleistung durch die Änderung im Mobilitätsverhalten eine entscheidende Rolle spielen.

Der Endenergieverbrauch in Hannover ist deutlich durch industrielle Großverbraucher geprägt, deren Entwicklung aus Leitstudien des Bundes abgeleitet ist. Eine 50%ige Endenergieeinsparung (rote Linie in Abbildung 5) ist daher bei Fortschreibung der wirtschaftlichen Entwicklung bis 2035 unrealistisch und muss durch erhöhte erneuerbare Erzeugung ausgeglichen werden.

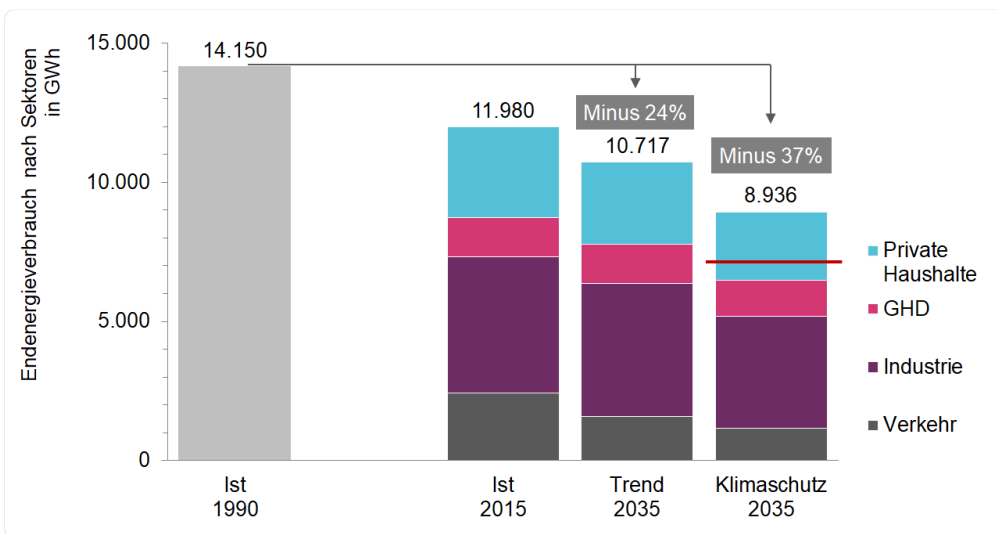


Abbildung 5 Endenergieverbrauch nach Sektoren in der Ist-Entwicklung und in den Szenarien
 Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

THG-Emissionen

Noch ambitionierter sind die Zielsetzungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. Neben der Reduzierung des Energieverbrauchs ist die kontinuierliche Substitution der fossilen Energieträger von entscheidender Bedeutung. Im Szenario Klimaschutz-2035 können die THG-Emissionen im Vergleich zu 1990 bis 2035 um 91 % reduziert werden (Abbildung 6). Das vorzeitige Erreichen des Masterplan-Ziels erscheint damit fast möglich. Treiber für diese Entwicklung sind der Kohleausstieg bei enercity und der geplante Ausbau der erneuerbaren Energien und Abwärmenutzung (siehe Abschnitt 5.1). Lokale Treibhausgasneutralität wird jedoch bis 2035 in Hannover weitgehend nur erreichbar sein, wenn auch der Bund seine Klimaschutzziele und energiepolitischen Rahmenbedingungen hierauf ausrichtet.

Die verbleibenden Emissionen von ca. 574.000 Tonnen CO_{2eq} pro Jahr verteilen sich auf alle Sektoren. Zum einen ergeben sich Emissionen aus den Vorketten (siehe Bilanzierungsmethodik), zum anderen gibt es unvermeidbare (nicht energiebedingte) Emissionen. Offen ist derzeit, wie damit umgegangen wird. Die Emissionen müssten über zusätzliche Maßnahmen oder Formen der Kompensation (natürliche Kohlenstoffsinken, CO₂-Abscheidung, grüne Kunststoffe) ausgeglichen werden.

Grundsätzlich bedeutet das Ziel Klimaneutralität 2035 nicht allein ein Vorziehen der Masterplanziele von 2050 auf 2035, sondern es erfordert ein Denken in „neuen“ Maßnahmen, dies bedeutet auch, dass weitere verstärkte und zusätzliche Bemühungen erforderlich sind. In den folgenden Kapiteln werden die dafür notwendigen verstärkten Anstrengungen in den Sektoren erläutert.

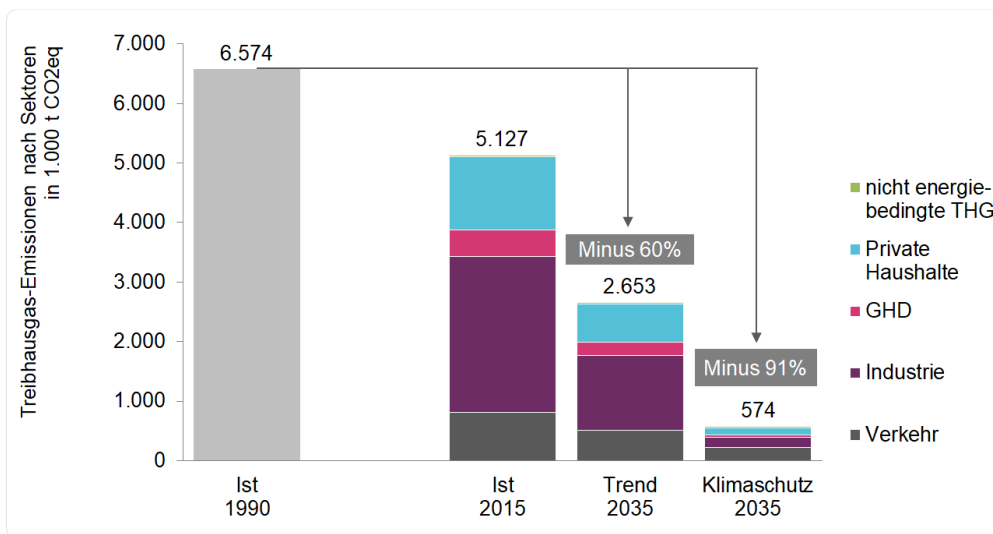


Abbildung 6 Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Ist-Entwicklung und in den Szenarien
Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

1.6 Exkurs: Treibhausgas-Budget

Politische Klimaschutzziele werden häufig als Minderungsziel zu einem bestimmten Zeitpunkt formuliert. Für das Ausmaß der Erderwärmung und die Einhaltung des Pariser Klimaziels ist jedoch die Höhe der Emissionen zu einem bestimmten Zeitpunkt weniger wichtig als die Höhe der Emissionen, die über dem gesamten Zeitraum bis zum Zieljahr hinweg insgesamt ausgestoßen werden. Daher wird auch von einem THG- bzw. CO₂-Emissionsbudget gesprochen, das noch zur Verfügung steht.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat in seinem Umweltgutachten 2020⁵ das globale Budget an Treibhausgasen, das bei einer Begrenzung der globalen Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C noch maximal zur Verfügung steht, auf Deutschland heruntergebrochen. Um die globale Erwärmung auf 1,5 °C bzw. 1,75 °C zu begrenzen, beläuft sich das deutsche Budget auf noch maximal 4,2 bis 6,7 Mrd. Tonnen CO₂ Emissionen oder 50,6 bis 80,7 Tonnen pro Einwohner*in. Für die Landeshauptstadt Hannover ergibt sich damit rechnerisch bis zum Erreichen der Treibhausgasneutralität ein max. Budget von 27 bis 43 Mio. Tonnen CO₂ Emissionen. Ein wie im

⁵ Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020). Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten 2020.

Masterplan bis 2050 vorgesehener gestreckter Absenkpfad würde die Ziele von Paris deutlich verfehlen (vgl. Abbildung 6, große dreieckige Fläche).

Vereinbar mit dem 1,5-°C-Ziel ist eine Reduktion auf „Null“ Emissionen bis 2035, allerdings ist dafür in den kommenden Jahren eine stärkere als lineare Reduktion der Emissionen nötig.⁶ Würden in Deutschland die Emissionen jedes Jahr um den gleichen Betrag reduziert werden, wäre das CO₂-Budget bereits im Jahr 2032 aufgebraucht (vgl. Abbildung 7, kleine dreieckige Fläche). Werden die Emissionen dagegen zu Beginn stärker reduziert, kann der Zeitpunkt, an dem THG-Neutralität erreicht werden muss, weiter nach hinten geschoben werden.

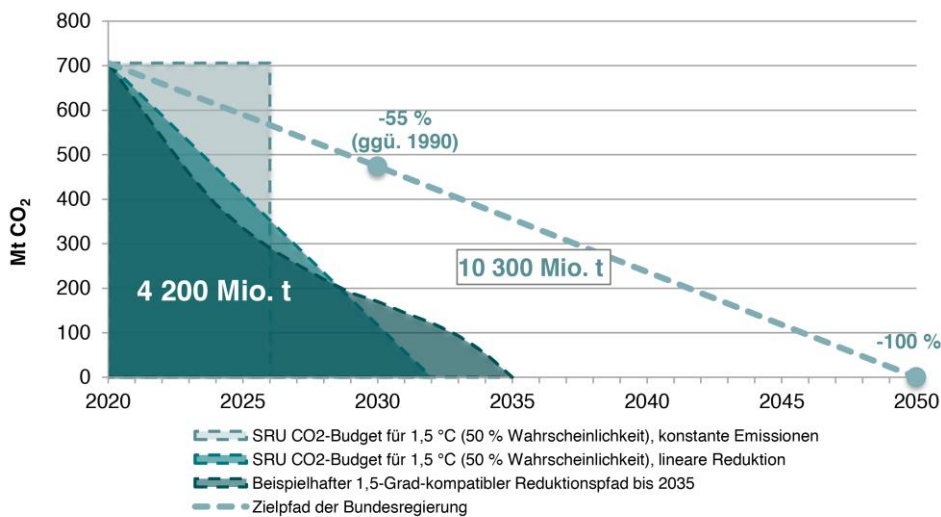


Abbildung 7 Beispielhafter Emissionspfad zur Einhaltung des deutschen 1,5-°C-Budgets

Quelle: Wuppertal Institut 2020

Verfolgt eine Kommune das Ziel der Treibhausgasneutralität, muss sie entsprechend dieser Zielsetzung hoch ambitionierte Maßnahmen umsetzen, mit denen sie alle ihre vermeidbaren Treibhausgasemissionen vollständig mindern kann, bis nur noch nach aktuellem Stand technisch unvermeidbare Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft, Abwasserwirtschaft und bestimmten Industrieprozessen verbleiben.⁷

⁶ Wuppertal Institut (2020). CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze.

⁷ Umweltbundesamt (2021). Treibhausgasneutralität in Kommunen.

2 Haushalte

2.1 Annahmen

Die wesentlichen Annahmen des Sektors Haushalte sind für beide Szenarien in Tabelle 1 dargestellt.

Haushalte	Trend-2035	Klimaschutz-2035
Äquivalente Vollsanierungsrate	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein-, Zweifamilienhaus: 1,7 %/a ▪ Mehrfamilienhaus: 1,3 %/a 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein-, Zweifamilienhaus: 3,5 %/a ▪ Mehrfamilienhaus: 2,6 %/a
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein-, Zweifamilienhaus: 77 % Erdgas 12 % Biomasse 10 % Wärmepumpen ▪ Mehrfamilienhaus: 50 % Fernwärme/KWK 46 % Erdgas 4 % Sonstige 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein-, Zweifamilienhaus: 70 % Wärmepumpe 20 % Biomasse/Erdgas 10 % Fernwärme (RH-Zeilen zentral versorgt) ▪ Mehrfamilienhaus: 89 % Fernwärme/KWK 6 % Wärmepumpe 5 % Erdgas/Sonstige
Betriebsoptimierung Heizung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jährlich 2,5 % der Heizungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jährlich 5 % der Heizungen
Ökologische Standards Neubau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entsprechend Drucksache (Nr. 1984/2009) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung auf Niveau Effizienzhaus 40

Tabelle 1 Annahmen des Sektors Haushalte für die Szenarien

Quelle: Darstellung IE Leipzig

Für den Gebäudebereich werden in den beiden Szenarien unterschiedliche Sanierungsraten berücksichtigt, um den lokalen Handlungsbedarf in diesem wichtigen Sektor aufzuzeigen. Im Trendszenario ist eine Sanierungsrate zwischen 1,3 % im Bereich der Mehrfamilienhäuser (MFH) und 1,7 % für den Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) hinterlegt⁸. Für das Klimaschutzenszenario werden ambitioniertere, nämlich doppelt so hohe Sanierungsraten berücksichtigt. Auch wenn derzeit die Erhöhung der Sanierungsrate kontrovers diskutiert wird, bleibt sie ein angestrebtes Ziel zur Erhöhung der Energieeffizienz und somit letztlich auch der Reduktion der Treibhausgasemissionen. Besonders vor dem Hintergrund der Klimaneutralität 2035 ist es zwingend notwendig, deutlich schnellere Energieeinsparungen zu erzielen. Im Abschnitt 2.3 wird aufgezeigt, welche Rahmenbedingungen und Aktivitäten der verschiedenen Ebenen (EU, Bund, Stadt Hannover und der auch der Stadtgesellschaft Hannover) für den Bereich der Haushalte erforderlich sind, um diese ambitionierte Zielsetzungen zu erreichen.

Eine weitere wichtige Stellschraube ist der Neubau. Im Trendszenario wird die Umsetzung der ökologischen Neubaustandards entsprechend der Drucksache (Nr. 1984/2009) angenommen. Diese bestehende Beschlusslage für Neubauten im kommunalen Einflussbereich (Grundstückskauf- und Erbbaurechtsverträge) sieht im Vergleich zum gesetzlichen Anforderungsniveau erhöhte Standards vor. Im Klimaschutzenszenario ist dieser Standard auf das best-

⁸ Der Ansatz entspricht Sanierungsraten von EZFH und MFH im Jahr 2008, die mittels Befragung des Instituts für Entwerfen und Konstruieren der Leibniz Universität Hannover ermittelt wurden.

mögliche Effizienz-Niveau der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG-Förderung) verschärft, den Effizienzhaus 40 Standard. Das im Klimaschutzscenario angesetzte Effizienzhaus 40 liegt auf dem Niveau eines Passivhauses.

Neben der Sanierung der Gebäudehülle ist der Wechsel der Energieträger und Heizsysteme zur Wärmebereitstellung ganz entscheidend. Im Trendszenario wird berücksichtigt, dass bis zum Jahr 2035 weiterhin Erdgas der dominierende Energieträger besonders im Bereich der EZFH bleibt. Betriebsverbote für alte Ölkessel und Einbauverbote für reine Ölheizungen bewirken, dass bis 2035 Heizöl nicht mehr als Energieträger eingesetzt wird. Ölheizungen werden in EZFH durch Biomasseheizungen und Wärmepumpenanlagen ersetzt, MFH werden zunehmend an Wärmenetze angeschlossen. Fernwärme wird im Bereich der EZFH aufgrund der geringen Wärmedichte keine Rolle spielen, jedoch in Quartieren und Stadtgebieten mit einem hohen Bestand an Mehrfamilienhäusern. Im Trendszenario wird berücksichtigt, dass in diesem Bereich ca. 50 % der Wärmeversorgung auf Basis von Fernwärme und KWK erfolgt. Der Energieträger Erdgas spielt mit einem Anteil von 46 % weiterhin eine wichtige Rolle. Die konkrete Anzahl der Heizungsanlagen kann nicht quantifiziert werden, weil in den Ansätzen nicht zwischen gebäudezentralen und wohnungszentralen Systemen unterschieden wird.

Im Klimaschutzscenario wird ein maximal möglicher Fernwärmeausbau angesetzt. Es ist aber noch nicht abschließend geklärt, ob die Umstellung auf erneuerbare Systeme gebäudezentral oder in Wärmenetzen stattfindet. Dies erfolgt erst auf Basis einer kommunalen und auch räumlichen Wärmeplanung (vgl. Abschnitt 2.3). Um den Transformationsprozess der Heizsysteme umsetzen zu können, wird im Klimaschutzscenario unterstellt, dass grundsätzlich jede Heizungserneuerung für den Systemwechsel auf eine erneuerbare Energieversorgung vornehmlich über die Schlüsseltechnologien Wärmepumpen und erneuerbare Wärmenetze genutzt wird. Bis 2035 ist dies sehr ambitioniert und bedeutet, dass bei einer Lebensdauer der Heizsysteme von mindestens 15 Jahren ab sofort keine fossilen Energieträger mehr eingebaut werden.

Weiterhin wurde in beiden Szenarien unterstellt, dass jährlich bei 2,5 % (Trend) und 5 % (Klimaschutz) der Heizungen eine energetische Betriebsoptimierung durchgeführt wird.

Unter Berücksichtigung der dargestellten Annahmen sinkt der Raumwärmebedarf von 120 kWh/m² (EZFH) bzw. 86 kWh/m² (MFH) bis zum Jahr 2035 im Szenario Trend auf 87 kWh/m² (EZFH) bzw. 69 kWh/m² (MFH) und im Szenario Klimaschutz auf 68 kWh/m² (EZFH) bzw. 57 kWh/m² (MFH) (vgl. Abbildung 8).

Zum Vergleich: Im Hauptszenario der Agora-Studie „Klimaneutrales Deutschland 2050“⁹ reduziert sich der mittlere spezifische Heizwärmebedarf bei Gesamtsanierungen bei EZFH auf etwa 60 kWh/m² (dies entspricht in etwa dem KfW-EH 70 oder besser), bei MFH auf 40 bis 45 kWh/m² (KfW-EH 55) bis zum Jahr 2050. Dies zeigt nochmal deutlich, wie ambitioniert und auch herausfordernd das Erreichen der Klimaneutralität bis 2035 ist.

⁹ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität

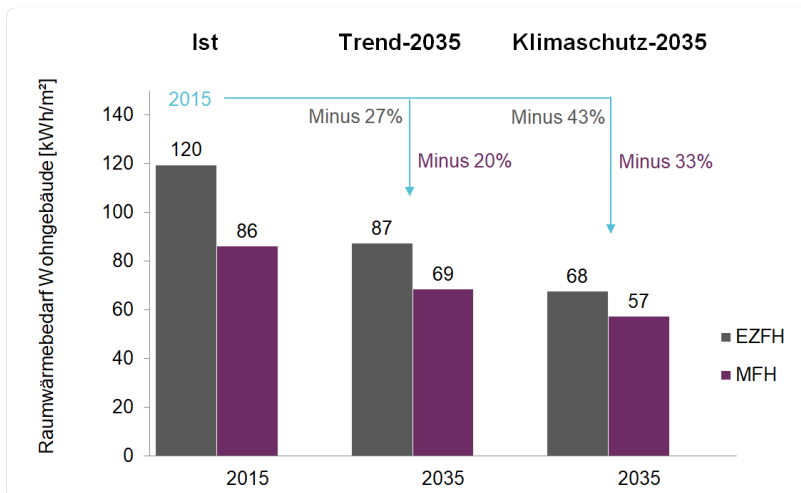


Abbildung 8 Raumwärmebedarf EZFH und MFH im Ist-Zustand und in den Szenarien
Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

2.2 Ergebnisse

Der Energieverbrauch in den Anwendungsarten Raumwärme und Warmwasser geht im Trendszenario, bedingt durch Effizienzverbesserungen im Bereich Gebäudesanierung, die Erhöhung von Neubaustandards und die Betriebsoptimierung von Heizungen, um 15 % zurück. Im Klimaschutzszenario kann die Minderung gegenüber dem Trendszenario nochmals verstärkt werden. Bis 2035 wird eine Reduktion um 33 % gegenüber 2015 erreicht. Wesentliche Treiber sind die ambitionierte Gebäudesanierung (Verdoppelung der Sanierungsrate), Verschärfung der Neubaustandards und Betriebsoptimierung (ebenfalls Verdopplung) (vgl. Abbildung 9).

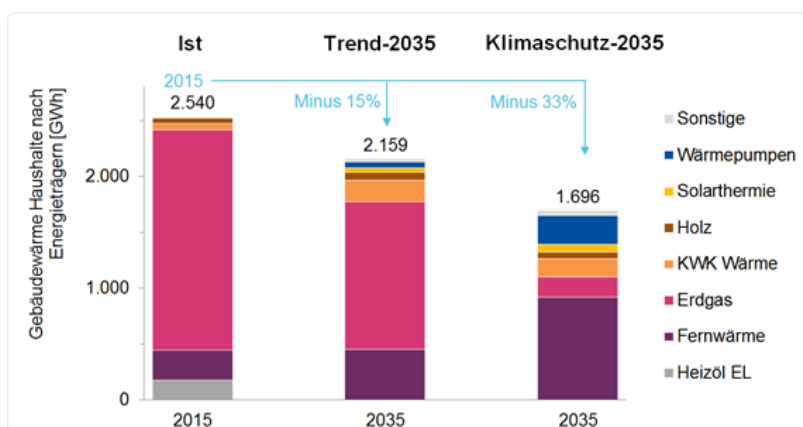


Abbildung 9 Endenergieverbrauch Gebäudewärme Haushalte nach Energieträgern im Ist-Zustand und in den Szenarien
Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

Der Energieverbrauch der Elektrogeräte steigt im Trendszenario um 18 %. Die Geräte werden zwar energieeffizienter, ihr Ausstattungsgrad steigt aber aufgrund des Bevölkerungswachstums weiter an. Neben der Reduzierung der spezifischen Wohnfläche ist der individuelle Ausstattungsgrad mit elektrischen Geräten (besonders mit Klimaanlage und Geräten im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik) ein wichtiger Ansatzpunkt für Suffizienzbestrebungen im Klimaschutzszenario.

Im Ergebnis sinkt im Trendszenario der Energieverbrauch der Haushalte bis 2035 um 9 % und im Klimaschutzszenario um 24 % (vgl. Abbildung 10). Neben der Reduktion des Energieverbrauchs unterscheiden sich die beiden Szenarien stark in der Verteilung der Energieträger. Im Trendszenario 2035 ist Erdgas der dominierende Energieträger. Im Klimaschutzszenario 2035 wird Erdgas u.a. durch Fernwärme ersetzt, aber auch die anderen Energieträger steigern ihre Anteile deutlich. Die Umstellung der Heizsysteme hat einen Rückgang der Treibhausgasemissionen zur Folge.

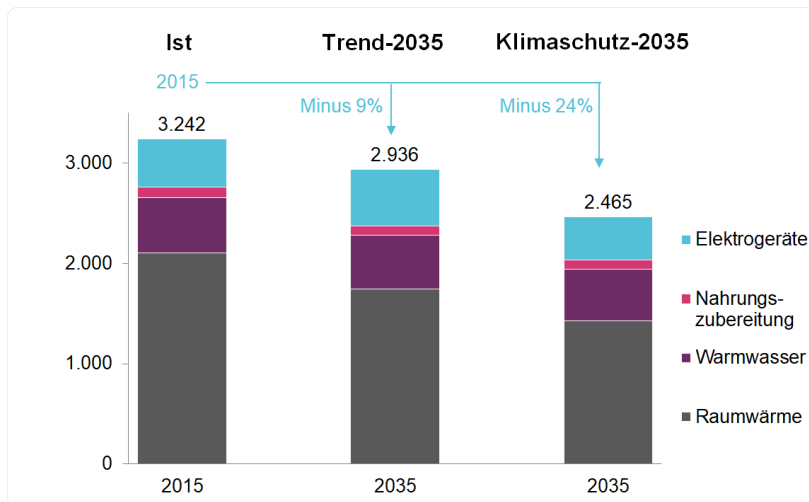


Abbildung 10 Endenergieverbrauch Haushalte nach Anwendungsarten im Ist-Zustand und in den Szenarien
 Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

2.3 Handlungsfelder

Hinsichtlich der Herausforderung den Gebäudebestand treibhausgasneutral zu versorgen ist es noch ein weiter Weg. Es bedarf fördernder Voraussetzungen und einer unterstützenden Rahmensetzung sowohl auf kommunaler Ebene, aber auch auf Landes-, Bundes- oder EU-Ebene (Tabelle 2). Eine Schlüsselrolle kommt dabei dem Bund zu. Ohne ein verschärftes Ordnungsrecht und/oder weitere Preissignale wird die gewünschte Modernisierung von Gebäuden und Heizsystemen nicht im erforderlichen Umfang stattfinden.


Haushalte		
Ebene	Sanierungsrate / Neubaustandards	Heizsysteme
Bund	Schlüsselrolle zum Erreichen hoher Gebäudeeffizienz: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudeenergiegesetz (GEG) ▪ Bundesförderanreize (BEG, Steuererleichterungen) ▪ CO₂-Bepreisung 	Schlüsselrolle für Systementscheidungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ CO₂-Bepreisung ▪ Verbot Ölheizung ab 2026 (GEG) ▪ Fortführung und Erhöhung der Förderung für Heizsysteme mit erneuerbaren Energien
 Hannover	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhte Standards beim Bauen im kommunalen Einflussbereich ▪ Energetische Quartierskonzepte ▪ Erlass von Sanierungssatzungen ▪ Beratung, Förderanreize, Netzwerke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau kommunale Wärmeplanung Erlass von Wärmesatzungen für Fern-/ Nahwärme ▪ Verstärkte Vollzugskontrolle durch untere Bauaufsichtsbehörden und ggf. Schornsteinfeger? ▪ Vorgaben beim Bauen im kommunalen Einflussbereich ▪ Beratung und Förderanreize
Stadtgesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktive Beteiligung durch eigene Investition oder als Unternehmen (z.B. Handwerk) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jede Heizungserneuerung zum Systemwechsel nutzen

Tabelle 2 Handlungsfelder des Sektors Haushalte für die Szenarien

Quelle: Darstellung IE Leipzig

EU- und Bundesebene

Mitte Oktober 2020 hat die Europäische Kommission ihre Strategie für eine Renovierungswelle zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden in Europa veröffentlicht. Mit dieser Strategie soll die Sanierungsquote in den nächsten zehn Jahren mindestens verdoppelt werden. Die Renovierungswelle hat das Ziel, die Renovierung von Gebäuden mit der geringsten Energieeffizienz zu fördern und die Energiearmut zu bekämpfen. Mit der Renovierungswelle möchte die Kommission den Beitrag der Gebäude zum Emissionsminderungsziel von 55 % bis 2030 unterstützen. Das bedeutet, Gebäude müssen ihre Treibhausgasemissionen um 60 %, ihren Energieverbrauch um 14 % und den Heiz- und Kühlenergieverbrauch um 18 % reduzieren.¹⁰

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Investitionskosten im Bereich der Gebäudesanierung immer noch ein Hemmnis sind und die finanzielle Förderung von energetischen Sanierungsmaßnahmen eine entscheidende Stellschraube bleibt. Die Förderkulisse auf Bundesebene (u. a. BEG, Steuererleichterungen) ist gut, aber die Beantragung und Genehmigung der Fördermittel ist oft sehr aufwendig. Ein weiteres zentrales Element zur Erreichung höherer Gebäudeeffizienz sind die (steigende) CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger und/oder ordnungsrechtliche Verpflichtung zur Sanierung von Gebäuden und Erneuerung von Heizsystemen.

¹⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_1835

Stadt Hannover

Auch die Stadt Hannover kann in verschiedenen Handlungsfeldern verstärkte Klimaschutzaktivitäten fördern und fordern. Ein Beispiel für das Fordern ist die Erhöhung von Effizienzstandards beim Bauen im kommunalen Einflussbereich. Unterstützend kann die Stadt Hannover agieren, indem sie Planungs- und Beteiligungsprozesse mit Hilfe von Energetischen Quartierskonzepten initiiert und anschließend ein Sanierungsmanagement implementiert. Weiterhin kann die Stadt bzw. die Stadtverwaltung Beratungsangebote und Netzwerke initiieren und fördern.

Im Folgenden werden weitere Beispiele für mögliche Aktivitäten der Stadt Hannover im Stadtgebiet genannt (hierbei handelt es sich um eine erste Auswahl):

- Die Stadtverwaltung erhöht die ökologischen Standards beim Bauen auf den Effizienzhaus-40-Standard.
- Bei der Einzelversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern können Kommunen ausschließlich auf das Beratungsinstrument setzen. Verpflichtende Vorgaben, wie z. B. Einbauverbote für Kessel mit fossilen Brennstoffen dürfen Kommunen nicht erlassen. Einfach zugängliche lokale Beratungsangebote zur Umstellung auf die Wärmepumpen können den Systemwechsel beschleunigen.
- Die Stadtverwaltung baut eine kommunale Wärmeplanung auf, die räumlich aufgelöst aufzeigt, wie die Umstellung auf eine erneuerbare Versorgung durch Wärmeeinsparung und Umbau der Heizsysteme gelingt.
- Die Landeshauptstadt Hannover erlässt Wärmesatzungen zum Ausbau der Fern- und Nahwärmeversorgung in geeigneten Gebieten.

Stadtgesellschaft

- Ohne eine aktive Unterstützung der Wohnungswirtschaft, Eigentümer*innen und Unternehmen durch eigene Investitionen wird eine Transformation des Gebäudebestandes nicht gelingen.
- Es gibt derzeit aber auch Hemmnisse die besonders auch Sicht der Wohnungswirtschaft eine Erhöhung der Sanierungsraten vor dem Hintergrund steigender Bau- und Immobilienpreise und des Fachkräftemangels als kaum realistisch erscheinen lassen. In Bestandsgebäuden ist eine Sanierung hin zu Null-Energiehäusern in vielen Fällen theoretisch möglich, doch gibt oft Restriktionen und Hemmnisse, an denen eine Umsetzung scheitert (z. B. Denkmalschutz, fehlender Platz für innovative Techniken, statische Probleme, unzumutbare Umbaumaßnahmen im Bestand; Brandschutz etc.). Im bestehenden Masterplan 2050 100 % Klimaschutz der Region und Landeshauptstadt Hannover wird von einer Endenergieeinsparung von 50 % im Vergleich zu 1990 ausgegangen. An einzelnen Pilotprojekten erarbeitet die Wohnungswirtschaft gerade erweiterte Erkenntnis zur Machbarkeit in der Breite - auch in Abstimmung mit dem Baudezernat.¹¹
- Lokale Architekten-, Ingenieur- und Handwerkskammern richten ihr Weiterbildungsangebot verstärkt auf die Umstellung der Heizsysteme aus.

¹¹ Klimaschutzprogramm 2035: Protokoll der Lenkungsgruppe am 7. Juli 2021, Anmerkung Dr. F. Eretge (Arbeitsgemeinschaft der Wohnungswirtschaft in der Region Hannover)

3 Verkehr

3.1 Annahmen

Die Herausforderungen für den Klimaschutz im Sektor Verkehr sind hoch. Wesentliche Treiber für die Emissionen sind die anhaltend hohen Anteile des motorisierten Individualverkehrs und des Straßengüterverkehrs. Dadurch sowie durch wachsende Fahrzeuggrößen (höheres Gewicht, stärkere Motorisierung) wurden die erzielten Effizienzgewinne bei den Fahrzeugantrieben in der Vergangenheit schnell wieder überkompensiert. Um den Verkehr in Hannover möglichst klimaneutral zu gestalten, ist im Klimaschutzszenario eine Kombination verschiedener Strategieansätze notwendig: (1) eine Verringerung des Verkehrsaufkommens, (2) die Verlagerung auf möglichst energieeffiziente und klimafreundliche Verkehrsmittel (Fuß- und Radverkehr, Öffentliche Verkehr und Sharing-Mobilität), (3) der Umstieg auf Elektromobilität und andere alternative Antriebe in Kombination mit erneuerbarem Strom sowie (4) Verbesserungen der spezifischen Effizienz von Fahrzeugen. In Tabelle 3 sind die wesentlichen Annahmen für das Trend- und Klimaschutzszenario dargestellt.

Verkehr	Trend-2035	Klimaschutz-2035
Antriebsart 2035 (beide Szenarien)		Pkw ÖPNV und Logistik
	Benzin	29 % 2 %
	Diesel	8 % 21 %
	Batterieelektrofahrzeug	52 % 5 %
	Plug-in Hybrid	6 % 58 %
	Brennstoffzelle	4 % 14 %
Güterverkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anstieg der Verkehrsleistungen ▪ Verlagerung auf Schienengüterverkehr 	
Fahrleistung im Motorisierten Individualverkehr (MIV)	▪ Nahezu konstant	▪ Deutliche Reduzierung um 30 % im Vergleich zu 2015 durch Änderung im Mobilitätsverhalten (mehr ÖV, Rad, Fuß)
Reduzierung spezifischer Kraftstoffverbrauch (Verbrauch je km)	▪ 5 bis 15 % im Vergleich zu 2015 (Effizienzsteigerung und kleinere Fahrzeuge)	▪ 10 bis 20 % im Vergleich zu 2015 (Effizienzsteigerung und kleinere Fahrzeuge)

Tabelle 3 Annahmen des Sektors Verkehr für die Szenarien
 Quelle: Darstellung IE Leipzig

Die Prognose zur Verteilung des Fahrzeugbestandes nach Antriebsart wurde durch die Klimaschutzleitstelle der Landeshauptstadt Hannover bereitgestellt¹², wobei für beide Szenarien die gleiche Entwicklung angenommen wird. Es wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2035 knapp zwei Drittel der Pkw und drei Viertel der Fahrzeuge in ÖPNV und Logistik mit alternativen Antrieben (Batterie, Plug-in Hybrid oder Brennstoffzelle) ausgestattet sein

¹² Landeshauptstadt Hannover, Klimaschutzleitstelle (2021): Prognose zur Entwicklung der Fahrzeugbestände, Excel-Datei vom 15.02.2021

werden. Eine sinnvolle Nutzung der Wasserstoff-Technologie (Brennstoffzelle) wird aufgrund des dafür notwendigen höheren Energiebedarfs (mit erneuerbaren Energien) allerdings eher in Einzelfällen gesehen. Gegenüber dem Bundestrend (z. B. Anteil Batterieelektrofahrzeug am Pkw-Bestand 12 % im Jahr 2030)¹³ wird in Hannover ein schnellerer Technologiewechsel hin zur Elektromobilität angestrebt. Die Stadt und viele Akteure sind sehr früh in das Thema eingestiegen. Bereits 2017 wurde mit „Hannover stromert“ ein umfangreiches Umsetzungskonzept zur Elektromobilität in Hannover erstellt und sukzessive umgesetzt. Beim Wechsel der Antriebstechnologien nimmt Hannover daher eine Vorreiterrolle ein.

Entsprechend bundesdeutscher Projektionen¹⁴ wird auch für Hannover proportional zum steigenden Bruttoinlandsprodukt (BIP) von einer insgesamt weiter ansteigenden Nachfrage im Güterverkehr ausgegangen. Allerdings fällt der Anstieg der Verkehrsleistungen im Klimaschutzszenario durch Suffizienz im Konsumverhalten (u. a. geringere Zunahme des Online-Handels) weniger stark aus. Die Fahrleistungen der Nutzfahrzeuge steigen zwischen 2015 und 2035 im Trendszenario um 21 % und im Klimaschutzszenario um 15 % an. Gleichzeitig findet eine deutliche Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene statt.

Die Fahrleistungen im Motorisierten Individualverkehr (MIV) werden im Trend als nahezu konstant angenommen.¹⁵ Im Szenario Klimaschutz-2035 wird von einer Mobilitätswende im Personenverkehr ausgegangen, die nicht zu weniger Mobilität führt, jedoch zu einer anderen Qualität von Mobilität.¹⁶ Das bedeutet, dass die Verkehrsnachfrage je Einwohner in etwa konstant bleibt, aber Wege auf umweltverträgliche Verkehrsmittel verlagert und gebündelt werden. So verringern sich die Verkehrsaufwände mit dem privaten Pkw (-30 %) und verteilen sich auf den öffentlichen Verkehr (+20 %) sowie Rad- und Fußverkehr (+10 %) um.

Durch fortlaufende Effizienzsteigerungen und abnehmende Fahrzeuggrößen wird bis zum Jahr 2035 im Klimaschutzszenario eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs je nach Antriebsart um 10 bis 20 % gegenüber 2015 angestrebt.

3.2 Ergebnisse

Im Trendszenario sinkt der Endenergieverbrauch des Verkehrs von 2015 bis 2035 um insgesamt 35 %. Dabei geht der Endenergieverbrauch im Personenverkehr (MIV und ÖV), bedingt durch die zusätzlichen Effizienzverbesserungen der Fahrzeuge und die zunehmende Elektromobilität, um 38 % zurück. Im Güterverkehr fällt der Rückgang

¹³ Prognos, Fraunhofer ISI, GWS, iinas (2020): *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050*

¹⁴ Prognos, Fraunhofer ISI, GWS, iinas (2020): *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050*

¹⁵ *Der Einfluss von Corona und damit einhergehend eine stärkere Nutzung eigener PKW (MIV) wurde in den Szenarien nicht berücksichtigt. Derzeit ist noch unklar, welche Folgen die Pandemie langfristig auf das Mobilitätsverhalten hat. Fachlich fehlt die Basis, um langfristige Prognosen hieraus abzuleiten.*

¹⁶ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): *Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität*

geringer aus (-27 %), da den Verbesserungen durch Fahrzeugeffizienz und Umstellung auf alternative Antriebe ein signifikanter Verkehrsanstieg entgegensteht (Abbildung 11).

Im Klimaschutzscenario kann die Minderung des Endenergieverbrauchs gegenüber dem Trendszenario nochmals verstärkt werden. Bis zum Jahr 2035 wird eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 53 % gegenüber 2015 erreicht. Wesentliche Treiber sind gleichermaßen die Rückgänge der MIV-Fahrleistungen und die Begrenzung des Lkw-Verkehrsanstiegs sowie der im Vergleich zur Trendentwicklung geringere spezifische Kraftstoffverbrauch durch Effizienzsteigerungen und kleinere Fahrzeuge.

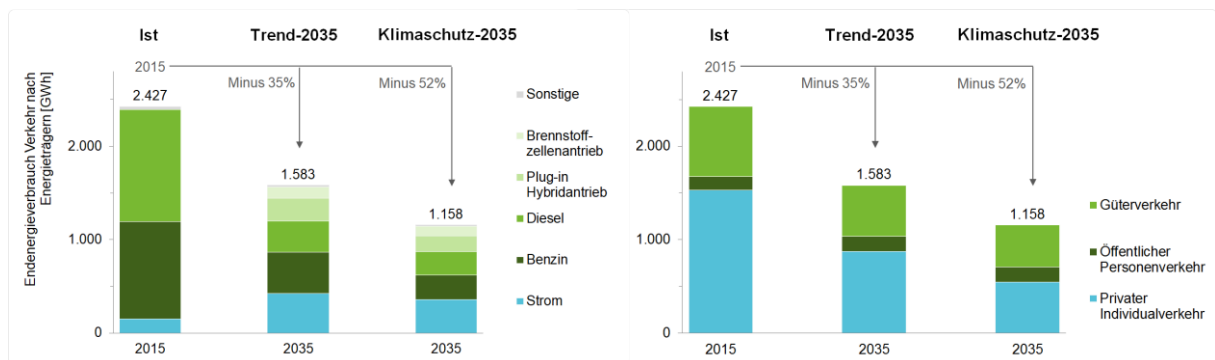


Abbildung 11 Endenergieverbrauch Verkehr nach Energieträgern (links) und nach Verbrauchern (rechts) im Ist-Zustand und in den Szenarien

Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

Die THG-Emissionen sinken im gleichen Zeitraum stärker als der Endenergieverbrauch, was auf die steigenden Anteile erneuerbarer Kraftstoffe und die steigenden Anteile erneuerbarer Energieträger in der Stromerzeugung zurückzuführen ist. Unter Zugrundelegung der dargestellten Annahmen können die THG-Emissionen des Verkehrs in Hannover bis zum Jahr 2035 im Trendszenario um 36 % und im Klimaschutzscenario um 73 % gegenüber 2015 reduziert werden.

3.3 Handlungsfelder

Die ausgesprochen ambitionierten Anforderungen des Klimaschutzscenarios im Verkehr belegen deutlich die enormen Anstrengungen, die bis 2035 sowohl auf lokaler als auch auf Landes- und Bundesebene erforderlich sind.

Wesentliches Ziel ist die Reduzierung der Fahrleistung im MIV und die Verlagerung auf den Umweltverbund aus Rad- und Fußverkehr, öffentlichem Verkehr und Sharing-Mobilität. Die Umsetzung kann nur durch eine Attraktivierung des Umweltverbunds und eine Reduzierung der Privilegierung des Auto- und Lkw-Verkehrs gelingen. Dazu bedarf es fördernder Voraussetzungen auf den verschiedenen Handlungsebenen (Stadt, Land, Bund, EU) (Tabelle 4).

Verkehr		
Ebene	Reduzierung der Fahrleistung im Motorisierten Individualverkehr (MIV)	Reduzierung spez. Kraftstoffverbrauch
EU Bund Niedersachsen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fahrleistungsabhängige Pkw-Maut ▪ Energiesteuer ▪ Dienstwagenbesteuerung ▪ Tempolimit auf Autobahnen ▪ Schlüsselrolle: Ausstattung Kommunen ▪ Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz zur Förderung ÖPNV ▪ Förderung Rad- und Fußverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CO₂-Regulierung Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge ▪ Kfz-Steuer
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbild sein: Einführung betriebliches Mobilitätsmanagement ▪ Maßnahmenbündel: Attraktivitätssteigerung Umweltverbund und Privilegierung Pkw reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbild sein: Fahrzeugbeschaffung
Stadtgesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitmachen! 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kaufentscheidungen zugunsten des Klimaschutz

Tabelle 4 Handlungsfelder des Sektors Verkehr für die Szenarien
 Quelle: Darstellung IE Leipzig

Landes-, Bundes- und EU-Ebene

Für eine Verkehrswende in Hannover sind neben den kommunalen Handlungsmöglichkeiten flankierende Rahmensetzungen auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene notwendig. Die städtischen Maßnahmen werden dadurch unterstützt oder sogar erst ermöglicht, falls sie nach aktueller Rechtslage nicht umsetzbar sind.

Um den ÖPNV noch attraktiver und moderner zu machen, müssen den Kommunen deutlich mehr Bundesmittel aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz sowohl für Investitionen in den Neu- und Ausbau als auch für den Betrieb zur Verfügung stehen.

Um mehr Platz und Rechte für den Umweltverbund zu schaffen, ist eine Reform des Straßenverkehrsrechtes (StVG und StVO¹⁷) notwendig. Damit erhalten die Kommunen die Möglichkeit, sowohl den fließenden als auch den ruhenden Kfz-Verkehr zu lenken und gegebenenfalls einzuschränken (u. a. Vereinfachung der Reduzierung und Bepreisung von Parkraum, Einrichtung von Infrastrukturen für den nichtmotorisierten Verkehr).

Zur Reduzierung der Privilegierung des Autoverkehrs können auf übergeordneter Ebene u. a. folgende Handlungsansätze beitragen:

- Einführung einer allgemeinen streckenbezogenen Pkw-Maut und die Ermöglichung einer City-Maut in Städten
- Erhöhung und progressive Ausgestaltung der Kfz-Steuer

¹⁷ Straßenverkehrsgesetz und Straßenverkehrs-Ordnung

- eine emissions- und effizienzbasierte Reform der Dienstwagenregelung
- Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahnen
- Reform der Pkw-Energiekennzeichnung und Effizienzstandards als Anreiz für kleinere Fahrzeuge

Stadt und Region Hannover

Die Stadt Hannover kann Einfluss auf die Fahrleistungen im Personenverkehr nehmen, indem sie eine dichte Quartiers- und Stadtentwicklung fördert. Im Sinne eines Flächenmatoriums ist es sinnvoll, keine neuen Bauflächen in Randgebieten auszuweisen und stattdessen auf die Nutzungsgemischte Verdichtung bestehender Quartiere zu setzen. Um kurze Wege zu ermöglichen, sollten räumlich verfügbare Infrastrukturen für Alltagsbedarfe wie Nahkaufäden gezielt gefördert werden. Ein weiterer Beitrag von städtischer Seite kann zudem darin bestehen, kommunale Dienstleistungen und Sprechstunden digital anzubieten, um so Wege einzusparen. Durch die Einführung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements in der eigenen Verwaltung kann die Stadt ihre Vorbildrolle wahrnehmen und bspw. Home-Office und mobiles Arbeiten sowie virtuelle Veranstaltungen fördern. Im Rahmen von Neu- und Ersatzbeschaffungen wird die städtische Fahrzeugflotte sukzessive auf Fahrzeuge mit Elektroantrieb umgestellt, soweit eine Marktverfügbarkeit gegeben ist (vgl. Beschluss-Drucksache 2917/2017 vom 22.02.2018). Zur Förderung der Elektrofahrzeuge sollte die öffentliche Ladeinfrastruktur weiter ausgebaut werden. Da die meisten Ladevorgänge an privaten Ladepunkten zuhause oder auf der Arbeit stattfinden, könnte die Stadt die Einrichtung der privaten Ladeinfrastruktur, insbesondere auch in Betrieben, in privaten Parkhäusern und beim Einzelhandel unterstützen.

Zur Attraktivitätssteigerung des Umweltverbundes und Reduzierung der Privilegierung der Pkw-Nutzung ist ein Maßnahmenbündel von Push- und Pull-Maßnahmen notwendig, u. a.:

- räumliche und zeitliche Verdichtung des Bus-Liniennetzes in Abstimmung mit der Region Hannover
- Ausbau der Passagierkapazitäten
- Verkürzung der Fahrzeiten
- Umsetzung eines Rad- und Fußverkehrskonzeptes
- Einrichtung von zusätzlichen Carsharing-Angeboten in bislang nicht abgedeckten Quartieren
- kommunal gefördertes Mobilitätsmanagement in Betrieben, Schulen und Kitas
- Straßenraumgestaltung mit Reduzierung von Fahrspuren
- Abbau von Straßenparkplätzen

Um die Verkehrswende effektiv voranzutreiben sind bei den genannten Handlungsansätzen weitere Akteure der Stadt einzubinden, bspw. die Wohnungswirtschaft durch Anschlüsse für E-Autos, Lastenfahrräder, Sharingmodelle, Mobilitätshubs etc.¹⁸

¹⁸ Klimaschutzprogramm 2035: Protokoll der Lenkungsgruppe am 7. Juli 2021, Anmerkung Dr. F. Eretge (Arbeitsgemeinschaft der Wohnungswirtschaft in der Region Hannover)

Stadtgesellschaft

Ohne die Akzeptanz der Stadtgesellschaft sind die Klimaschutzziele im Verkehr nicht erreichbar. Die Einsparungen im Klimaschutzszenario beinhalten Suffizienzbemühungen, wie den Verzicht auf die Pkw-Nutzung, die Bereitschaft auf andere Verkehrsmittel umzusteigen und den Verzicht auf Konsumgüter. Ohne die entsprechende Bereitschaft in der Bevölkerung eigene Verhaltensweisen zu hinterfragen, ist eine Umsetzung nicht möglich.

4 Wirtschaft

4.1 Annahmen

Zum Sektor Wirtschaft zählen das verarbeitende Gewerbe (Industrie) und der Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Die wesentlichen Annahmen für beide Szenarien sind in Tabelle 5 dargestellt.

Wirtschaft	Trend-2035	Klimaschutz-2035
Beschäftigtenzahlen	▪ Entsprechend Bevölkerungsentwicklung	
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rückgang Raumwärme und Beleuchtung ▪ Anstieg Klimatisierung, Bürogeräte und Prozesskälte 	
Industrie/GHD	▪ Substitution von fossilen hin zu treibhausgasneutrale(re)n Energieträgern	
Effizienzverbesserung	▪ Mittel	▪ Hoch
Energieeinsparung	▪ Beispiel Prozesswärme Industrie: minus 5 % im Vergleich zu 2015	▪ Beispiel Prozesswärme Industrie: minus 20 % im Vergleich zu 2015

Tabelle 5 Annahmen des Sektors Wirtschaft für die Szenarien

Quelle: Darstellung IE Leipzig

Die Fortschreibung der Beschäftigtenzahlen erfolgte entsprechend der Bevölkerungsentwicklung. Demzufolge steigt die Zahl der Erwerbstätigen zwischen 2015 und 2035 um 3,5 % an. Der Anteil der Erwerbstätigen in den jeweiligen Wirtschaftszweigen wurde anhand des Trends in den letzten Jahren fortgeschrieben.

Die Entwicklung von Endenergieverbrauch und Energieträgerverteilung wurde anhand bundesdeutscher Projektionen¹⁹ und der Ausgangssituation in Hannover (Ist 2015) angepasst. Im Bereich GHD entwickelt sich der Energieverbrauch in den Anwendungsbereichen unterschiedlich. Der Energieverbrauch für Raumwärme verringert sich, ebenfalls rückläufig ist der Verbrauch der Beleuchtung. In einigen Anwendungsbereichen steigt der Energieverbrauch an, wie bei der Klimatisierung und dem Stromverbrauch für Bürogeräte und Prozesskälte.

Die Bedeutung der fossilen Energieträger nimmt ab. Diese Entwicklung hängt im Bereich GHD eng zusammen mit dem Rückgang des Raumwärmeverbrauchs und einer Veränderung der Beheizungsstruktur. Aber auch in der Industrie erfolgt die weitere Umstellung hin zu treibhausgasneutrale(re)n Energieträgern. Bei den Brennstoffen verlieren Gas und Heizöl an Bedeutung, sind 2035 aber immer noch im Energieträgermix vertreten. Die Industrie steht vor besonders großen Herausforderungen, ihre Produktionsprozesse umzustellen, so dass ein vollständiger Ersatz der fossilen Energieträger bis 2045 angestrebt wird.¹⁹ Mit dem Rückgang von Erdgas steigt gleichzeitig der erneuerbare Stromverbrauch an.

¹⁹ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): *Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität*;
Prognos, Fraunhofer ISI, GWS, iinas (2020): *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050*

Im Klimaschutzszenario werden in den einzelnen Anwendungsbereichen bis zum Jahr 2035 vergleichsweise hohe Effizienzverbesserungen angestrebt, bspw. in der Industrie bei der Prozesswärme um 20 % gegenüber 2015.

Um die angestrebten Einsparungen erzielen zu können, wird unterstellt, dass Effizienzmaßnahmen mit beträchtlichen Investitionen realisiert werden und die entsprechenden Rahmenbedingungen langfristig wirken.

4.2 Ergebnisse

Durch das wirtschaftliche Wachstum und die vergleichsweise geringeren Effizienzgewinne kommt es bis zum Jahr 2035 im Szenario Trend-2035 kaum zu einer Reduzierung des Endenergieverbrauchs (Abbildung 12). Im Szenario Klimaschutz-2035 kann aufgrund ambitionierter Effizienzsteigerungen gegenüber 2015 eine Minderung des Endenergieverbrauchs um 18 % (Industrie) bzw. 9 % (GHD) erreicht werden.

In der Industrie prägen weiterhin Produktionsprozesse den Energieverbrauch, den größten Anteil hat die Prozesswärme. Im Bereich GHD entfällt die Hälfte des Endenergieverbrauchs auf die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser.

Das fortgesetzte Wirtschaftswachstum, die zunehmende Elektrifizierung industrieller Prozesse und der Einsatz von Wärmepumpen im Sektor GHD führen insgesamt zu einem steigenden Strombedarf. Die am häufigsten eingesetzten Energieträger im Jahr 2035 sind in der Industrie Strom (Anteil 65 %) und im Sektor GHD Fernwärme (Anteil 48 %). Strom und Fernwärme werden im Szenario Klimaschutz-2035 durch erneuerbare Energien bereitgestellt, Erdgas wird sukzessive durch erneuerbares Gas ersetzt.

Die enormen Effizienzsteigerungen und die weitere Substitution fossiler Energieträger führen im Szenario Klimaschutz-2035 gegenüber 2015 zu einer Reduzierung der THG-Emissionen um 92 % (GHD) bzw. 93 % (Industrie).

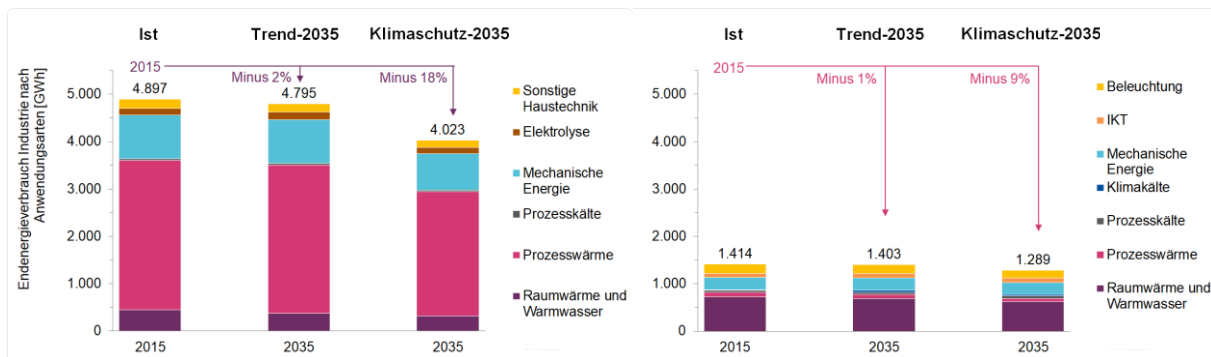


Abbildung 12 Endenergieverbrauch in Industrie (links) und GHD (rechts) nach Anwendungsarten im Ist-Zustand und in den Szenarien

Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

4.3 Handlungsfelder

Eine Vielzahl von Unternehmen in Hannover hat sich bereits auf den Weg hin zu einer klimafreundlicheren Wirtschaftsweise gemacht. Diese Anstrengungen sind auch von öffentlicher Seite immer wieder anerkennend sichtbar zu machen, um zur Nachahmung anzuregen. Hinsichtlich der Herausforderung, eine treibhausgasneutrale Wirtschaft aufzubauen, ist es aber noch ein weiter Weg. Dazu bedarf es fördernder Voraussetzungen und einer unterstützenden Rahmensetzung sowohl auf kommunaler Ebene, aber auch auf Landes-, Bundes- oder EU-Ebene (Tabelle 6).


Wirtschaft	
Ebene	Effizienzverbesserung / Substitution von fossilen durch treibhausgasneutrale Energieträger
EU Bund Niedersachsen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausreichendes und verlässliches Angebot an Erneuerbaren Energien (Sektorenkopplung) ▪ International wettbewerbsfähige Stromkosten ▪ Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft (Wasserstoffstrategie) ▪ Akzeptanz für CCS-Technologien, Aufbau CO₂-Infrastruktur, Erschließung von Negativemissionen ▪ CO₂-Bepreisung weiterentwickeln (Emissionshandel, Abgaben und Umlagen) ▪ Forschung & Innovation sowie Effizienztechnologien zielgerichtet fördern ▪ Nachfrage nach klimaneutralen Produkten durch Anreize und Rechtssetzung ankurbeln
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhte Standards für eigene Liegenschaften ▪ Neubau: Vorgaben in städtebaulichen Verträgen, Durchführungs-, Grundstückskaufverträgen ▪ Information, Förderanreize, Netzwerke (Ökoprotit, EEN-Netzwerk)
Lokale Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eigene Klimaschutzziele festlegen und umsetzen ▪ Ausrichtung von Produkten und Dienstleistungen auf den Klimaschutz

Tabelle 6 Handlungsfelder des Sektors Wirtschaft für die Szenarien

Quelle: Darstellung IE Leipzig; Agora Energiewende, Stiftung 2°, Roland Berger, 2021

Landes-, Bundes- und EU-Ebene

Für eine ökonomisch tragfähige Umstellung auf klimaverträgliche Produktionsprozesse spielt die Rahmensetzung von EU und Bund eine entscheidende Rolle. Hierbei sind vor allem CO₂-Bepreisung, Carbon Contracts for Difference (CfD), CO₂-Grenzausgleiche (Carbon Border Price Adjustment) und andere Formen des Schutzes vor Carbon Leakage²⁰ zu nennen.

Klimaneutralität bedeutet die Nutzung von 100 Prozent erneuerbaren Strom bei deutlich erhöhtem Strombedarf, der insbesondere auf die Sektorenkopplung zurückzuführen ist. Zudem wird für die nationale Wasserstoffherstel-

²⁰ Produktionsverlagerung außerhalb der EU zur Vermeidung von CO₂-Kosten

lung zusätzlich Stromkapazität benötigt. Um diesen Ausbau zu realisieren, müssen geplante jährliche Ausschreibungsmengen im EEG und dem Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See erhöht werden. Daneben bedarf es beschleunigter Planungs- und Genehmigungsverfahren der Erzeugungsanlagen und einer ausreichenden Flächenbereitstellung durch die regionalen Planungsträger.

Bereits heute ist Energieeffizienz ein wichtiger Bestandteil der Forschung & Entwicklung und Grundvoraussetzung für wirtschaftliches Handeln. Zukünftig werden sowohl die weitere Steigerung der Energieeffizienz von konventionellen Anlagen als auch die Forschung an energieeffizienten Schlüsseltechnologien einen wichtigen Hebel zur Senkung des Primärenergieverbrauchs darstellen. Für bereits existierende Querschnittstechnologien wie hocheffiziente Pumpen, Druckluftsysteme, Antriebe, Klimatisierungs- und Kühlsysteme, Beleuchtungssysteme sowie Informations- und Kommunikationstechnologien sollten bestehende Förderprogramme beibehalten und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Zusätzlich sind Sonderabschreibungen für Investitionen in hocheffiziente Querschnittstechnologien geeignet, um dieses Effizienzpotenzial zu heben.²¹

Stadt Hannover

Eine relevante Einflussmöglichkeit der Stadt Hannover besteht darin, die eigenen Liegenschaften und das eigene Beschaffungswesen auf Klimaneutralität und nachhaltiges Wirtschaften auszurichten:

- Verringerung der Energieverbräuche im Gebäudebereich (z. B. durch die Berücksichtigung ökologischer Innovationen beim Neubau und Optimierungsprozesse mit Effizienzsteigerung im Bestand)
- Nutzung von erneuerbaren Energiequellen
- Klimaverträgliche IT-Prozesse
- Einrichtung flexibler Arbeitsweise zur Minderung von Pendlerverkehren
- Klimaschonende Beschaffung (z. B. Bürobedarf) und Kantinen

Ein Beitrag für eine klimaneutrale Wirtschaft kann von städtischer Seite zudem darin bestehen, bei Standortbeeinflussender Anwerbung von Unternehmen Leitkriterien für unternehmerische Konzepte zur Klimaneutralität, ressourcenschonendes Wirtschaften und Kompatibilität mit einer nachhaltigen Wirtschaft zu erheben.

Die Stadt kann Netzwerke und Aktivitäten zum klimaverträglichen Wirtschaften unterstützen und aktiv daran mitwirken. Durch Informations- und Beratungsangebote sowie eine Dialogplattform sollten auch KMU bei der Dekarbonisierung von Beschaffungs- und Produktionsprozessen unterstützt werden. Große Industrie- und Dienstleistungsunternehmen treffen sich in Hannover bereits seit 2008 im Energieeffizienz-Netzwerk und tauschen sich dort über Erfahrungen, gute Lösungen und neue Technologien aus.

²¹ Agora Energiewende, Stiftung 2°, Roland Berger (2021): *Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht.*

Lokale Wirtschaft

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, die Herstellung von Gütern und das Erbringen von Dienstleistungen sukzessive am Klimaneutralitätsziel auszurichten. Dabei ist der gesamte Lebenszyklus von der Herstellung inklusive Materialeinsatz und Beschaffung über die Nutzungsphase bis zur Außerbetriebnahme zu betrachten. Im lokalen Kontext können Unternehmen kooperieren, indem beispielsweise gemeinsame Klimaschutz-Standards definiert, Aus- und Fortbildungen sowie Umschulungen gemeinschaftlich organisiert und Lösungen für Fachkräftemangel und Fachkräfteüberschuss erarbeitet werden.

5 Energiebereitstellung

5.1 Annahmen

Ein zentrales Handlungsfeld beim Klimaschutz ist die Umstellung der Energieerzeugung von fossilen hin zu erneuerbaren Energieträgern. In Tabelle 7 sind die wesentlichen Annahmen für das Trend- und Klimaschutzenszenario dargestellt.

Energiebereitstellung	Trend-2035	Klimaschutz-2035
Heizkraftwerk Stöcken Ersatz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abschaltung in 2 Stufen (2025 und 2030) ▪ Müllverbrennung Lahe (2020) ▪ Klärschlammverwertungsanlage (2022) ▪ Altholz-Heizwerk (2025) ▪ Weitere erneuerbare Anlagen / Abwärmenutzung 	
GuD-Anlage Linden	▪ Kontinuierlicher Weiterbetrieb	▪ Flexibilisierung / Anpassung
Photovoltaik	▪ Zubau 5 MW/a	▪ Zubau 50 MW/a
Wasser	▪ Umsetzung Wasserkraftanlage Döhrener Wolle (2026)	
Wind	▪ Keine neuen Standorte	
Strombezug (Bundesstrommix)	▪ 50 % erneuerbare Energien	▪ 100 % erneuerbare Energien
Erdgasbezug	▪ Kein Ersatz durch erneuerbares Gas	▪ Ersatz durch erneuerbares Gas

Tabelle 7 Annahmen der Energiebereitstellung für die Szenarien

Quelle: Darstellung IE Leipzig

Nach 2038 darf in Deutschland keine Kohle mehr verstromt werden. Das Steinkohlekraftwerk in Hannover-Stöcken soll bereits eher vom Netz gehen. In beiden Szenarien ist hinterlegt, dass 2025 der 1. Block und 2030 der 2. Block abgeschaltet wird. Im Rahmen der „Vereinbarung für eine Wärmewende in Hannover“ hat sich enercity verpflichtet, dass die Stilllegung von Stöcken so schnell wie möglich erfolgt (Block 1 möglichst im Jahr 2024 und Block 2 möglichst im Jahr 2026). In den kommenden Jahren soll der Standort Stöcken schrittweise umgerüstet werden, so dass hier Energie aus erneuerbaren Energien produziert werden kann. Ausschlaggebend für das Gelingen der Energiewende ist dabei nicht nur die Umstellung der Stromproduktion auf erneuerbare Energien, sondern die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende. Erdgas als Brückentechnologie soll dabei explizit nicht zum Einsatz kommen.²²

²² enercity (2021): *Sauberer Umbau in Stöcken*, www.enercity.de/magazin/unsere-welt/kohleausstieg-stoecken-enercity

Anfang 2020 wurde die Müllverwertungsanlage (MVA) Lahe an das enercity-Fernwärmenetz angeschlossen. Durch die Anbindung kann die anfallende Wärme jetzt durch einen Kraft-Wärme-Kopplungsprozess (KWK) nachhaltig verwendet werden. Die Laher Anlage wird künftig bis zu 300.000 MWh nahezu klimaneutral nutzbare Wärme pro Jahr einspeisen – rund ein Viertel des Fernwärmebedarfs in Hannover.²³

Bis 2022 soll auf dem Gelände in Hannover-Lahe eine Monoverbrennungsanlage für Klärschlamm an die Fernwärme angeschlossen werden. Die Klärschlammverwertungsanlage wird den Strom erzeugen, den sie selbst benötigt, und zudem rund 50.000 MWh Wärme in das städtische Fernwärmenetz einspeisen. Damit können 15.000 Menschen in Hannover mit klimafreundlicher Wärme versorgt werden.²⁴

Als zweites großes enercity-Projekt entsteht im Stadtteil Stöcken bis 2025 ein hocheffizientes Biomasseheizwerk, in dem jährlich etwa 130.000 Tonnen Altholz aus einem Umkreis von 100 Kilometern für die Fernwärmeproduktion genutzt wird. Die Wärmeleistung des geplanten Heizwerks liegt bei 80 MW. Zu den Abnehmern der Fernwärme wird neben Hannovers Haushalten auch das benachbarte Werk von Volkswagen Nutzfahrzeuge zählen, für dessen Wärmeversorgung derzeit noch das Stöckener Kohlekraftwerk zuständig ist.²⁴

Neben den Großprojekten wird in beiden Szenarien von einem kontinuierlichen Ausbau weiterer dezentraler erneuerbarer Anlagen entsprechend des Wärmebedarfs in den Sektoren Haushalte und Wirtschaft ausgegangen.

Das Heizkraftwerk Hannover-Linden wurde im Jahr 2013 umfassend modernisiert. Die hocheffiziente KWK-Anlage liefert bis zu 255 MW elektrische Energie und bringt es zusätzlich auf eine thermische Leistung von 185 MW. Von Linden aus kann enercity bis zu 460.000 Haushalte mit Strom und 80.000 Wohnungen mit Wärme versorgen.²⁵ Mit seiner hohen Flexibilität schafft Linden jederzeit Versorgungssicherheit. In den Szenarien wird angenommen, dass die KWK-Anlage bis 2035 weiterbetrieben, die benötigte Leistung jedoch an den zunehmenden Ausbau erneuerbarer Energien angepasst wird.

Beim Ausbau der Photovoltaik wird im Trendszenario von einem jährlichen Zubau von 5 MW zwischen 2020 und 2035 ausgegangen, dies entspricht in etwa dem Zubau von 4,9 MW im Stadtgebiet im Jahr 2020. Im Klimaschutzszenario wird ein jährlicher Zubau von 50 MW angenommen, d. h. die jährlich installierte Zubau-Leistung müsste sich in etwa verzehnfachen, damit bis 2035 rund 800 MW installiert sind. Das Solarkataster der Region Hannover weist für das Stadtgebiet Hannover 2,9 GW installierbare Leistung auf Dachflächen aus.

Der Ausbau weiterer erneuerbarer Energien spielt in Hannover eher eine untergeordnete Rolle. Es wird angenommen, dass die geplante Wasserkraftanlage Döhrener Wolle (installierte Leistung 0,5 MW) bis zum Jahr 2026 in

²³ enercity (2021): *Fernwärme: Entscheidend für die Energiewende*. www.enercity.de/magazin/unsere-welt/nachhaltigkeit-fernwaerme

²⁴ enercity (2021): *Grüne Wärme für Hannover*. www.enercity.de/geschaeftsbericht/nachhaltigkeit

²⁵ enercity (2021): *Hannovers Kult-Kraftwerk Linden. Modernste Technik für die Energiewende*. www.enercity.de/magazin/deine-stadt/heizkraftwerk-linden

Betrieb genommen wird. In beiden Szenarien wird davon ausgegangen, dass keine Windkraftanlagen auf städtischem Gebiet errichtet werden.

Trotz des geplanten enormen Ausbaus erneuerbarer Energien wird es nicht möglich sein, den Energiebedarf im Stadtgebiet vollständig aus eigener Erzeugung zu decken. Daher sind in den Szenarien für den Bezug von Strom und Gas Entwicklungen anzunehmen, die nicht im Einflussbereich von Stadtgesellschaft und der Stadt Hannover liegen.

Entsprechend der Bilanzierungsmethodik (vgl. Abschnitt 1.2) werden für den Strombezug bundesweit einheitliche Emissionsfaktoren angesetzt, die die Veränderungen des deutschen Strommixes abbilden. Der Anteil erneuerbarer Energien am Bundesstrommix wird im Trendszenario mit 50 % und im Klimaschutzszenario mit 100 % angenommen. Die Emissionsfaktoren für Strom im Klimaschutzszenario berechnen sich für das Jahr 2035 aus dem bundesweiten Kraftwerkspark wie er im Szenario Klimaneutral 2050 in der Studie „Klimaneutrales Deutschland“²⁶ angenommen wurde.

Darüber hinaus wird im Klimaschutzszenario anstelle fossilen Erdgases ein vollständiger Ersatz durch erneuerbares Gas (Biogas, Grüner Wasserstoff, synthetisches Methan) unterstellt.

5.2 Ergebnisse

Die Auswirkungen einer veränderten Energiebereitstellung weg von fossilen hin zu erneuerbaren Energien zeigen sich deutlich in der Entwicklung der THG-Emissionen (siehe Abschnitt 1.5). Während der Endenergieverbrauch im Klimaschutzszenario bis zum Jahr 2035 um 37 % gegenüber 1990 zurückgeht, kann durch die Energieträgersubstitution im gleichen Zeitraum eine Reduzierung der THG-Emissionen um 91 % erreicht werden.

In den Szenarien wird angenommen, dass der Ausbau erneuerbarer Energien (hier v. a. Photovoltaik) lokale fossile Energieträger zur Stromerzeugung verdrängt. Im Jahr 2035 würden 73 % (2.860 GWh) des Strombedarfs durch lokale Erzeugung gedeckt werden, 95 % (2.709 GWh) davon durch erneuerbare Energien und 5 % durch Abfall. Bei der Fernwärme spiegelt sich im Klimaschutzszenario der vollständige Ersatz durch erneuerbares Gas wider (Tabelle 8).

²⁶ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): *Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität*

Energiebereitstellung	2015	Trend-2035	Klimaschutz-2035
Strom	3.250 MWh	3.650 MWh	3.950 MWh
davon eigene Erzeugung	71 %	61 %	73 %
davon Anteil erneuerbare	3 %	51 %	95 %
Fernwärme	1.580 MWh	2.100 MWh	2.250 MWh
davon Anteil erneuerbare	0 %	73 %	100 %

Tabelle 8 Bereitstellung Strom und Fernwärme im Ist-Zustand und in den Szenarien

Quelle: Darstellung IE Leipzig

Die Entwicklung der anderen Energieträger und ihr Anteil am Endenergieverbrauch ist in Abbildung 13 dargestellt. Die fossilen Energieträger Kohle und Heizöl verschwinden im Klimaschutzenszenario bis zum Jahr 2035 vollständig aus der Energiebereitstellung.

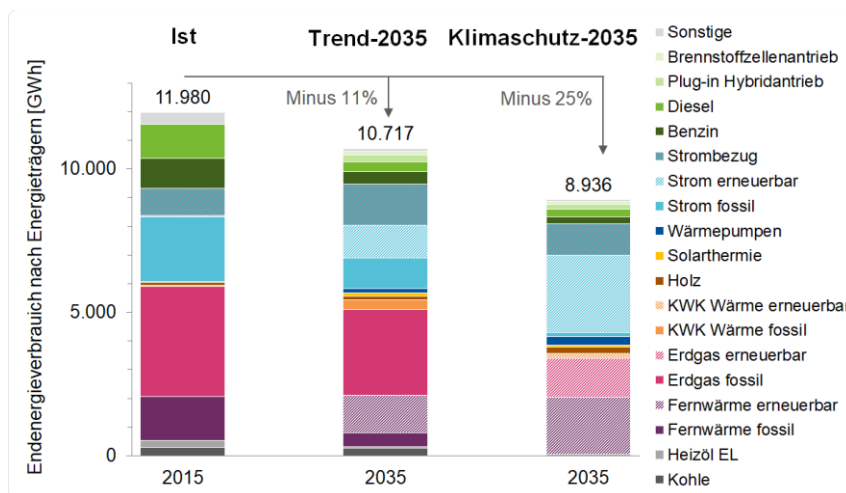


Abbildung 13 Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Ist-Zustand und in den Szenarien

Quelle: Berechnung und Darstellung IE Leipzig

5.3 Handlungsfelder

Zur Umsetzung der ambitionierten Ausbauziele insbesondere für Photovoltaik und des angestrebten Energieträgerwechsels im Klimaschutzenszenario bedarf es fördernder Voraussetzungen und einer unterstützenden Rahmensezung sowohl auf kommunaler Ebene, aber auch auf Landes- und Bundesebene (Tabelle 9).

Energiebereitstellung		
Ebene	Ausbau erneuerbarer Energien	Einsatz erneuerbares Gas
EU Bund Niedersachsen	Schlüsselrolle: EEG-Novellierung ist entscheidend für beschleunigten Ausbau. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solarpflichten ▪ Niedersächsische Bauordnung: Solarpflicht für neue Gewerbebauten 	Schlüsselrolle: Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung / Norddeutsche Wasserstoffstrategie <ul style="list-style-type: none"> ▪ CO₂-Bepreisung, ▪ Steuer-Befreiung H₂-Produktion ▪ Förderprogramme zu Forschung und Entwicklung, Infrastruktur
Hannover	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solaranlagen als baulicher Standard für eigene Liegenschaften ▪ Neubau: Solarpflichten in städtebaulichen Verträgen, Bauleitplanung ▪ Information, Beratung, Förderanreize, Netzwerke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umsetzung von Pilotprojekten, z.B. Wasserstoff-Produktion im Klärwerk Herrenhausen, Beschaffung Müllfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb (aha)
Stadtgesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktive Beteiligung durch eigene Investition (Hausbesitzer*innen) oder als Unternehmen (z. B. Handwerk) 	

Tabelle 9 Handlungsfelder der Energiebereitstellung für die Szenarien

Quelle: Eigene Darstellung

Landes- und Bundesebene

Solarenergie und Wind stellen die tragenden Säulen einer klimaneutralen Versorgung dar. Die Vorschläge der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina gehen von einer Erhöhung der Ausbaugeschwindigkeit von 6 Gigawatt im Jahr 2020 auf zukünftig 15 bis 25 Gigawatt pro Jahr aus. Zur Umsetzung der Ausbauziele sind grundlegende Strukturreformen der regulatorischen Rahmenbedingungen (Strommarktdesign, Anreize zum systemdienlichen Betrieb erneuerbarer Anlagen), mehr Flächen sowie eine Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsprozesse der Regionalplanung mit darauf abgestimmter Bürgerbeteiligung erforderlich.

Auf Landesebene wird durch Änderung der Niedersächsischen Bauordnung die Errichtung von Photovoltaikanlagen für neue Gewerbebauten zur Pflicht.

Hinsichtlich des Einsatzes erneuerbaren Gases geht es zunächst um die Weiterentwicklung von Effizienz und Technologien, u. a. im Rahmen der Nationalen und Norddeutschen Wasserstoffstrategie. Technologisch ist zwar schon vieles erprobt. Aber bisher rechnet sich grüner Wasserstoff noch nicht, um die Technologie im großen Stil zu nutzen. Bislang sind fast alle Wasserstoff-Pilotprojekte in Deutschland vom Bund oder den Ländern gefördert worden.

Stadt Hannover

Die Solarenergieerzeugung spielt bei der dezentralen erneuerbaren Energieerzeugung im Stadtgebiet eine entscheidende Rolle. Mit der Vereinbarung solarer Installationspflichten bei Neubauten im Rahmen von Durchführungsverträgen, städtebaulichen Verträgen, Grundstückskaufverträgen und ggf. Angebots-Bebauungsplänen (DS 2457/2020) sowie der standardmäßigen Umsetzung von PV-Anlagen auf den Dächern eigener Liegenschaften (sowohl im Neubau als auch im Bestand bei technischer Umsetzbarkeit) wurden wirksame Maßnahmen zur Erhöhung der Zubaurate ergriffen. Zur weiteren Erhöhung der Zubaurate bietet es sich insbesondere an, die Dachflächen von Bestandsgebäuden zu nutzen. Das Solarkataster der Region Hannover weist für das Stadtgebiet Hannover 2,9 GW installierbare Leistung auf Dachflächen aus. Die begrenzende Rahmenbedingung ist der Instandsetzungszyklus der Dachflächen. Nicht alle Dächer werden in den kommenden 13 Jahren sanierungsbedürftig sein, aber durch entsprechende Förderungen und Beratungsangebote sollte möglichst keine Gelegenheit der gekoppelten Dacherneuerung und PV-Installation verpasst werden.²⁷ Darüber hinaus bieten sich im Stadtgebiet Förderanreize an, die auf die Mehrfachnutzung von Flächen ausgerichtet sind.

Stadtgesellschaft

Die Energiewende ist eine gemeinsame Verantwortung. Ohne eine aktive Unterstützung der Stadtgesellschaft durch eigene Investitionen (z. B. als Hausbesitzer oder als Mitglied einer Bürgerenergiegenossenschaft) oder auch als Unternehmen (z. B. Handwerk) wird diese Aufgabe nicht gelingen.

²⁷ siehe auch *Dach-Solar-Richtlinie der Region Hannover*, gefördert wird eine hochwertige Dachdämmung bei gleichzeitiger Errichtung einer Solaranlage, www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt-Nachhaltigkeit/Klimaschutz-Energie/Klimaschutzregion-Hannover/Klimaschutz-Aktivitaeten-der-Region-Hannover/Solaroffensive/Dach-Solar-Richtlinie

6 Verzeichnisse

Abkürzungsverzeichnis	35
Abbildungsverzeichnis	36
Tabellenverzeichnis	37
Literaturverzeichnis	38

Abkürzungsverzeichnis

BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2eq}	CO ₂ -Äquivalente
EEV	Endenergieverbrauch
EZFH	Ein- und Zwei-Familien-Häuser
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Sektor Gewerbe Handel und Dienstleistung und übrige Verbraucher
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
MFH	Mehrfamilienhaus
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NEH	Niedrigenergie-Haus
ÖV	Öffentlicher Verkehr
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
THG	Treibhausgas
VG	Verarbeitendes Gewerbe

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Masterplan-Ziele Hannover 2035	3
Abbildung 2	Grundlegende Rahmenbedingungen und Annahmen der Szenarien Trend-2035 und Klimaschutz-2035	4
Abbildung 3	Bevölkerungsentwicklung Hannover bis 2035	6
Abbildung 4	Entwicklung der Wohnfläche in Hannover bis 2035	7
Abbildung 5	Endenergieverbrauch nach Sektoren in der Ist-Entwicklung und in den Szenarien	8
Abbildung 6	Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Ist-Entwicklung und in den Szenarien	9
Abbildung 7	Beispielhafter Emissionspfad zur Einhaltung des deutschen 1,5-°C-Budgets	10
Abbildung 8	Raumwärmebedarf EZFH und MFH im Ist-Zustand und in den Szenarien	13
Abbildung 9	Endenergieverbrauch Gebäudewärme Haushalte nach Energieträgern im Ist-Zustand und in den Szenarien	13
Abbildung 10	Endenergieverbrauch Haushalte nach Anwendungsarten im Ist-Zustand und in den Szenarien	14
Abbildung 11	Endenergieverbrauch Verkehr nach Energieträgern (links) und nach Verbrauchern (rechts) im Ist-Zustand und in den Szenarien	19
Abbildung 12	Endenergieverbrauch in Industrie (links) und GHD (rechts) nach Anwendungsarten im Ist-Zustand und in den Szenarien	24
Abbildung 13	Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Ist-Zustand und in den Szenarien	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Annahmen des Sektors Haushalte für die Szenarien	11
Tabelle 2	Handlungsfelder des Sektors Haushalte für die Szenarien	15
Tabelle 3	Annahmen des Sektors Verkehr für die Szenarien	17
Tabelle 4	Handlungsfelder des Sektors Verkehr für die Szenarien	20
Tabelle 5	Annahmen des Sektors Wirtschaft für die Szenarien	23
Tabelle 6	Handlungsfelder des Sektors Wirtschaft für die Szenarien	25
Tabelle 7	Annahmen der Energiebereitstellung für die Szenarien	28
Tabelle 8	Bereitstellung Strom und Fernwärme im Ist-Zustand und in den Szenarien	31
Tabelle 9	Handlungsfelder der Energiebereitstellung für die Szenarien	32

Literaturverzeichnis

- Agora Energiewende, Stiftung 2°, Roland Berger (2021): *Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht*. Ergebnis eines Dialogs mit Industrieunternehmen. www.agora-energiewende.de
- enercity (2021): *Fernwärme: Entscheidend für die Energiewende*. <https://www.enercity.de/magazin/unsere-welt/nachhaltigkeit-fernwaerme>
- enercity (2021): *Grüne Wärme für Hannover*. <https://www.enercity.de/geschaeftsbericht/nachhaltigkeit>
- enercity (2021): *Hannovers Kult-Kraftwerk Linden. Modernste Technik für die Energiewende*. <https://www.enercity.de/magazin/deine-stadt/heizkraftwerk-linden>
- enercity (2021): *Sauberer Umbau in Stöcken*. <https://www.enercity.de/magazin/unsere-welt/kohleausstieg-stoecken-enercity>
- Landeshauptstadt Hannover (2020): *Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Hannover 2020*. Statistische Berichte der Landeshauptstadt Hannover.
- Landeshauptstadt Hannover (2021): *Klimaschutzprogramm 2035*. Protokoll zum 1. Strategiegruppentreffen am 27.05.2021
- Landeshauptstadt Hannover (2021): *Klimaschutzprogramm 2035*: Protokoll der Lenkungsgruppe am 7. Juli 2021
- Netzwerk Partnerschaft für Klimaschutz (PfK): *Klima-Allianz Hannover 2035*. Ergebnisprotokoll der Sitzung am 01.06.2021
- Prognos, Fraunhofer ISI, GWS, iinas (2020): *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Dokumentation von Referenzszenario und Szenario mit Klimaschutzprogramm 2030*. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 10. März 2020.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): *Klimaneutrales Deutschland*. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität. www.agora-energiewende.de
- Region Hannover, Landeshauptstadt Hannover (2020): *Bevölkerungsprognose 2019 bis 2030 für die Region Hannover, die Landeshauptstadt Hannover und die Städte und Gemeinden des Umlands*. Schriften zur Stadtentwicklung Heft 134.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020). *Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten 2020*. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.html
- Umweltbundesamt (2021). *Treibhausgasneutralität in Kommunen*. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2021-03-24_factsheet_treibhausgasneutralitaet_in_kommunen.pdf
- Wuppertal Institut (2020). *CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze*. Bericht. Wuppertal.