



Bilanz und Potenzialanalyse

Gemeinde Havixbeck



Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Gemeinde Havixbeck und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber:in

Gemeinde Havixbeck

Willi-Richter-Platz 1

48329 Havixbeck

Ansprechpartnerin: Lisa Witthake,

Monika Böse

Auftragnehmer:in

energielenker projects GmbH

Hüttruper Heide 90

48268 Greven

Ansprechpartner: Tobias Bödger



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	8
1 Einleitung	9
1.1 Hintergrund und Motivation	10
1.2 Ablauf und Projektzeitenplan	11
2 Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Havixbeck	12
2.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO	12
2.1.1 Bilanzierungsprinzip im stationären Bereich	13
2.1.2 Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr	14
2.2 Datenerhebung des Energiebedarfs der Gemeinde Havixbeck	14
2.3 Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck	14
2.3.1 Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	15
2.3.2 Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur	16
2.3.3 Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen	17
2.4 THG-Emissionen der Gemeinde Havixbeck	18
2.4.1 THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern	18
2.4.2 THG-Emissionen pro Einwohner:in	20
2.4.3 THG-Emissionen nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur	21
2.4.4 THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen	22
2.5 Regenerative Energien der Gemeinde Havixbeck	23
2.5.1 Strom	23
2.5.2 Wärme	24
2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse	25
3 Potenzialanalyse der Gemeinde Havixbeck	26
3.1 Einsparungen und Energieeffizienz	26
3.1.1 Private Haushalte	26
3.1.1.1 Gebäudesanierung	26
3.1.1.2 Strombedarf	28
3.1.1.3 Einfluss des Nutzerverhaltens (Suffizienz)	30
3.1.2 Wirtschaft	31
3.1.3 Verkehrssektor	34

3.1.3.1	Randbedingungen „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“	35
3.1.3.2	Randbedingungen „Klimaschutzszenario 95“	35
3.1.3.3	Entwicklung der Fahrleistungen und des Endenergiebedarfs	36
3.2	Erneuerbare Energien.....	38
3.2.1	Windenergie	38
3.2.2	Sonnenenergie	39
3.2.2.1	Dachflächenphotovoltaik.....	39
3.2.2.2	Freiflächenphotovoltaik.....	39
3.2.2.3	Solarthermie	41
3.2.3	Bioenergie	41
3.2.4	Geothermie	42
3.2.5	Industrielle Abwärme.....	42
4	Szenarien zur Energieeinsparung.....	43
4.1	Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario	43
4.2	Szenarien: Brennstoffbedarf	43
4.3	Szenarien: Kraftstoffbedarf	47
4.4	Szenarien: Strombedarf und erneuerbare Energien.....	48
5	End-Szenarien: Endenergiebedarf und THG-Emissionen	51
5.1	End-Szenarien: Endenergiebedarf	51
5.1.1	Endenergiebedarf im Trendszenario.....	51
5.1.2	Endenergiebedarf im Klimaschutzszenario	51
5.2	End-Szenarien: THG-Emissionen	52
5.2.1	THG-Emissionen im Trendszenario	52
5.2.2	THG-Emissionen im Klimaschutzszenario	53
5.3	Treibhausgasneutralität	54
5.4	Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für die Gemeinde Havixbeck.....	55
	Literaturverzeichnis.....	57
	Abkürzungsverzeichnis.....	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Entwicklung der CO ₂ -Konzentration in der Atmosphäre (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018).....	9
Abbildung 2-1: Endenergiebedarf nach Sektoren – Gemeinde Havixbeck.....	15
Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergiebedarf – Gemeinde Havixbeck	15
Abbildung 2-3: Endenergiebedarf nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck	16
Abbildung 2-4: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck	17
Abbildung 2-5: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck	18
Abbildung 2-6: Prozentualer Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen – Gemeinde Havixbeck.....	18
Abbildung 2-7: THG-Emissionen nach Sektoren – Gemeinde Havixbeck.....	19
Abbildung 2-8: Prozentualer Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen – Gemeinde Havixbeck	19
Abbildung 2-9: THG-Emissionen nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck	20
Abbildung 2-10: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck	21
Abbildung 2-11: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck	22
Abbildung 2-12: Prozentualer Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen – Gemeinde Havixbeck	23
Abbildung 2-13: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen – Gemeinde Havixbeck	23
Abbildung 2-14: Prozentuale Anteile der Erneuerbaren-Energien – Gemeinde Havixbeck.....	24
Abbildung 2-15: Einspeisemenge Wärme aus Erneuerbaren Energien – Gemeinde Havixbeck	24
Abbildung 2-16: Prozentuale Verteilung der Erneuerbaren Energien im Wärmebereich 2019 – Gemeinde Havixbeck.....	25
Abbildung 3-1: Verteilung des flächenbezogenen Endenergieverbrauches heute und des Einsparpotenzials 2050 (BMWi, 2014)	26
Abbildung 3-2: Einsparpotenziale der Wohngebäude "Trendszenario (EnEV-Standard)" saniert bis 2045 (Quelle: Eigene Berechnung)	27
Abbildung 3-3: Einsparpotenziale der Wohngebäude "Klimaschutzszenario (KfW-Standard)" saniert bis 2045 (Quelle: Eigene Berechnung)	28
Abbildung 3-4: Spezifischer Haushaltsstrombedarf in kWh pro Jahr und Haushalt (Quelle: Eigene Berechnung).....	29
Abbildung 3-5: Gesamtstrombedarf der Haushalte – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....	30
Abbildung 3-6: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien (dena, 2014).....	31

Abbildung 3-7: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Wirtschaftssektor – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....33

Abbildung 3-8: Strom- und Brennstoffbedarf nach Anwendungsbereichen im Ausgangs- und Zieljahr33

Abbildung 3-9: Entwicklung der Fahrleistungen bis 2045 im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)..... 36

Abbildung 3-10: Entwicklung der Fahrleistungen bis 2045 im Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)..... 36

Abbildung 3-11: Entwicklung der Fahrleistungen bei Verbrennern und alternativen Antrieben bis 2045 im Trend- und Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)37

Abbildung 3-12: Entwicklung des Endenergiebedarfs für den Sektor Verkehr bis 2045 im Trend- und Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)37

Abbildung 3-13: Windenergiekonzentrationszone Gemeinde Havixbeck - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021) 38

Abbildung 3-14: Photovoltaik-Potenziale Dachflächen Ausschnitt Gemeinde Havixbeck – Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)39

Abbildung 3-15: Photovoltaik-Potenziale Freiflächen der Gemeinde Havixbeck - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)40

Abbildung 4-1: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)44

Abbildung 4-2: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)45

Abbildung 5-3: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Klimaschutzszenario der Haushalte und der Wirtschaft – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten) 46

Abbildung 4-4: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)47

Abbildung 4-5: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)48

Abbildung 4-6: Entwicklung Strombedarf im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....48

Abbildung 4-7: Entwicklung Strombedarf im Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....49

Abbildung 4-8: Entwicklung der erneuerbaren Energien – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....50

Abbildung 5-1: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)..... 51

Abbildung 5-2: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)..... 52

Abbildung 5-3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....53

Abbildung 5-4: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung).....53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren (ifeu)	13
Tabelle 2: THG-Emissionen pro Einwohner:in – Gemeinde Havixbeck	20
Tabelle 3: Gruppierung der Haushaltsgeräte	29
Tabelle 4: Grundlagendaten für Trend- und Klimaschutzszenario	32
Tabelle 5: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Klimaschutzszenario (Quelle: Eigene Berechnung).....	45
Tabelle 6: Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für die Gemeinde Havixbeck	56

1 Einleitung

Die Herausforderungen des Klimawandels sind allgegenwärtig. Temperaturanstieg, schmelzende Gletscher und Pole, ein steigender Meeresspiegel, Wüstenbildung und Bevölkerungswanderungen – viele der vom Ausmaß der Erwärmung abhängigen Szenarien sind zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersagbar. Hauptverursacher der globalen Erderwärmung sind nach Einschätzungen der Expertinnen und Experten, die Emissionen von Treibhausgasen (THG) wie Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (Lachgas: N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Fluorkohlenwasserstoffe.

Diese Einschätzungen wurden bereits durch den Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)-Report aus dem Jahr 2014 gestützt sowie mit dem Bericht aus 2018 bestärkt. Die Aussagen des Berichtes deuten auf einen hohen anthropogenen Anteil an der Erhöhung des Gehaltes von Treibhausgasen in der Atmosphäre hin. Auch ein bereits stattfindender Klimawandel, einhergehend mit Erhöhungen der durchschnittlichen Temperaturen an Land und in den Meeren, wird bestätigt und ebenfalls zu großen Teilen menschlichem Handeln zugeschrieben. Das Schmelzen der Gletscher und Eisdecken an den Polen, das Ansteigen des Meeresspiegels sowie das Auftauen der Permafrostböden in Russland werden durch den Bericht bestätigt. Dies scheint sich sogar im Zeitraum zwischen 2002 und 2011, im Vergleich zur vorigen Dekade, deutlich beschleunigt zu haben. Der menschliche Einfluss auf diese Prozesse wird im IPCC-Bericht, der jüngst im Jahr 2021 eine Erderwärmung um 1,5 Grad bis 2030 prognostiziert hat, als sicher angesehen. Auch in Deutschland scheint der Klimawandel spürbar zu werden, wie die steigende Anzahl extremer Wetterereignisse (z. B. „Pfingststurm Ela“ im Jahr 2014, „Sturmtief Frederike“ und trockener Hitzesommer 2018 und 2019, Flutkatastrophe im Sommer 2021 entlang der Ahr und in der Eifel) oder auch die Ausbreitung von wärmeliebenden Tierarten (z. B. tropische Mückenarten am Rhein) verdeutlichen.

Die US-amerikanische Ozean- und Atmosphärenbehörde (NOAA) gibt für den Zeitraum Februar 2014 (397 ppm) bis Juli 2018 (408 ppm) den schnellsten Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre seit Beginn der Messungen an. Im Januar 2017 waren es bereits 406,13 ppm (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018). In vorindustriellen Zeiten lag der Wert bei etwa 280 ppm. Zu Beginn der Messungen in den 1950er Jahren bei etwa 320 ppm. Die Entwicklung in den letzten Jahren wird in folgender Abbildung 1-1 dargestellt.

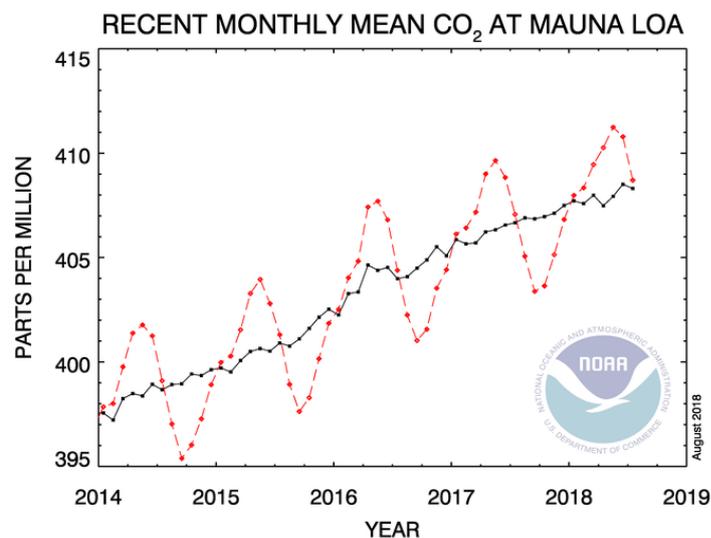


Abbildung 1-1: Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018)

Um die Außergewöhnlichkeit und Einzigartigkeit des in der Abbildung 1-1 dargestellten CO₂-Anstiegs sichtbar zu machen, muss dieser im Zusammenhang über die Zeit betrachtet werden. Ein Anstieg der CO₂-Emissionen und der Temperatur ist in der Erdgeschichte kein besonderes Ereignis. Die Geschichte ist geprägt vom Fallen und Ansteigen dieser Werte. Das Besondere unserer Zeit ist die Geschwindigkeit des CO₂-Anstiegs, welcher nur auf anthropogene Einwirkungen zurückgeführt werden kann.

Um die Auswirkungen des Klimawandels möglichst weitreichend zu begrenzen, hat sich die Bundesregierung mit Beschluss vom 24.06.2021 das Ziel gesetzt, den bundesweiten Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen bis 2030 um 65 %, bis 2040 um 88 % und bis 2045 um 100 % (angestrebte THG-Neutralität), in Bezug auf das Ausgangsjahr 1990, zu senken. Aus dieser Motivation heraus wird seit 2008, im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), die Erstellung von kommunalen Klimaschutzkonzepten gefördert. Hintergrund ist, dass die ehrgeizigen Ziele der Bundesregierung nur gemeinschaftlich, mit einer Vielzahl lokaler Akteur:innen erreicht werden können.

Im Falle eines ungebremsten Klimawandels ist im Jahr 2100 in Deutschland z. B. durch Reparaturen nach Stürmen oder Hochwassern und Mindereinnahmen der öffentlichen Hand mit Mehrkosten in Höhe von 0,6 bis 2,5 %¹ des Bruttoinlandsproduktes zu rechnen. Von diesen Entwicklungen wird auch die Gemeinde Havixbeck nicht verschont bleiben. Der Klimawandel ist also nicht ausschließlich eine ökologische Herausforderung, insbesondere hinsichtlich der Artenvielfalt, sondern auch in ökonomischer Hinsicht von Belang.

1.1 Hintergrund und Motivation

Mit dem Ziel, die bisherige Energie- und Klimaschutzarbeit fokussiert voranzutreiben, hat sich die Gemeinde Havixbeck dazu entschlossen, dem Thema Klimaschutz eine höhere Priorität einzuräumen und die Bemühungen zu verstärken.

Mit dem integrierten Klimaschutzkonzept wird eine neue Grundlage für eine lokale Klimaschutzarbeit von hoher Qualität geschaffen, die eine nachhaltige Zukunft gestaltet. Wesentlicher Grundgedanke ist es, kommunales Handeln mit den Aktivitäten und Interessen aller weiteren Akteur:innen in der Gemeinde zu verbinden. Mit der Unterstützung von Akteur:innen soll zielgerichtet auf die eigenen Klimaschutzziele hingearbeitet werden.

Die Erstellung des Klimaschutzkonzepts soll der Gemeinde Havixbeck ermöglichen, die vorhandenen Einzelaktivitäten und Potenziale sowie die bereits durchgeführten Projekte zu bündeln und Multiplikatoren- und Synergieeffekte zu schaffen und zu nutzen.

Potenziale in den verschiedenen Verbrauchssektoren (Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Verwaltung) sollen aufgedeckt werden und in ein langfristig umsetzbares Handlungskonzept zur Reduzierung der THG-Emissionen münden.

Mit dem Klimaschutzkonzept erhält die Gemeinde Havixbeck ein Werkzeug, die Energie- und Klimaarbeit sowie die zukünftige Klimastrategie konzeptionell, vorbildlich und nachhaltig zu gestalten. Gleichzeitig soll das Klimaschutzkonzept Motivation für die Einwohner:innen der

¹ Ergebnisse einer im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen von Ecologic Institut und Infas erhobenen Studie.

Gemeinde sein, selbst tätig zu werden und weitere Akteur:innen zum Mitmachen zu animieren. Nur über die Zusammenarbeit aller kann es gelingen, die gesteckten Ziele zu erreichen.

1.2 Ablauf und Projektzeitenplan

Kapitel folgt im Rahmen der weiteren Schritte. Bisher wurde nur die Energie- und THG-Bilanz fortgeschrieben sowie eine Potenzialanalyse angefertigt. Darauf fußt weitergehend die Aushandlung von Klimaschutzbezogenen Maßnahmen sowie das Erstellen einer Umsetzungsstrategie. Diese Projektschritte werden noch folgen.

2 Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Havixbeck

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Havixbeck dargestellt. Der tatsächliche Energiebedarf der Gemeinde ist für die Bilanzjahre 2016 bis 2019 erfasst und bilanziert worden. Die Energiebedarfe werden auf Basis der Endenergie und die THG-Emissionen auf Basis der Primärenergie anhand von Life Cycle Analysis (LCA)-Parametern beschrieben. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem eigenen Gemeindegebiet lässt sich damit gut nachzeichnen. Ein interkommunaler Vergleich ist häufig nicht zielführend, da regionale und strukturelle Unterschiede hohen Einfluss auf die Energiebedarfe und THG-Emissionen von Landkreisen und Kommunen haben.

Im Folgenden werden zunächst die Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO erläutert und anschließend die Endenergiebedarfe und die THG-Emissionen der Gemeinde Havixbeck dargestellt. Hierbei erfolgt eine Betrachtung des gesamten Gemeindegebiets sowie der einzelnen Sektoren.

2.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO

Zur Bilanzierung wurde die internetbasierte Plattform „Klimaschutzplaner“ verwendet, die speziell zur Anwendung in Kommunen entwickelt wurde. Bei dieser Plattform handelt es sich um ein Instrument zur Bilanzierung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen.

Im Rahmen der Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen der Gemeinde Havixbeck wird der vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) entwickelte „Bilanzierungs-Standard Kommunal“ (BSKO) angewandt. Leitgedanke des vom BMU geförderten Vorhabens war die Entwicklung einer standardisierten Methodik, welche die einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit der Bilanzergebnisse zwischen den Kommunen erlaubt (ifeu, 2019). Weitere Kriterien waren unter anderem die Schaffung einer Konsistenz innerhalb der Methodik, um insbesondere Doppelbilanzierungen zu vermeiden sowie einen weitestgehenden Bestand zu anderen Bilanzierungsebenen zu erhalten (regional, national).

Zusammengefasst ist das Ziel des Systems die Erhöhung der Transparenz energiepolitischer Maßnahmen und durch eine einheitliche Bilanzierungsmethodik einen hohen Grad an Vergleichbarkeit zu schaffen. Zudem ermöglicht die Software, durch die Nutzung von hinterlegten Datenbanken (mit deutschen Durchschnittswerten), eine einfachere Handhabung der Datenerhebung (ifeu, 2019).

Es wird im Bereich der Emissionsfaktoren auf national ermittelte Kennwerte verwiesen, um deren Vergleichbarkeit zu gewährleisten (TREMODO, Bundesstrommix). Hierbei werden, neben Kohlenstoffdioxid (CO₂), weitere Treibhausgase in die Berechnung der Emissionsfaktoren mit einbezogen und betrachtet. Dazu zählen beispielsweise Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxide (Lachgas oder N₂O). Zudem findet eine Bewertung der Datengüte in Abhängigkeit der jeweiligen Datenquelle statt. So wird zwischen Datengüte A/1,0 (Regionale Primärdaten), B/0,5 (Hochrechnung regionaler Primärdaten), C/0,25 (Regionale Kennwerte und Statistiken) und D/0,0 (Bundesweite Kennzahlen) unterschieden (ifeu, 2019).

Im Verkehrsbereich wurde bisher auf die Anzahl registrierter Fahrzeuge zurückgegriffen. Basierend darauf, wurden mithilfe von Fahrzeugkilometern und nationalen Treibstoffmischen die THG-Emissionen ermittelt. Dieses sogenannte Verursacherprinzip unterscheidet sich deutlich gegenüber dem im BSKO angewandten Territorialprinzip (siehe genauere Erläuterung im folgenden Text). Im Gebäude- und Infrastrukturbereich wird zudem auf eine witterungsbereinigte Darstellung der Verbrauchsdaten verzichtet (ifeu, 2019).

2.1.1 Bilanzierungsprinzip im stationären Bereich

Unter BISCO wird bei der Bilanzierung 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. Dabei wird empfohlen, von witterungskorrigierten Daten Abstand zu nehmen und die tatsächlichen Verbräuche für die Berechnung zu nutzen, damit die tatsächlich entstandenen Emissionen dargestellt werden können. Standardmäßig wird eine Unterteilung in die Bereiche private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Industrie/Verarbeitendes Gewerbe, Kommunale Einrichtungen und den Verkehrsbereich angestrebt (ifeu, 2019).

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren (siehe hierzu Tabelle 1) werden anschließend die THG-Emissionen berechnet.

Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N₂O und CH₄) in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e), inklusive energiebezogener Vorketten, in die Berechnung mit ein (LCA-Parameter). 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, beispielsweise der Energieaufwand von konsumierten Produkten sowie Energie, die von den Bewohnerinnen und Bewohnern außerhalb der Gemeindegrenzen verbraucht wird, findet im Rahmen der Bilanzierung keine Berücksichtigung (ifeu, 2019). Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu, des GEMIS (Globale Emissions-Modell integrierter Systeme), welches vom Öko-Institut entwickelt wurde, sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes. Allgemein wird empfohlen, den Emissionsfaktor des Bundesstrommixes heranzuziehen und auf die Berechnung eines lokalen bzw. regionalen Strommixes zu verzichten.

Tabelle 1: Emissionsfaktoren (ifeu)

Emissionsfaktoren je Energieträger - LCA-Energie für das Jahr 2019			
Energieträger	gCO ₂ e/kWh	Energieträger	gCO ₂ e/kWh
Strom	478	Flüssiggas	276
Heizöl	318	Braunkohle	411
Erdgas	247	Steinkohle	438
Fernwärme	261	Heizstrom	478
Holz	22	Nahwärme	260
Umweltwärme	150	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	25	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	110	Benzin	322
Abfall	27	Diesel	327
Kerosin	322	Biodiesel	118

2.1.2 Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr

Zur Bilanzierung des Sektors Verkehr findet ebenfalls das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz Anwendung. Diese umfasst sämtliche motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr (ifeu, 2019).

Generell kann der Verkehr in die Bereiche „gut kommunal beeinflussbar“ und „kaum kommunal beeinflussbar“ unterteilt werden. Als gut kommunal beeinflussbar werden Binnen-, Quell- und Zielverkehr im Straßenverkehr (MIV, LKW, LNF) sowie der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) eingestuft. Emissionen aus dem Straßendurchgangsverkehr, öffentlichen Personenfernverkehr (ÖPFV, Bahn, Reisebus, Flug) sowie aus dem Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehr werden als kaum kommunal beeinflussbar eingestuft (ifeu, 2019).

Durch eine Einteilung in Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) kann der Verkehr differenzierter betrachtet werden. So ist anzuraten, die weniger beeinflussbaren Verkehrs- bzw. Straßenkategorien herauszurechnen, um realistische Handlungsempfehlungen für den Verkehrsbereich zu definieren (ifeu, 2019). Um die tatsächlichen Verbräuche auf Gemeindegebiet darzustellen, inkludiert die nachfolgend dargestellte Bilanz jedoch alle Verkehrs- bzw. Straßenkategorien. Erst in der Potenzialanalyse wird der Autobahnanteil aus der Berechnung ausgeschlossen, da die Gemeinde auf diesen Bereich keinen direkten Einfluss nehmen kann.

Harmonisierte und aktualisierte Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich stehen in Deutschland durch das TREMOD-Modell zur Verfügung. Diese werden in Form von nationalen Kennwerten differenziert nach Verkehrsmittel, Energieträger und Straßenkategorie bereitgestellt. Wie bei den Emissionsfaktoren für den stationären Bereich, werden diese in Form von CO₂-Äquivalenten inklusive Vorkette berechnet. Eine kommunenspezifische Anpassung der Emissionsfaktoren für den Bereich erfolgt demnach nicht (ifeu, 2019).

2.2 Datenerhebung des Energiebedarfs der Gemeinde Havixbeck

Der Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck ist in der Bilanz differenziert nach Energieträgern berechnet worden. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (z. B. Strom und Erdgas) sind vom Netzbetreiber der Gemeinde Havixbeck bereitgestellt worden. Die Angaben zum Ausbau erneuerbarer Energien stützen sich auf die EEG-Einspeisedaten und wurden ebenfalls von dem oben genannten Netzbetreiber bereitgestellt.

Der Sektor Kommunale Einrichtungen erfasst die gemeindeeigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Die Verbrauchsdaten sind in den einzelnen Fachabteilungen der Gemeindeverwaltung erhoben und übermittelt worden.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger werden in der Regel zur Erzeugung von Wärmeenergie genutzt. Zu nicht-leitungsgebundenen Energieträgern im Sinne dieser Betrachtung zählen etwa Heizöl, Biomasse, Flüssiggas, Steinkohle, Umweltwärme und Solarthermie. Die Erfassung der Bedarfsmengen dieser Energieträger und allen nicht durch die Gemeindewerke bereitgestellten Daten erfolgte durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten im Datenprogramm des Klimaschutzplaners auf Basis lokalspezifischer Daten der Schornsteinfegerinnung.

2.3 Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck

Im Jahr 2017 betrug der Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck insgesamt 201.420 MWh. Im darauffolgenden Jahr 2018 waren es 197.706 MWh. Das Bilanzjahr 2019 weist mit 197.932 MWh wieder einen geringfügig höheren Endenergiebedarf auf als das Jahr 2018; insgesamt hat sich der Endenergiebedarf gegenüber 2017 jedoch um knapp 2 % verringert.

2.3.1 Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern

In der nachfolgenden Abbildung 2-1 werden die Endenergiebedarfe für die Bilanzjahre 2017 bis 2019 für die unterschiedlichen Sektoren Haushalte, Industrie, GHD, Verkehr und für die kommunalen Einrichtungen dargestellt. Dabei zeigt sich der Sektor Verkehr mit dem anteilig höchsten Energiebedarf. Dieser steigt im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 um nicht einmal 1 % nur sehr gering an. Der Endenergiebedarf der Haushalte steigt zwar von 2018 auf 2019 geringfügig an, ist aber dennoch geringer als im Jahr 2017. Der Endenergiebedarf des Wirtschaftssektors (Zusammenfassung von Industrie und GHD) sinkt ebenfalls geringfügig.

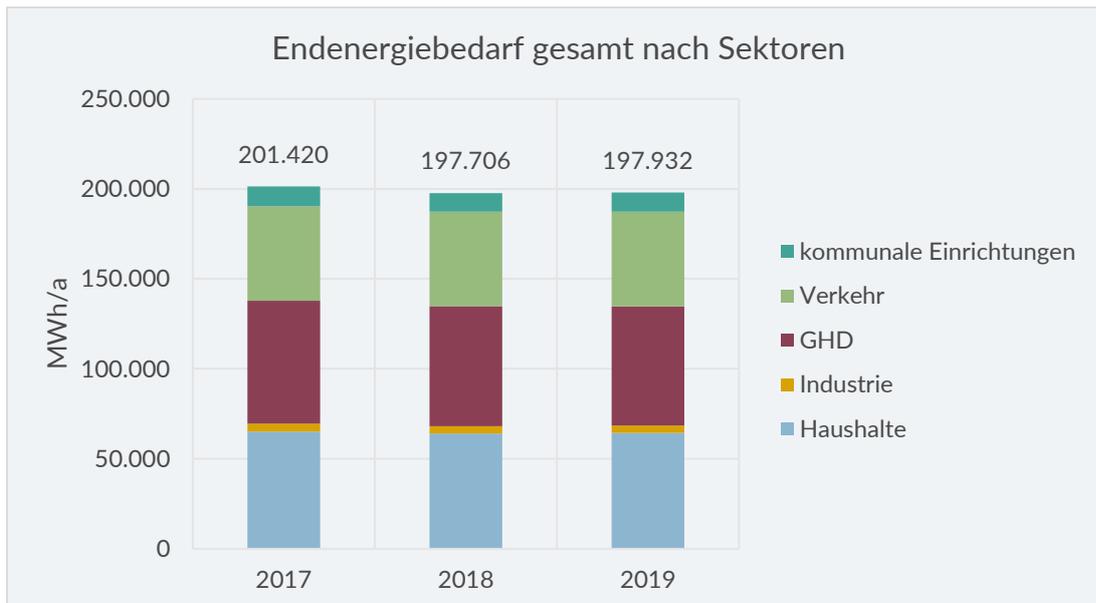


Abbildung 2-1: Endenergiebedarf nach Sektoren – Gemeinde Havixbeck

Die nachfolgende Abbildung 2-2 zeigt, dass der Sektor Wirtschaft (Zusammenfassung der Bereiche GHD und Industrie) mit 35 % den größten Anteil am Energiebedarf ausmacht. Direkt dahinter liegt der Sektor Haushalte, welchem insgesamt 33 % des Gesamtbedarfs zuzuschreiben sind. Dem Verkehrssektor können 27 % des Endenergiebedarfs zugeordnet werden, während der Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen lediglich 5 % ausmacht.

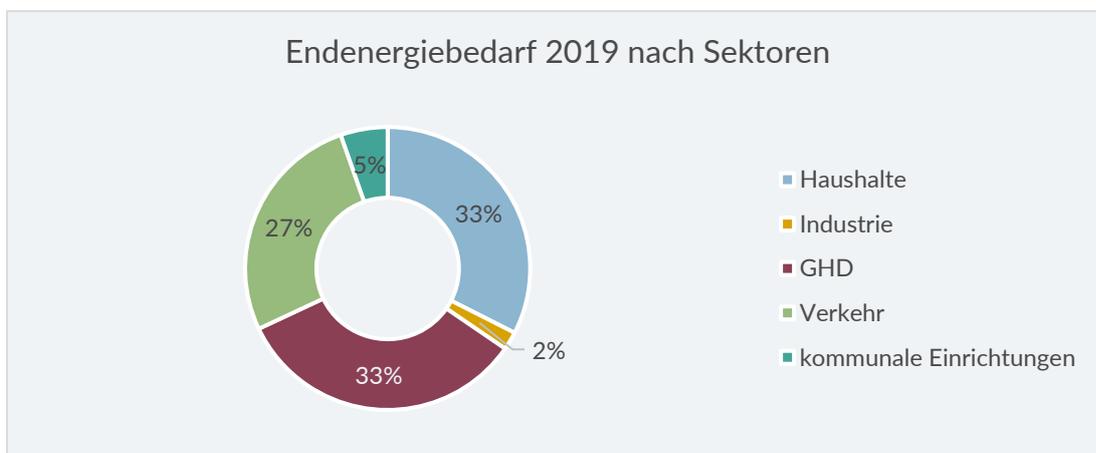


Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergiebedarf – Gemeinde Havixbeck

Im Sektor Verkehr werden überwiegend Kraftstoffe wie Benzin und Diesel bilanziert. Es liegen aber auch geringe Verbräuche an Strom, Biodiesel, Biobenzin, LPG sowie CNG innerhalb des Gemeindegebiets vor. Die nachfolgende Abbildung 2-3 zeigt den Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Energieträgern. Dabei zeigen sich der hohe Bedarf der Haushalte und des Wirtschaftssektors: Der Energieträger Erdgas macht dabei 35 % am Gesamtbedarf den größten Anteil aus und auch Heizöl hat mit 14 % einen großen Anteil. Der hohe Anteil des Verkehrssektors am Endenergiebedarf zeigt sich durch die Anteile von Diesel mit 16 % und Benzin 10 % bei den Energieträgern.

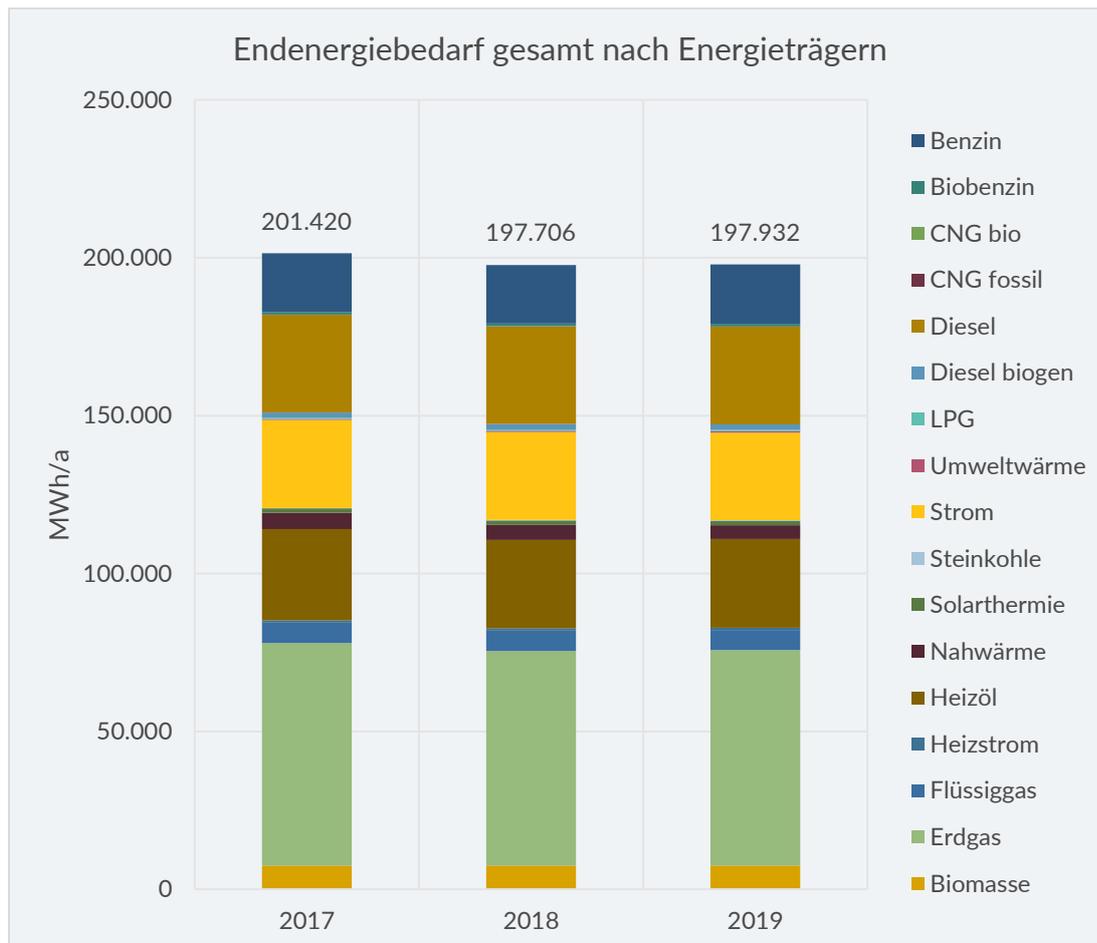


Abbildung 2-3: Endenergiebedarf nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck

2.3.2 Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

Der Energieträgereinsatz zur Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Infrastruktur wird nachfolgend detaillierter dargestellt. Die Gebäude und Infrastruktur umfassen die Sektoren Wirtschaft, Haushalte und Kommune (ohne Verkehrssektor).

In der Gemeinde Havixbeck summiert sich der Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur im Jahr 2019 auf 145.086 MWh. Die Abbildung 2-4 schlüsselt diesen Bedarf nach Energieträgern auf, sodass deutlich wird, welche Energieträger überwiegend im Gemeindegebiet Havixbeck zum Einsatz kommen. Im Unterschied zur vorherigen Darstellungsweise werden hier nicht mehr die Energiebedarfe aus dem Verkehrssektor betrachtet, sodass sich die prozentualen Anteile der übrigen Energieträger gegenüber dem Gesamtenergiebedarf verschieben.

Der Energieträger Strom hat nach dieser Aufstellung im Jahr 2019 einen Anteil von ca. 19 % am Endenergiebedarf. Als Brennstoff kommt, mit einem Anteil von 47 %, vorrangig Erdgas zum Einsatz. Weitere eingesetzte Energieträger sind Heizöl (19 %), Biomasse (5 %) und Heizöl (5 %). Die restlichen 5 % entfallen auf Umweltwärme, Steinkohle, Solarthermie, Nahwärme, Heizstrom und Flüssiggas.

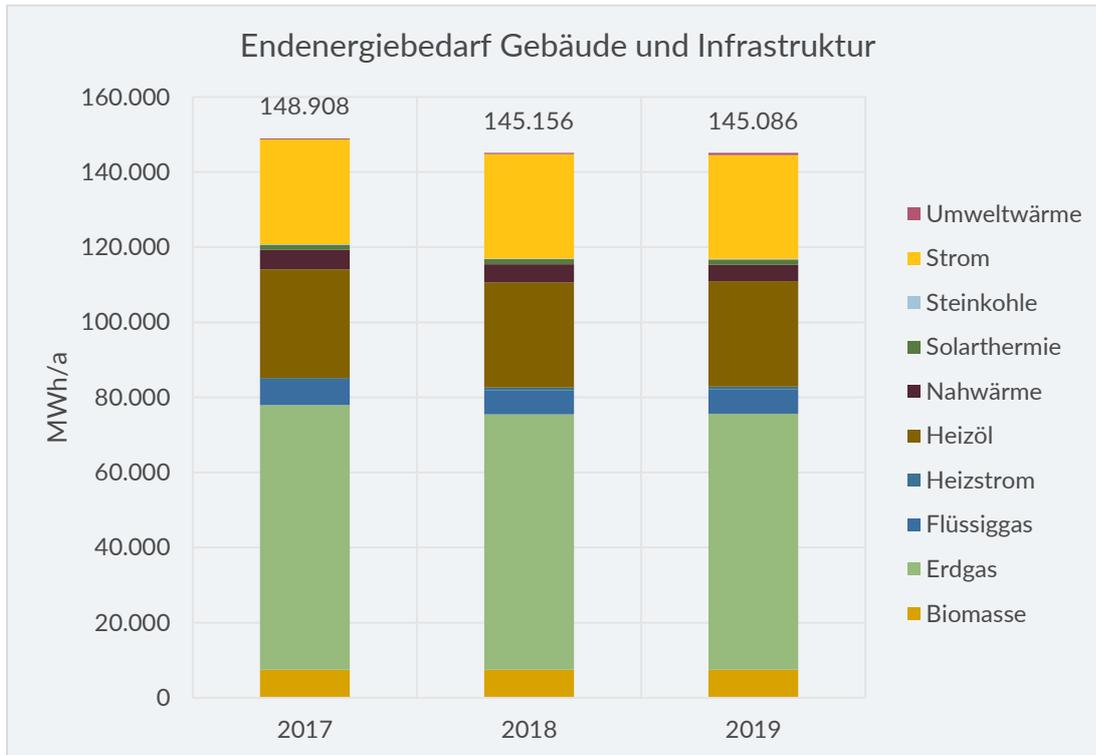


Abbildung 2-4: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck

2.3.3 Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen

Die kommunalen Einrichtungen machen am Gesamtendenergiebedarf zwar lediglich rund 5 % aus, dennoch werden die Energiebedarfe nachfolgend nach Energieträgern dargestellt. Dabei werden die kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Havixbeck – wie den nachfolgenden Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6 zu entnehmen – über verschiedene Energieträger versorgt. Erdgas mit 73 % und Nahwärme mit 20 % machen den größten Anteil aus, während 7 % des Energiebedarfs der kommunalen Einrichtungen auf Strom und rund 1 % auf Diesel (kommunale Flotte) zurückzuführen sind.

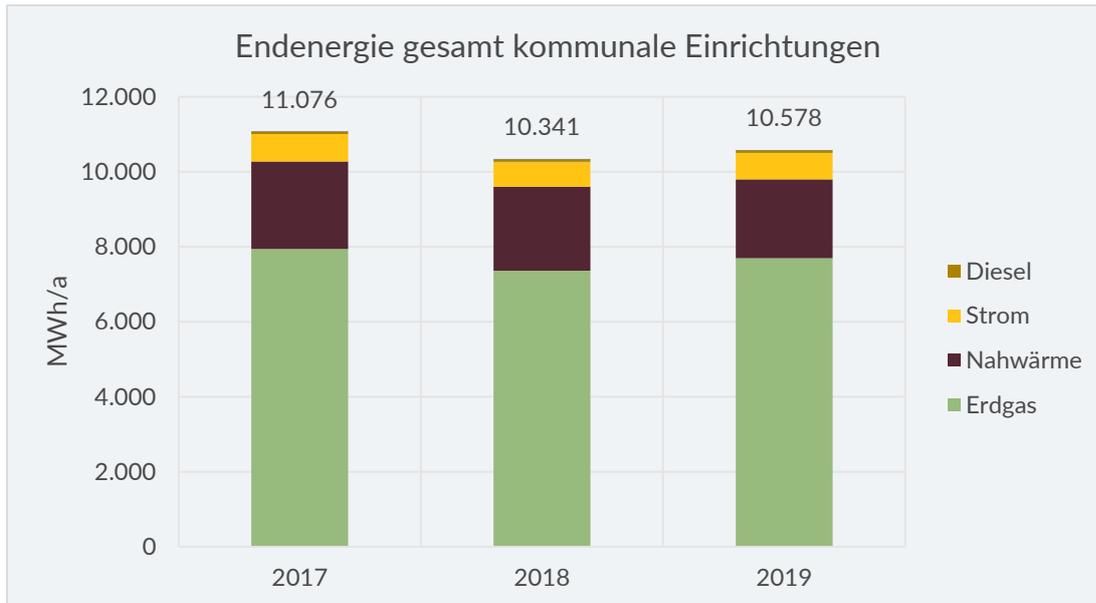


Abbildung 2-5: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck

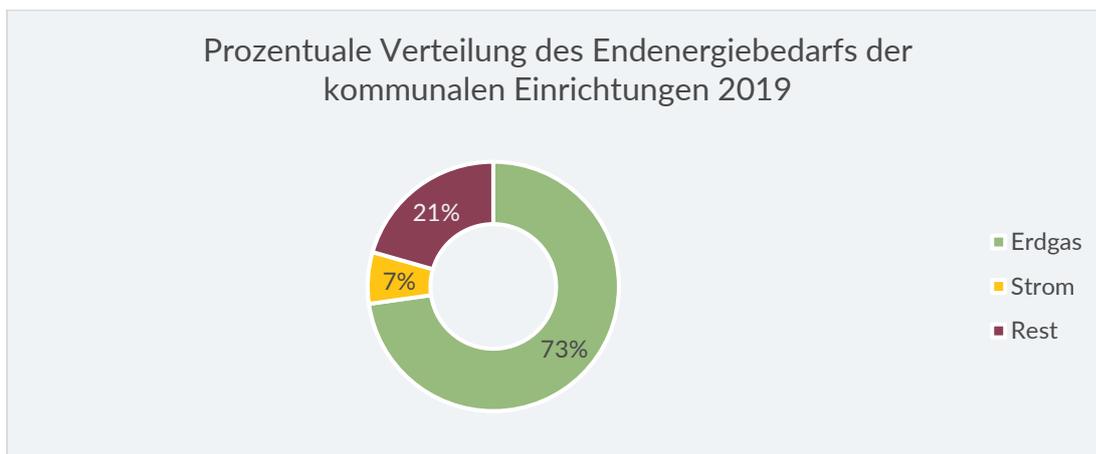


Abbildung 2-6: Prozentualer Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen – Gemeinde Havixbeck

2.4 THG-Emissionen der Gemeinde Havixbeck

Im Jahr 2017 sind in der Gemeinde Havixbeck rund 62.509 tCO₂e ausgestoßen worden. Im Gegensatz zum Endenergiebedarf, der sich in der Gemeinde Havixbeck im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 als leicht schwankend dargestellt hat, sinken die THG-Emissionen der Gemeinde kontinuierlich und betragen im Bilanzjahr 2019 rund 59.217 tCO₂e. Dabei ist der Rückgang von insgesamt rund 5 % vor allem anhand der sich über den Zeitverlauf verbessernden Emissionsfaktoren der verschiedenen Energieträger zu erklären.

2.4.1 THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

In Abbildung 2-7 werden die Emissionen in CO₂-Äquivalenten, nach Sektoren aufgeteilt, dargestellt. Der Abbildung 2-8 ist die prozentuale Verteilung der THG-Emissionen auf die Sektoren zu entnehmen.

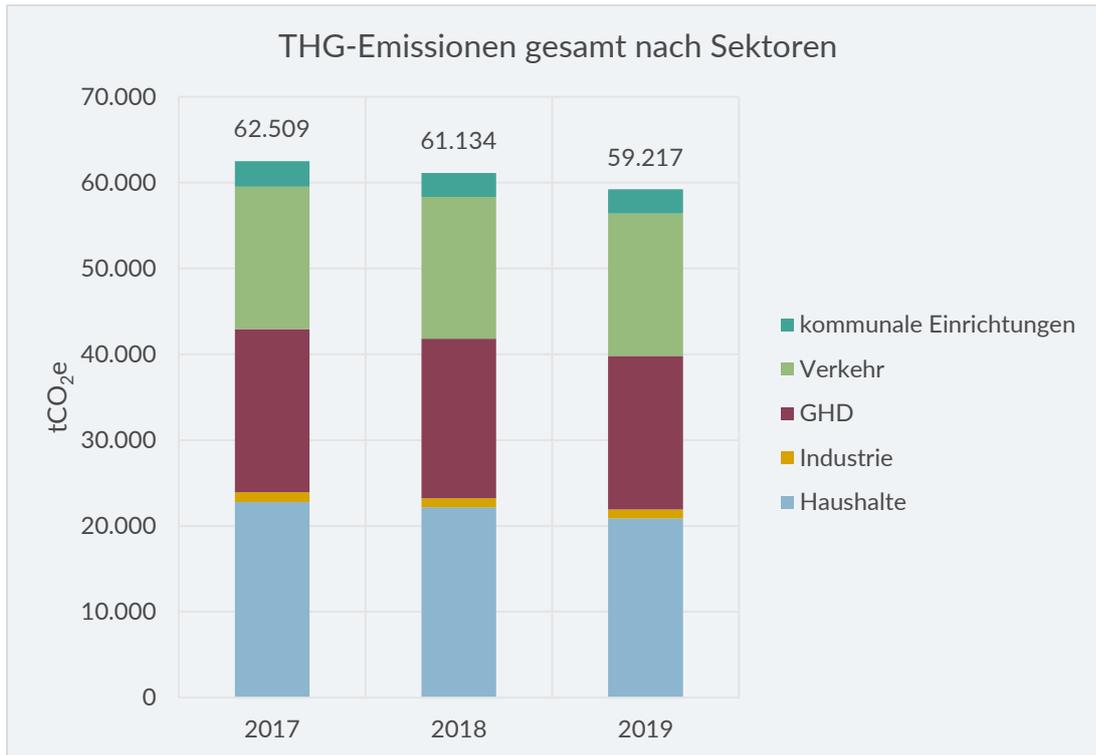


Abbildung 2-7: THG-Emissionen nach Sektoren – Gemeinde Havixbeck

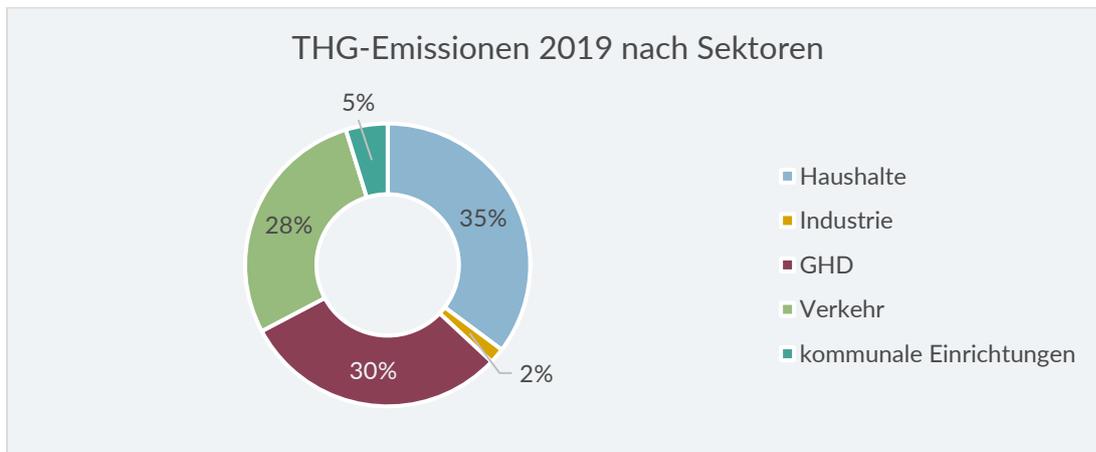


Abbildung 2-8: Prozentualer Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen – Gemeinde Havixbeck

Im Bilanzjahr 2019 entfällt der größte Anteil mit 35 % der THG-Emissionen auf den Sektor Haushalte. Es folgt der Wirtschaftssektor mit 32 %. Der Verkehrssektor macht mit 28 % den drittgrößten Emittenten aus, während die kommunalen Einrichtungen lediglich 5 % an den THG-Emissionen der Gemeinde Havixbeck ausmachen.

Die nachfolgende Abbildung 2-9 zeigt die THG-Emissionen der Gemeinde Havixbeck aufgeschlüsselt nach Energieträgern. Dabei zeigt sich auch hier, dass die meisten Emissionen aus dem Sektor Haushalte stammen – im Besonderen durch den Energieträger Erdgas verursacht. Doch auch die Energieträger Strom und Heizöl machen einen erheblichen Anteil an den Emissionen aus, gefolgt von Diesel und Benzin.

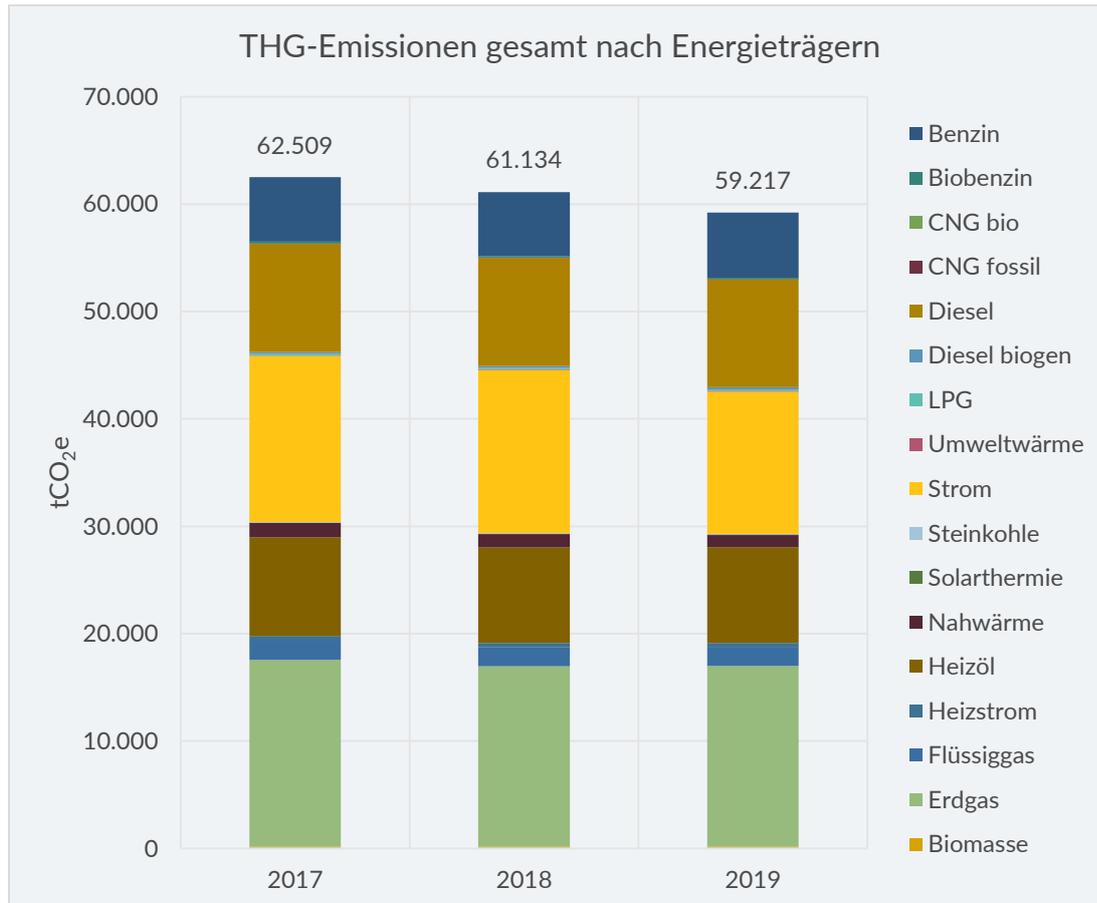


Abbildung 2-9: THG-Emissionen nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck

2.4.2 THG-Emissionen pro Einwohner:in

Gegenüber den absoluten Werten in der vorangegangenen Abbildung 2-7 werden die sektor-spezifischen THG-Emissionen in der Tabelle 2 auf die Einwohner:innen der Gemeinde Havixbeck bezogen.

Tabelle 2: THG-Emissionen pro Einwohner:in – Gemeinde Havixbeck

THG-Emissionen pro Einwohner:in in [tCO ₂ e] nach Sektoren	2017	2018	2019
Haushalte	1,94	1,87	1,75
Industrie	0,10	0,09	0,09
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	1,62	1,57	1,50
Verkehr	1,41	1,40	1,39
Kommune	0,26	0,24	0,24
Summe	5,33	5,17	4,96
Bevölkerungsstand	11.732	11.829	11.943

Der Bevölkerungsstand ist im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 insgesamt leicht angestiegen und betrug im Jahr 2019 11.943. Bezogen auf die Einwohner:innen der Gemeinde betragen die THG-Emissionen pro Person demnach rund 4,96 t im Bilanzjahr 2019. Zudem sind die THG-

Emissionen pro Einwohner:in gegenüber 2017 um rund 7 % gesunken. Damit liegt die Gemeinde Havixbeck unter dem bundesweiten Durchschnitt, der je nach Methodik und Quelle zwischen 7,9 t und 11 t pro Einwohner:in variiert. Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass die BSKO-Methodik keine graue Energie und sonstige Energieverbräuche (z. B. aus Konsum) berücksichtigt, sondern vor allem auf territorialen und leitungsgebundenen Energiebedarfen basiert. Die mit BSKO ermittelten Pro-Kopf-Emissionen sind damit tendenziell geringer als die geläufigen Pro-Kopf-Emissionen.

2.4.3 THG-Emissionen nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

In Abbildung 2-10 werden die aus den Energiebedarfen resultierenden THG-Emissionen nach Energieträgern für die Gebäude und Infrastruktur dargestellt. Die THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur betragen im Bilanzjahr 2019 rund 42.606 tCO₂e. Das bedeutet eine Absenkung von rund 7 % gegenüber dem Jahr 2017.

In der Auswertung wird die Relevanz des Energieträgers Strom sehr deutlich: Während der Stromanteil am Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur rund 19 % beträgt, beträgt er an den THG-Emissionen rund 31 %. Ein bundesweit klimafreundlicherer Strommix mit einem höheren Anteil an erneuerbaren Energien und einem somit insgesamt geringeren Emissionsfaktor, würde sich reduzierend auf die Höhe der THG-Emissionen aus dem Strombedarf der Gemeinde Havixbeck auswirken.

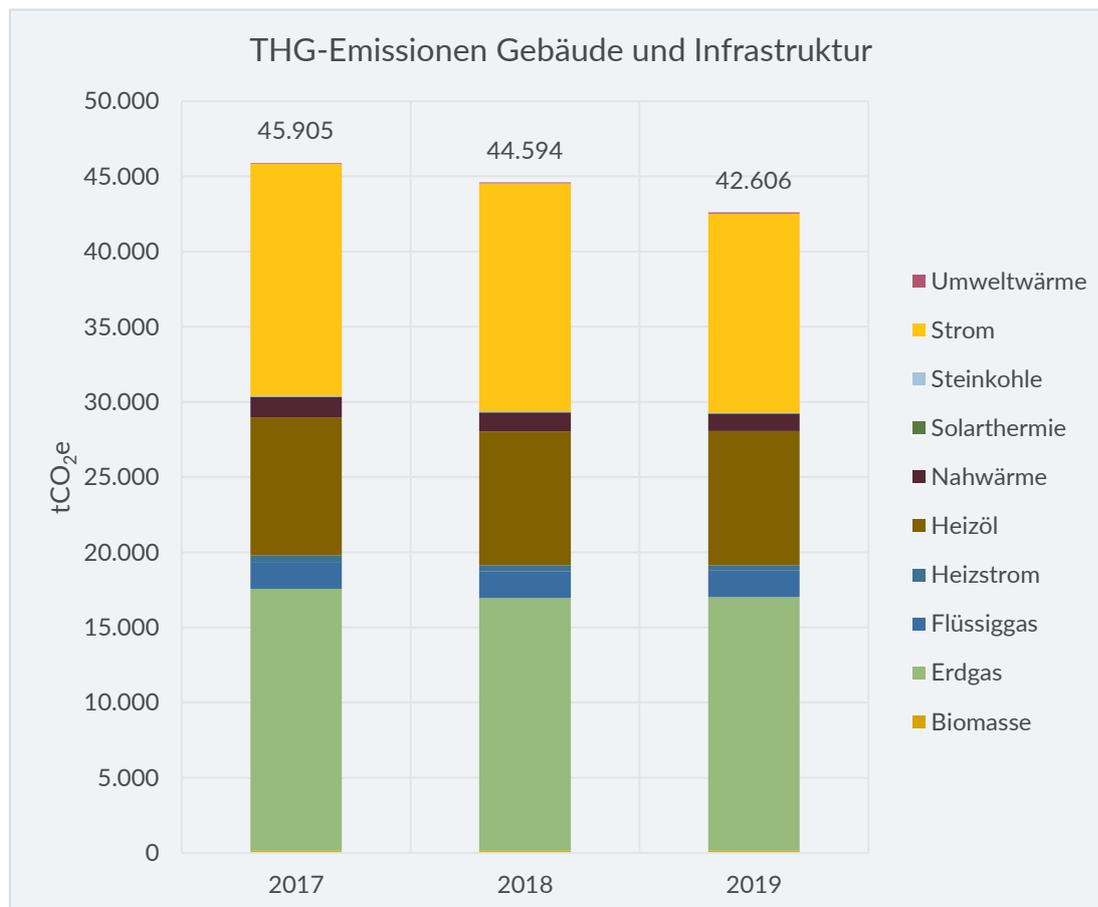


Abbildung 2-10: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck

2.4.4 THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Bei der Betrachtung der Emissionen durch die kommunalen Einrichtungen (in den nachfolgenden Abbildung 2-11 und Abbildung 2-12) wird insbesondere die Relevanz des Energieträgers Erdgas deutlich: Aufgrund des hohen Erdgasbedarfs im Jahr 2019 (rund 73 % am Gesamtenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen), beträgt auch der Anteil der THG-Emissionen insgesamt 68 % (vgl. Abbildung 3-12). Doch auch die THG-Emissionen durch Strom werden besonders deutlich: Während der Energieträger Strom am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen lediglich 7 % ausmacht, ist der Anteil an den THG-Emissionen mit 12 % beinahe doppelt so hoch.

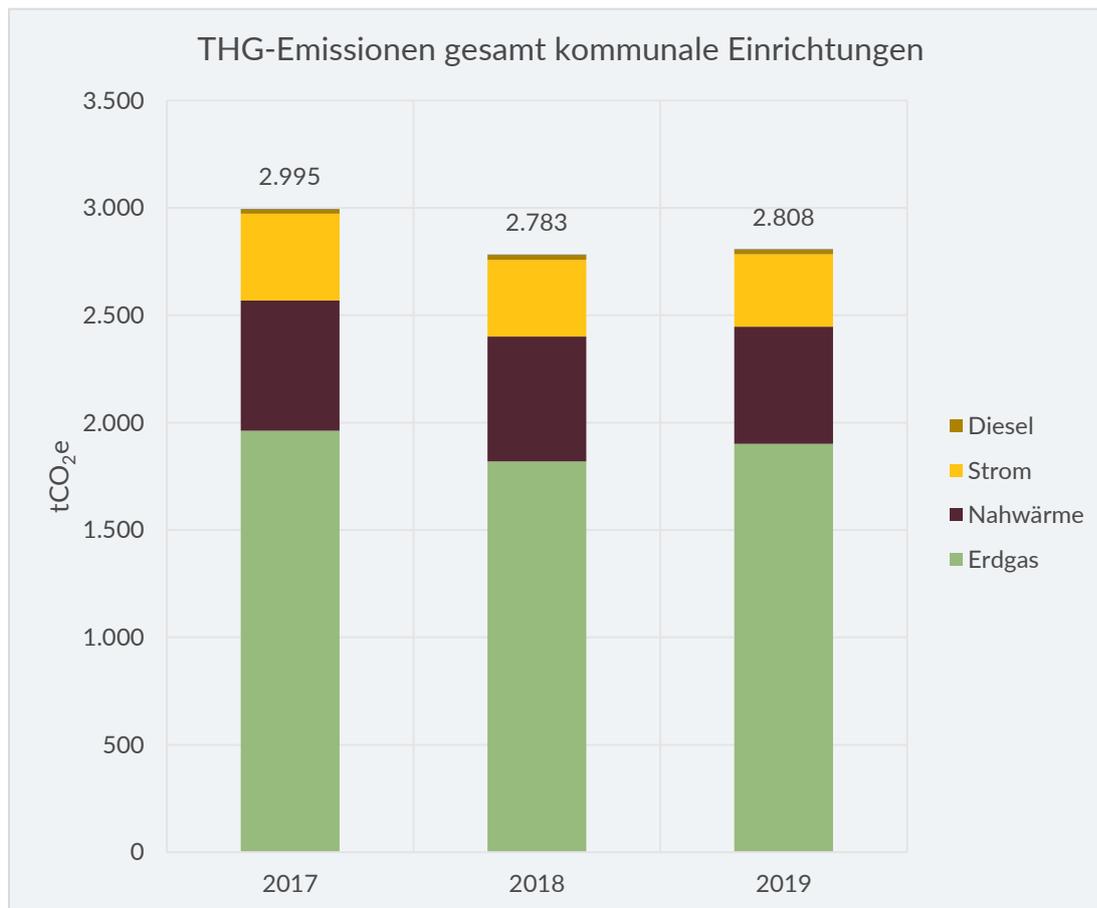


Abbildung 2-11: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern – Gemeinde Havixbeck

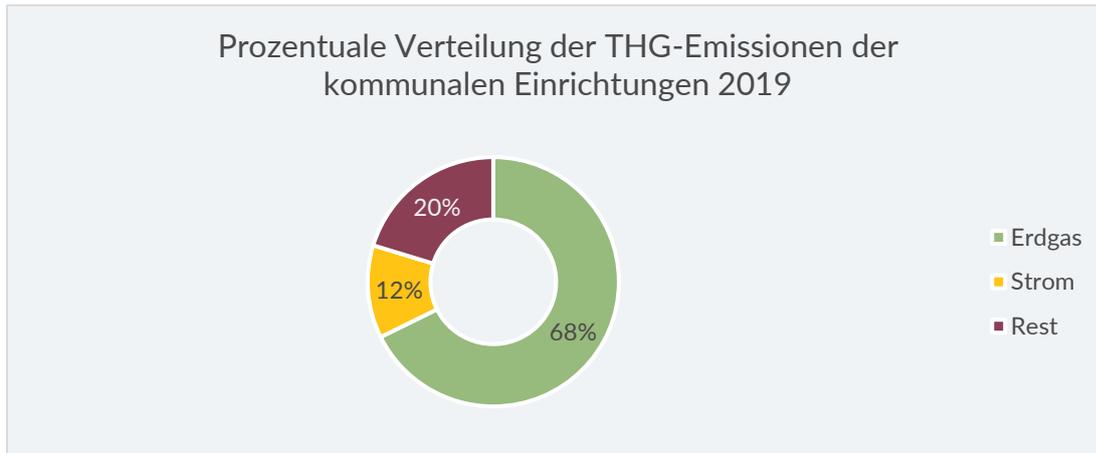


Abbildung 2-12: Prozentualer Anteil der Energieträger an den THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen – Gemeinde Havixbeck

2.5 Regenerative Energien der Gemeinde Havixbeck

Neben den Energiebedarfen und den THG-Emissionen sind auch die erneuerbaren Energien und deren Erzeugung im Gemeindegebiet von hoher Bedeutung. Im Folgenden wird auf regenerativ erzeugten Strom sowie Wärme in der Gemeinde Havixbeck eingegangen.

2.5.1 Strom

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Die nachfolgende Abbildung 2-13 zeigt die EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für die Jahre 2017 bis 2019 von Anlagen im Gemeindegebiet Havixbeck. Es wird ersichtlich, dass die Einspeisemenge nicht ausreicht, um den gesamten Strombedarf der Gemeinde Havixbeck zu decken. Im Jahr 2019 wurde etwa ein Deckungsanteil von 32 % erreicht. Der Anteil am gesamten Endenergiebedarf betrug im Jahr 2019 dagegen lediglich 5 %.

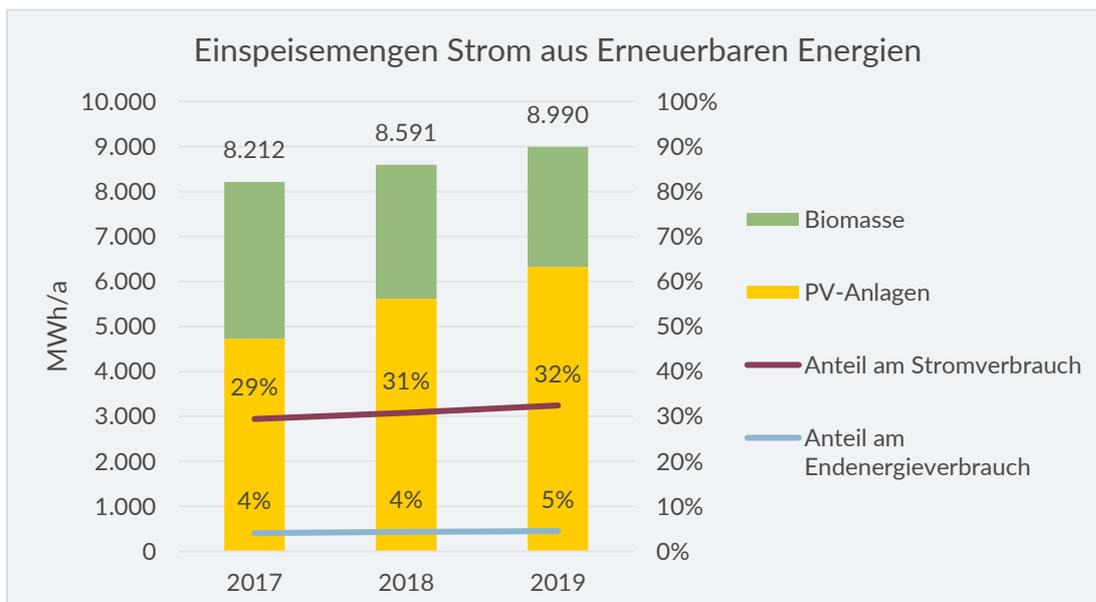


Abbildung 2-13: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen – Gemeinde Havixbeck

Wie der Abbildung 2-14 entnommen werden kann, gründet sich die Erzeugungsstruktur im Jahr 2019 mit einem Anteil von rund 70 % im Wesentlichen auf die Photovoltaik-Anlagen. Es folgt mit 30 % der Energieträger Biomasse.

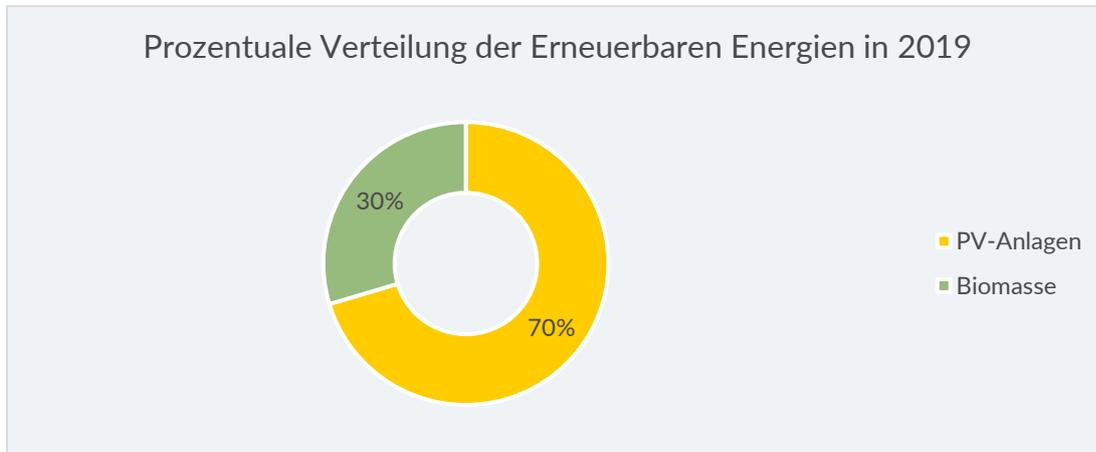


Abbildung 2-14: Prozentuale Anteile der Erneuerbaren-Energien – Gemeinde Havixbeck

Innerhalb des betrachteten Zeitraums ist insbesondere beim Photovoltaik-Strom eine steigende Tendenz zu erkennen. Dem gegenüber sinkt die Strom-Einspeisemenge aus Biomasse.

2.5.2 Wärme

Für den Wärmebereich werden im Klimaschutzplaner Wärmemengen aus Umweltwärme (i. d. R. Nutzung von Wärmepumpen) ausgewiesen. Diese betragen 258 MWh im Jahr 2017, 336 MWh im Jahr 2018 und im Jahr 2019 ist der Wert auf 564 MWh angestiegen. Somit ist der Wert nach Angaben des Marktanzreizprogramms des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) von 2018 auf 2019 deutlich angestiegen.

Wie der nachfolgenden Abbildung 2-15 zu entnehmen, fällt die Nutzung von Biomasse im Betrachtungszeitraum von 2017 bis 2019 leicht ab und Solarthermie steigt moderat an.

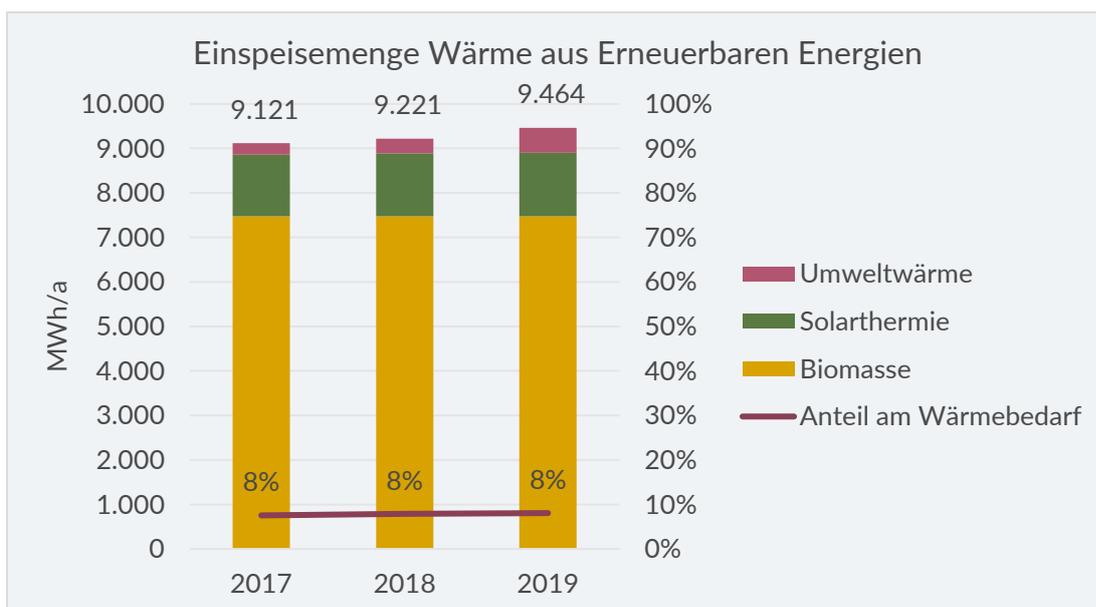


Abbildung 2-15: Einspeisemenge Wärme aus Erneuerbaren Energien – Gemeinde Havixbeck

Wie der Abbildung 2-16 entnommen werden kann, gründet sich die Erzeugungsstruktur im Jahr 2019 mit einem Anteil von 79 % im Wesentlichen auf Biomasse. Es folgt mit 15 % der Energieträger Solarthermie und ca. 6 % entfallen auf Umweltwärme.

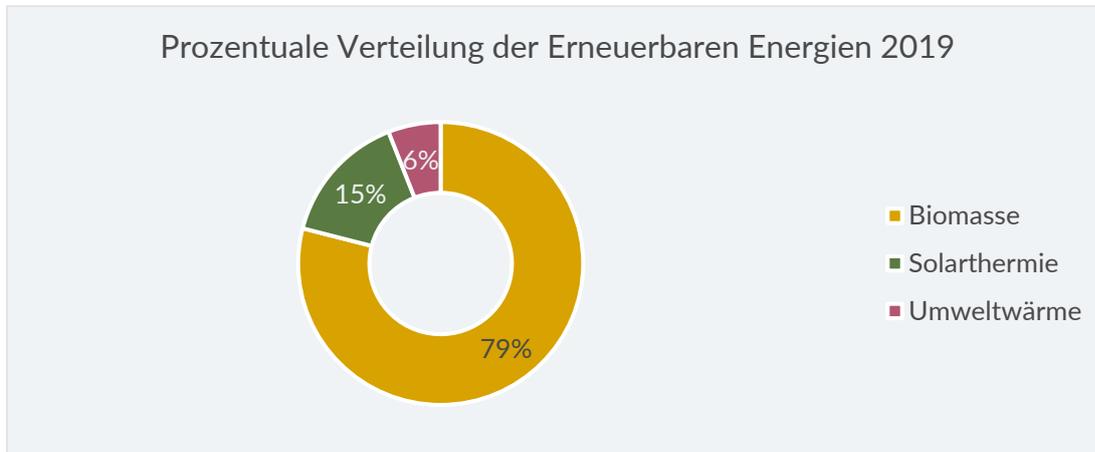


Abbildung 2-16: Prozentuale Verteilung der Erneuerbaren Energien im Wärmebereich 2019 – Gemeinde Havixbeck

2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck beträgt im Bilanzjahr 2019 rund 197.932 MWh. Die Verteilung des Endenergiebedarfs zeigt, dass der Wirtschaftssektor (Zusammenfassung des GHD-Bereichs mit 33 % und der Industrie mit 2 %) mit 35 % den größten Anteil am Endenergiebedarf aufweist. Darauf folgen die Haushalte mit einem Anteil von 33 %. Der Sektor Verkehr hat einen Anteil von 27 %, während die kommunalen Einrichtungen lediglich 5 % am Endenergiebedarf ausmachen.

Die Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes für die Gebäude und Infrastruktur (umfasst die Sektoren Wirtschaft, Haushalte und kommunale Einrichtungen) hat gezeigt, dass der größte Anteil des Endenergiebedarfs im Jahr 2019 mit rund 47 % auf den Einsatz von Erdgas zurückzuführen ist. Strom hat im Bilanzjahr 2019 einen Anteil von 19 %, Heizöl von 19 %, Biomasse von 5 % und Flüssiggas von 4 % am Endenergiebedarf. Die restlichen 6 % entfallen auf Umwelt- und Nahwärme, Solarthermie, Steinkohle und Heizstrom.

Die aus dem Endenergiebedarf der Gemeinde Havixbeck resultierenden Emissionen summieren sich im Bilanzjahr 2019 auf 59.217 tCO₂e. Die Anteile der Sektoren korrespondieren in etwa mit ihren Anteilen am Endenergiebedarf. Die Sektoren Haushalte sowie Wirtschaft sind hier mit 35 % und 32 % die größten Emittenten. Werden die THG-Emissionen auf die Einwohner:innen bezogen, ergibt sich ein Wert von rund 4,96 t/a. Damit liegt die Gemeinde Havixbeck im Jahr 2019 unter dem bundesweiten Durchschnitt, der je nach Methodik und Quelle zwischen 7,9 t und 11 t pro Einwohner:in variiert.

Die Stromproduktion aus regenerativen Energien nimmt, verglichen mit dem Strombedarf der Gemeinde Havixbeck, einen Anteil von 32 % im Jahr 2019 ein, wobei Strom aus Photovoltaik-Anlagen mit 70 % den größten Anteil ausmachte. Im regenerativen Wärmebereich dominiert mit einem Anteil von 79 % der Energieträger Biomasse. Insgesamt macht Wärme aus erneuerbaren Energien 8 % am Wärmebedarf der Gemeinde Havixbeck aus.

3 Potenzialanalyse der Gemeinde Havixbeck

Die Potenzialanalyse der Gemeinde Havixbeck betrachtet neben den Einsparpotenzialen die Potenziale im Ausbau von erneuerbaren Energien. Hierbei werden zum Teil bereits Szenarien herangezogen: Zum einen das „Trend“-Szenario, welches keine bzw. geringe Veränderungen in der Klimaschutzarbeit vorsieht und zum anderen das „Klimaschutz“-Szenario, welches mittlere bis starke Veränderungen in Richtung Klimaschutz prognostiziert.

3.1 Einsparungen und Energieeffizienz

Folgend werden die Einsparpotenziale der Gemeinde Havixbeck in den Bereichen private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr betrachtet und analysiert.

3.1.1 Private Haushalte

Gemäß der Energiebilanz der Gemeinde Havixbeck entfallen im Jahr 2019 rund 33 % der Endenergie auf den Sektor der privaten Haushalte. Ein erhebliches THG-Einsparpotenzial der privaten Haushalte liegt in den Bereichen Gebäudesanierung, Heizenergieverbrauch und Einsparungen beim Strombedarf.

3.1.1.1 Gebäudesanierung

Das größte Potenzial im Sektor der privaten Haushalte liegt im Wärmebedarf der Gebäude. Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands können der Endenergiebedarf und damit der THG-Ausstoß erheblich reduziert werden. Die nachfolgende Abbildung 3-1 stellt exemplarisch die allgemeinen Einsparpotenziale von Gebäuden nach Baualtersklassen dar.

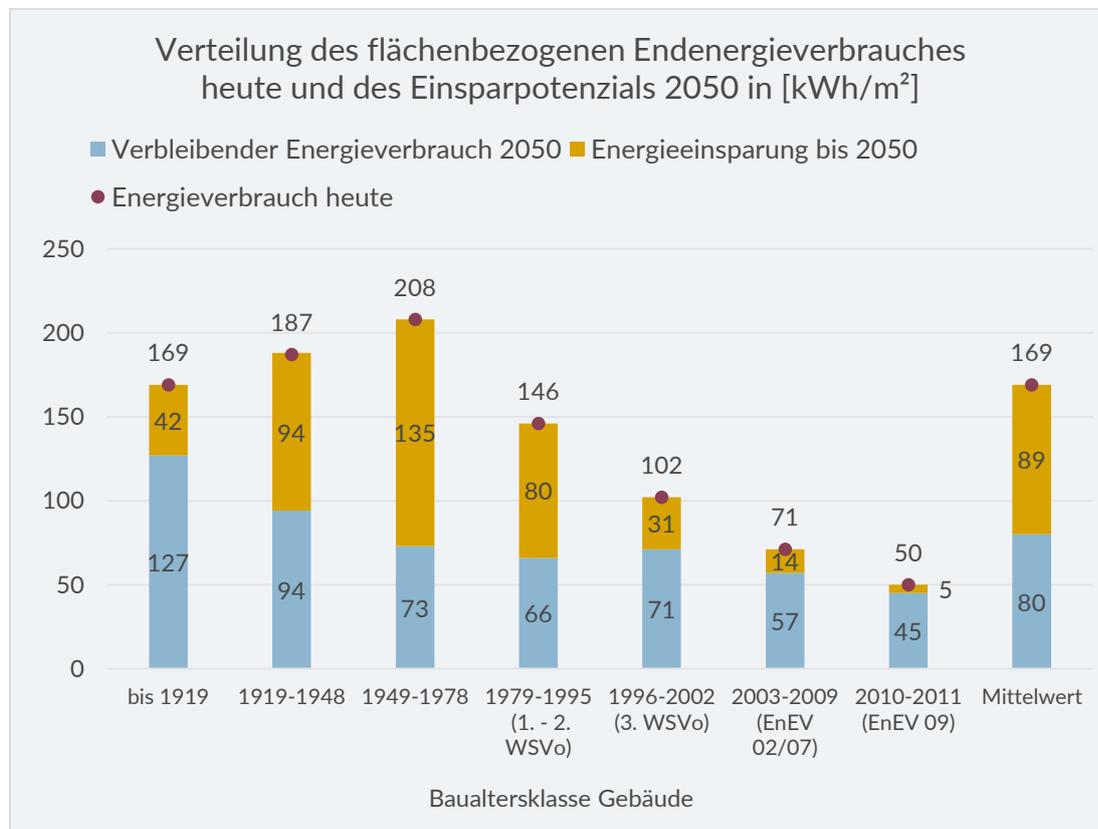


Abbildung 3-1: Verteilung des flächenbezogenen Endenergieverbrauches heute und des Einsparpotenzials 2050 (BMWi, 2014)

Der zukünftige Heizwärmebedarf der Wohngebäude in der Gemeinde Havixbeck wird auf Grundlage des berechneten Ist-Heizwärmebedarfs dargestellt und wurde mittels Zensus-Daten (2011) zu den Gebäudetypen und Gebäudegrößen sowie Heizwärmebedarfen aus der Gebäudetypologie Deutschland (IWU, 2015) hochgerechnet.

Für die Berechnung des zukünftigen Heizwärmebedarfs werden jeweils drei Korridore für die zwei Sanierungsszenarien „Trend“ und „Klimaschutz“ angegeben. Die drei Korridore definieren sich über folgende unterschiedliche Sanierungsraten:

1. Variante „Sanierungsrate linear bis 100 %“: Beschreibt das Ziel der Vollsaniierung von 100 % der Gebäude bis zum Jahr 2045 und nimmt eine lineare Sanierungstätigkeit an (→ Sanierungsquote beträgt hier rund 3,8 % pro Jahr)
2. Variante „Sanierungsrate linear 0,8 %“: Liegt die Annahme einer Sanierungsrate von 0,8 % im Trend- und 1,5 % im Klimaschutzszenario pro Jahr zu Grunde. Damit wären im Jahr 2045 (Bundesziel) 20,8 % bzw. 39 % saniert, wodurch Einsparungen von 6,0 % bzw. 29,3 % erreicht werden. Im Jahr 2040 (Zieljahr der Gemeinde Havixbeck) wären 16,8 % bzw. 31,5 % saniert und Einsparungen in Höhe von 4,9 % bzw. 22,5 % zu erreichen. Diese Variante weist damit die geringsten Einsparpotenziale auf.
3. Variante „Sanierungsrate variabel bis 100 %“: Beschreibt ebenfalls, wie Variante 1, das Ziel der Vollsaniierung von 100 % der Gebäude bis zum Jahr 2045, nimmt aber eine variable, gestaffelte Sanierungstätigkeit an, sodass die Sanierungsquoten von 1,5 % pro Jahr bis zu 6,0 % pro Jahr reichen.

Für den Wohngebäudebestand in der Gemeinde Havixbeck ergeben sich daraus für das Trendszenario die in der nachfolgenden Abbildung 3-2 dargestellten Einsparpotenziale:

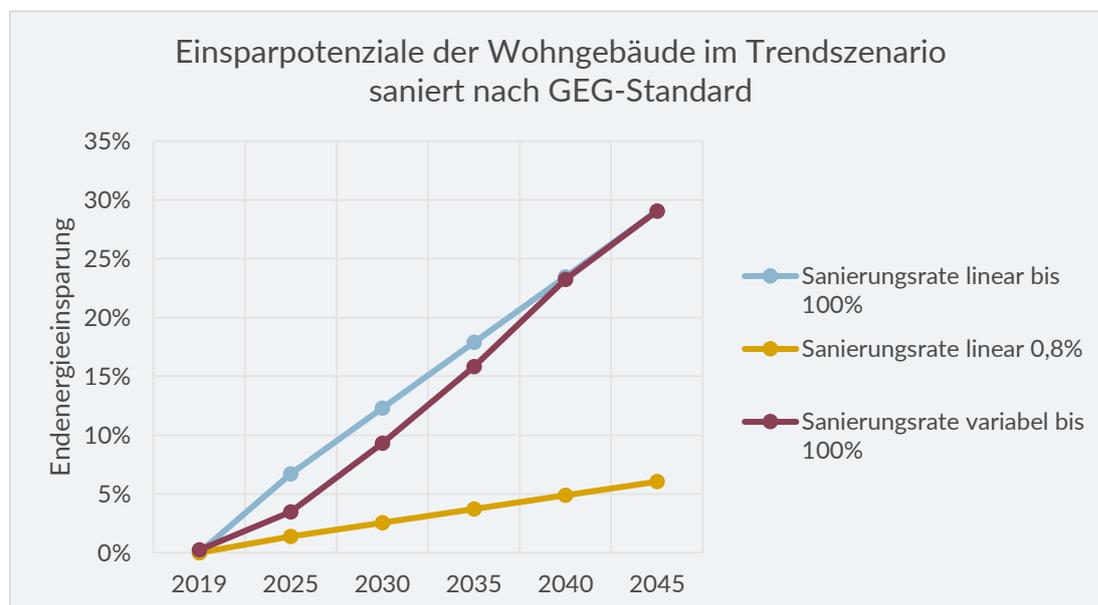


Abbildung 3-2: Einsparpotenziale der Wohngebäude "Trendszenario (EnEV-Standard)" saniert bis 2045 (Quelle: Eigene Berechnung)

Da im Trendszenario die Sanierungsvariante „Sanierungsrate linear 0,8 %“ angenommen wird, ergeben sich bis zum Zieljahr 2040 Einsparpotenziale von etwa 4,9 %. Bis zum Jahr 2045 ließen sich Endenergieeinsparungen von 6,0 % erzielen.

Für die Sanierungsvariante des Klimaschutzenszenarios (KfW 40-Standard) ergeben sich in der Gemeinde Havixbeck für den Wohngebäudebestand folgende Einsparpotenziale (vgl. Abbildung 3-3):

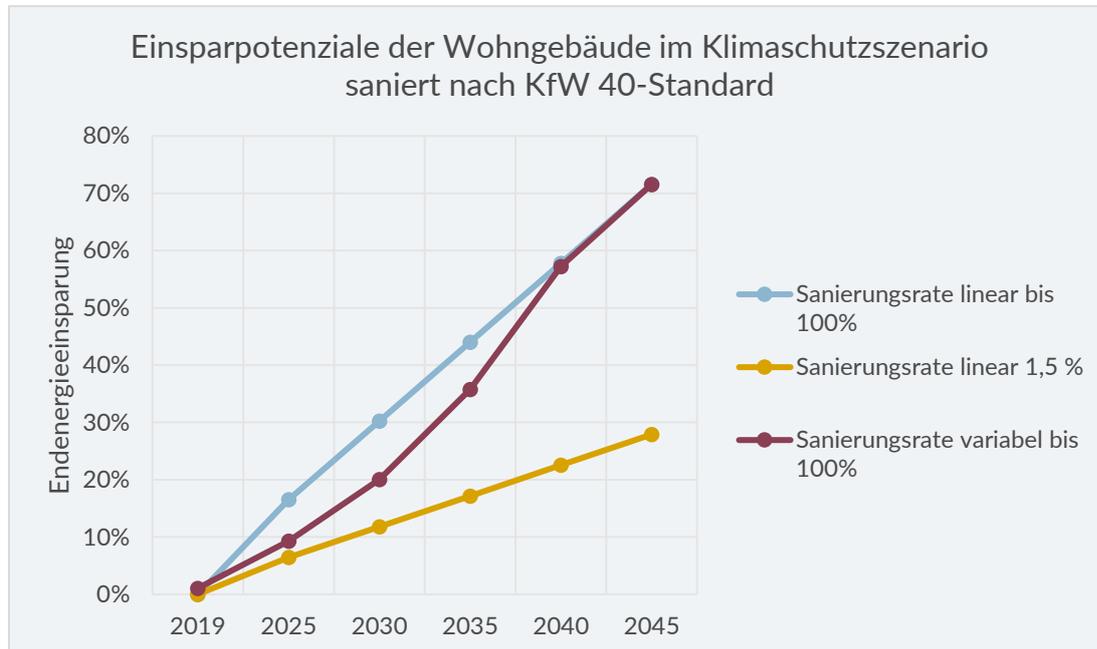


Abbildung 3-3: Einsparpotenziale der Wohngebäude "Klimaschutzenszenario (KfW-Standard)" saniert bis 2045 (Quelle: Eigene Berechnung)

Für die Sanierungsvariante des Klimaschutzenszenarios wird die „Sanierungsrate variabel bis 100 %“ angenommen. Bis zum Zieljahr 2040 sind gemäß dieses Szenarios 80 % des Gebäudebestands der Gemeinde Havixbeck saniert, was zu Endenergieeinsparungen in Höhe von 57,2 % führt. Die restlichen 20 % werden dann bis zum Jahr 2045 saniert, um die mögliche Gesamtenergieeinsparung von 71,7 % zu erreichen. Die Sanierungsrate steigt im Klimaschutzenszenario bis zum Jahr 2040 von 1,5 % auf bis zu 6,0 % pro Jahr an und kann dann von 2040 bis 2045 wieder etwas sinken, etwa auf 4,0 % pro Jahr.

Um die Potenziale zu heben, muss die Sanierungsquote stark gesteigert werden. Da hier kein direkter Zugriff durch die Gemeinde Havixbeck möglich ist, müssen die Eigentümer:innen zur Sanierung motiviert werden. Dies geht vor allem über Öffentlichkeits- und Netzwerkarbeit sowie über die Ansprache von Akteur:innen (Handwerker:innen, Berater:innen, Wohnungsgesellschaften). Einen weiteren Ansatzpunkt stellt die finanzielle Förderung von privaten Sanierungsvorhaben dar. In diesem Bereich sind jedoch eher Land oder Bund (über die KfW) tätig und zur Absenkung bürokratischer Hürden bei Antragstellung und Förderung gefordert.

3.1.1.2 Strombedarf

Zukünftig wird sich durch die steigende Energieeffizienz der Geräte und durch sich stetig änderndes Nutzerverhalten der Strombedarf in den Haushalten verändern.

Die hier angewandte Methodik zur Berechnung des Gerätebestandes basiert auf der „Bottom-Up-Methodik“. Dabei wird aus der Zusammensetzung des durchschnittlichen Gerätebestandes eines Haushaltes die Anzahl für die gesamte Gemeinde Havixbeck hochgerechnet. Als Grundlage der Haushaltsgrößen wurden kommunale Daten aus dem Jahr 2011 zugrunde gelegt. Demnach beläuft sich die Anzahl der Haushalte für die Gemeinde Havixbeck auf 4.657 (Statistisches Bundesamt, 2011).

Zur Berechnung der Stromverbräuche der Haushalte wurden die verschiedenen Geräte zu den nachfolgenden Gerätegruppen zusammengefasst:

Tabelle 3: Gruppierung der Haushaltsgeräte

Gerätegruppe	Beispiel
Bürogeräte	PC, Telefoniegeräte, IKT-Geräte, ISDN-Anlagen, Router
TV	TV, Beamer
Unterhaltungskleingeräte	Receiver, DVD-/Blu-Ray-/HDD-Player, Spiele-Konsolen
Kochen und Backen	Elektroherd, Backofen
Kühlen und Gefrieren	Kühl- und Gefriergeräte, Kühl- und Gefrierkombinationen
Licht/Beleuchtung	diverse Leuchtmittel
Wasserversorgung	Zirkulationspumpe Trinkwarmwasser
Waschen/Trocknen/Spülen	Waschmaschine, Spülmaschine, Trockner, Waschtrockner
Haushaltskleingeräte	Haartrockner, Toaster, Kaffeemaschine, Bügeleisen

Es wird angenommen, dass die Haushaltsgeräte stetig durch neuere Geräte mit höherer Effizienz ersetzt werden. Durch die jeweilige Anpassung des Effizienzsteigerungsfaktors kann so der jeweilige spezifische Strombedarf für die kommenden Jahre errechnet werden.

Für den spezifischen, durchschnittlichen Haushaltsstrombedarf in der Gemeinde Havixbeck ergibt sich folgende Darstellung (vgl. Abbildung 3-4):

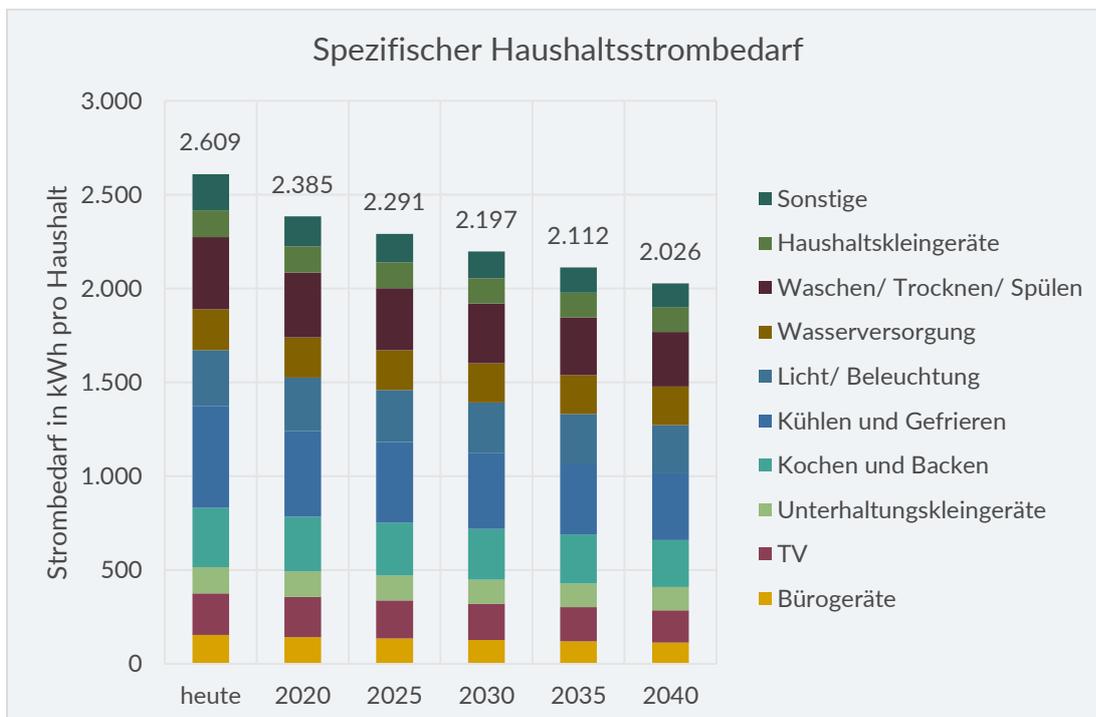


Abbildung 3-4: Spezifischer Haushaltsstrombedarf in kWh pro Jahr und Haushalt (Quelle: Eigene Berechnung)

Für das Jahr 2030 ergibt sich demnach ein spezifischer Haushaltsstrombedarf von rund 2.197 kWh pro Haushalt, was eine Reduzierung des Strombedarfs gegenüber der aktuellen Situation von etwa 412 kWh bedeutet. Im Jahr 2040 liegt der Haushaltsstrombedarf der privaten Haushalte bei rund 2.026 kWh. Dies entspricht einer Einsparung von über 583 kWh gegenüber dem Ausgangsjahr 2019.

In der nachfolgenden Abbildung 3-5 ist der Gesamtstrombedarf der privaten Haushalte in der Gemeinde Havixbeck dargestellt. Dabei wurde eine Steigerungsrate der Haushalte von 1 % pro Dekade einbezogen. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2019 ist demnach eine Gesamteinsparung in Höhe von 2.429 MWh bzw. von insgesamt rund 20 % bis zum Jahr 2040 zu erzielen.

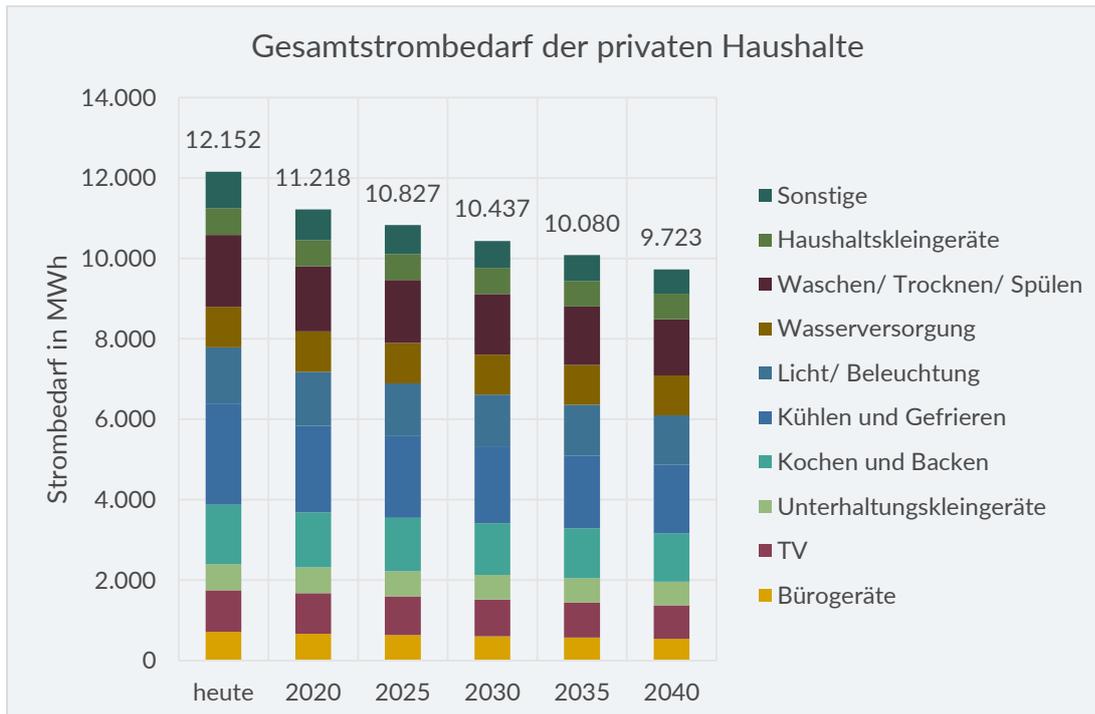


Abbildung 3-5: Gesamtstrombedarf der Haushalte – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

3.1.1.3 Einfluss des Nutzerverhaltens (Suffizienz)²

Das Endenergieeinsparpotenzial durch die Effizienzsteigerung der Geräte kann jedoch durch die Ausstattungsraten und das Nutzerverhalten (Suffizienz) begrenzt werden. Eine rein technische Betrachtung führt stets zu einer starken Verminderung des Haushaltsstrombedarfs.

In der Realität zeigt sich, dass besonders effiziente Geräte zu sogenannten Rebound-Effekten führen. Das bedeutet, dass mögliche Stromeinsparungen durch neue Geräte, beispielsweise durch die stärkere Nutzung dieser oder durch die Anschaffung von Zweitgeräten (Beispiel: der alte Kühlschrank wandert in den Keller und wird dort weiterhin genutzt), begrenzt oder sogar vermindert werden (Sonnberger, 2014). Andererseits kann auch das Gegenteil eintreten, wobei energieintensive Geräte weniger genutzt werden. Des Weiteren ist es bei einigen Geräten auch schlichtweg nicht möglich, große Effizienzsteigerungen zu erzielen. Deshalb ist der Strombedarf in der Zielvision für 2040 nicht um ein Vielfaches geringer als in der Ausgangslage.

² Suffizienz steht für das „richtige Maß“ im Verbrauchsverhalten der Nutzer*innen und kann auf alle Lebensbereiche übertragen werden.

3.1.2 Wirtschaft

Im industriellen Bereich liegen die Einsparpotenziale vor allem im effizienteren Umgang mit Prozesswärme (Brennstoffe) und mechanischer Energie (Strom). Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) wird dagegen ein großer Teil der Energie zur Bereitstellung von Raumwärme sowie zur Beleuchtung und Kommunikation eingesetzt. Abbildung 3-6 zeigt die unterschiedlichen Einsparpotenziale nach Querschnittstechnologien.

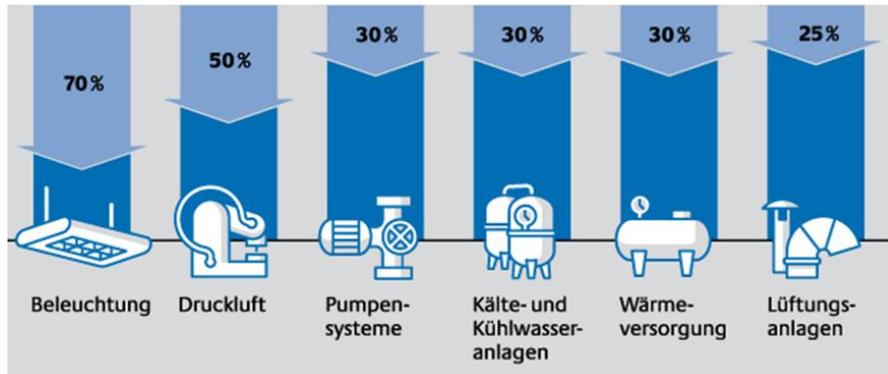


Abbildung 3-6: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien (dena, 2014)

Für die Ermittlung der Einsparpotenziale von Industrie und GHD wird auf eine Studie des Institutes für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES, 2015) zurückgegriffen. Diese weist in den zwei verschiedenen Szenarien Potenziale für die Entwicklung des Energiebedarfs in Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung aus. Für die Berechnung werden folgende Größen verwendet:

- Spezifischer Effizienzindex: Entwicklung der Energieeffizienz der entsprechenden Technologie bzw. der Effizienzpotenziale im spezifischen Einsatzbereich.
- Nutzungsintensitätsindex: Intensität des Einsatzes einer bestimmten Technologie, bzw. eines bestimmten Einsatzbereiches. Hier spiegelt sich in starkem Maße auch das Nutzerverhalten oder die technische Entwicklung hin zu bestimmten Anwendungen wider.
- Resultierender Energiebedarfsindex: Aus der Multiplikation von spezifischem Effizienzindex und Nutzungsintensitätsindex ergibt sich der Energiebedarfsindex. Mit Hilfe dieses Wertes lassen sich nun Energiebedarfe für zukünftige Anwendungen berechnen. Dies geschieht, indem der heutige Energiebedarf mit dem resultierenden Energiebedarfsindex für 2040 multipliziert wird.

Nachfolgend werden die der Entwicklung der Bedarfe zugrundeliegenden Werte in der Tabelle 4 dargestellt. Hierbei werden den zwei Szenarien „Trend“ und „Klimaschutz“ ein Wirtschaftswachstum von 44 % bis 2040 zur Seite gestellt. Diese Wachstumsrate der Wirtschaft berechnet sich aus der geplanten Erweiterung der Wirtschaftsfläche von rund 44 % (geplante Gewerbeansiedlung von rund 10 ha bei einer bestehenden Wirtschaftsfläche von 22,7 ha zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Klimaschutzkonzepts) in der Gemeinde Havixbeck.

Wie in der nachfolgenden Tabelle 4 zu erkennen ist, werden, außer bei Prozesswärme und Warmwasser, in sämtlichen Bereichen hohe Effizienzgewinne angesetzt. Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) wird eine stark steigende Nutzungsintensität prognostiziert. Die übrigen Bereiche werden in der Nutzung gleichbleiben oder abnehmen.

Tabelle 4: Grundlagendaten für Trend- und Klimaschutzszenario

Grundlagendaten Trendszenario					
	Energiebedarfsindex 2010	Spezifischer Effizienzindex 2040	Nutzungsdensitätsindex 2040	Resultierender Energiebedarfsindex 2040	+ 44 % Wirtschaftswachstum
Prozesswärme	100 %	95 %	90 %	86 %	123 %
Mech. Energie	100 %	80 %	90 %	72 %	104 %
IKT	100 %	67 %	151 %	101 %	146 %
Kälteerzeuger	100 %	75 %	100 %	75 %	108 %
Klimakälte	100 %	75 %	100 %	75 %	108 %
Beleuchtung	100 %	55 %	100 %	55 %	79 %
Warmwasser	100 %	95 %	100 %	95 %	137 %
Raumwärme	100 %	60 %	100 %	60 %	86 %
Grundlagendaten Klimaschutzszenario					
	Energiebedarfsindex 2010	Spezifischer Effizienzindex 2040	Nutzungsdensitätsindex 2040	Resultierender Energiebedarfsindex 2040	+ 44 % Wirtschaftswachstum
Prozesswärme	100 %	95 %	90 %	90 %	123 %
Mech. Energie	100 %	67 %	90 %	74 %	87 %
IKT	100 %	67 %	151 %	101 %	146 %
Kälteerzeuger	100 %	67 %	100 %	78 %	97 %
Klimakälte	100 %	67 %	100 %	78 %	97 %
Beleuchtung	100 %	55 %	100 %	55 %	79 %
Warmwasser	100 %	95 %	90 %	86 %	123 %
Raumwärme	100 %	45 %	100 %	45 %	65 %

Die oben dargestellten Parameter werden nachfolgend auf die Jahre 2019 bis 2040 in Dekadenschritten hochgerechnet. Die nachfolgende Abbildung 3-7 zeigt die addierten Ergebnisse der Berechnungen für GHD und Industrie und damit für den gesamten Wirtschaftssektor. Dabei wird erkenntlich, dass im Klimaschutzszenario ohne angesetztes Wirtschaftswachstum bis zu 22 % Endenergie eingespart werden können. Das Trendszenario führt zu einer Einsparung des Endenergiebedarfs von 16 %. Wenn die Erweiterung der Wirtschaftsfläche in Höhe von 44 % eingerechnet wird, sinkt der Endenergiebedarf bis 2040 im Trendszenario um lediglich 2 %, während im Klimaschutzszenario eine Reduktion in Höhe von rund 11 % anzunehmen wäre.

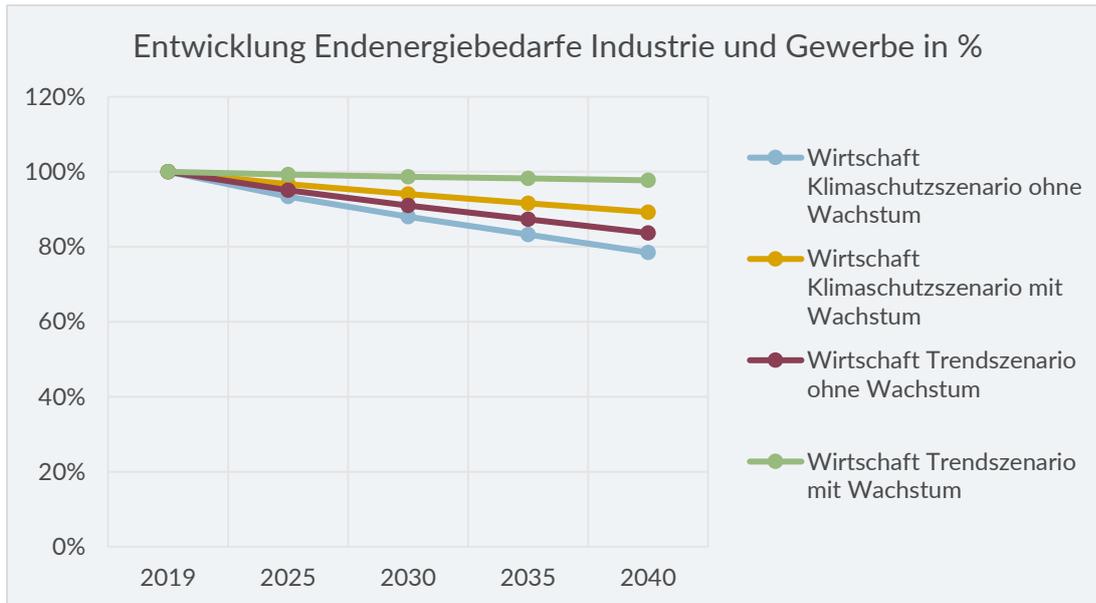


Abbildung 3-7: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Wirtschaftssektor - Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Die Potenziale können auch nach Anwendungsbereichen und Energieträgern (Strom und Brennstoff) aufgeteilt dargestellt werden. Die nachfolgende Abbildung 3-8 zeigt die Strom- und Brennstoffbedarfe nach Anwendungsbereichen für das Jahr 2019 sowie das Jahr 2040 in den verschiedenen Szenarien. Dabei werden die beiden Szenarien einmal ohne sowie einmal mit Wirtschaftswachstum (durch ein „+“ gekennzeichnet) aufgeführt.

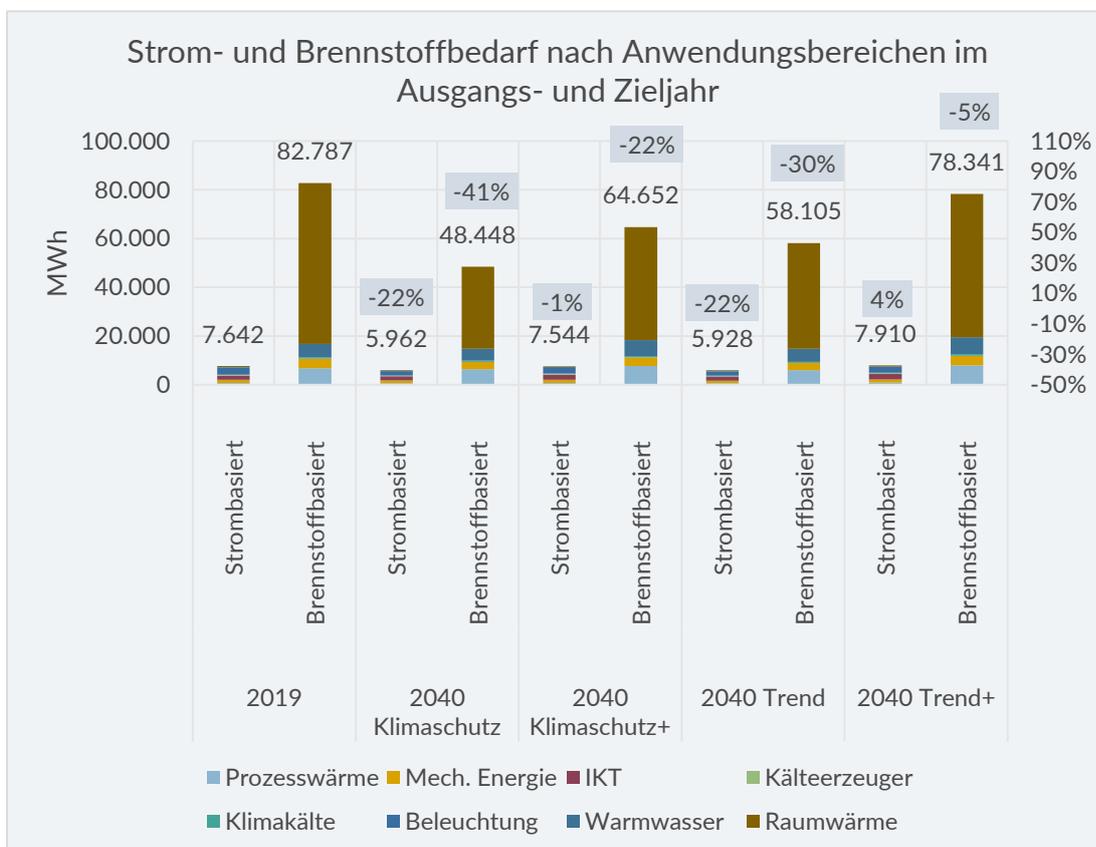


Abbildung 3-8: Strom- und Brennstoffbedarf nach Anwendungsbereichen im Ausgangs- und Zieljahr

Es wird ersichtlich, dass in der Gemeinde Havixbeck, auch im Wirtschaftssektor, vor allem Einsparpotenziale im Bereich der Raumwärme liegen. So können im Klimaschutzszenario (ohne Wirtschaftswachstum) allein 32.380 MWh Raumwärmebedarf eingespart werden. Im Klimaschutzszenario inklusive Wirtschaftswachstum von 44 % können rund 19.690 MWh Raumwärmebedarf eingespart werden. Über alle Anwendungsbereiche hinweg können im Klimaschutzszenario ohne ein angesetztes Wirtschaftswachstum insgesamt bis zu 1.680 MWh bzw. rund 22 % Strom eingespart werden. Unter Einbezug des Wirtschaftswachstums von 44 % beträgt die mögliche Einsparung im Bereich Strom lediglich rund 1 %.

Um insbesondere das Potenzial der Räumwärme zu heben, sollte die Sanierungsquote gesteigert werden. Da auch hier kein direkter Zugriff durch die Verwaltung der Gemeinde Havixbeck möglich ist, müssen die Unternehmen zur Sanierung motiviert werden. Dies geht vor allem über Öffentlichkeits- und Netzwerkarbeit sowie Ansprache von Akteur:innen (Handwerker:innen, Berater:innen). Ein weiterer Ansatzpunkt wäre die finanzielle Förderung von Sanierungsvorhaben. In diesem Bereich sind jedoch eher Land oder Bund (über die KfW) tätig und zur Absenkung bürokratischer Hürden bei Antragstellung und Förderung gefordert.

Über gesetzgeberische Aktivitäten ließen sich zudem Standards für Energieeffizienz anheben. Auch hier sind Land, Bund oder EU aufgefordert, aktiv zu werden.

Ein zusätzlicher Anreiz zu energieeffizienter Technologie und rationellem Energieeinsatz können künftige Preissteigerungen im Energiesektor sein. Dies wird jedoch entweder über die Erhebung zusätzlicher bzw. Anhebung von bestehenden Energiesteuern erreicht oder über Angebot und Nachfrage bestimmt.

3.1.3 Verkehrssektor

Der Sektor Verkehr bietet langfristig hohe Einsparpotenziale. Bis zum Zieljahr 2040 ist davon auszugehen, dass ein Technologiewechsel auf alternative Antriebskonzepte (z. B. E-Motoren, Brennstoffzellen) stattfinden wird. In Verbindung mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien im Stromsektor (entweder auf Gemeindegebiet gewonnen oder von außerhalb zugekauft) kann dadurch langfristig von einem hohen Einsparpotenzial ausgegangen werden. Die Gemeinde Havixbeck kann neben der Öffentlichkeitsarbeit zur Nutzung des ÖPNV und eine höhere Auslastung von Pendlerfahrzeugen sowie der Schaffung planerischer und struktureller Rahmenbedingungen zur Umgestaltung des inner- und außerörtlichen Verkehrs, kaum direkten Einfluss auf die Entwicklungen in diesem Sektor nehmen. Im Rahmen dieser Analyse wird daher im Sektor Verkehr lediglich der Verkehr der Straße ohne den Autobahnanteil betrachtet.

Aufbauend auf einer Mobilitätsstudie des Öko-Instituts (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015) wurden die Entwicklungen der Fahrleistung sowie die Entwicklungen der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte für zwei unterschiedliche Szenarien hochgerechnet. Dabei wurden vorhandene Daten, wie z. B. zurückgelegte Fahrzeugkilometer und der Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs ohne Autobahnanteil, verwendet. Des Weiteren werden für die Verkehrsmengenentwicklung und die Effizienzsteigerungen je Verkehrsmittel, Faktoren aus der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015) herangezogen.³

Die Potenzialberechnungen erfolgen für ein Trend- und für ein Klimaschutzszenario. Für das Trendszenario werden die Faktoren aus dem „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“, für das

³ Die Studie beruht auf der politischen Zielsetzung, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu werden. Für die vorliegende Betrachtung wurde angenommen, dass für eine Klimaneutralität im Jahr 2045 jegliche Bestrebungen und Einsparungen somit vorgezogen werden müssen, so dass die Faktoren analog für 2045 angenommen werden.

Klimaschutzszenario Faktoren aus dem „Klimaschutzszenario 95 (KS95)“ des Öko-Instituts verwendet (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015). Dabei stellt das Klimaschutzszenario jeweils die maximale Potenzialausschöpfung dar. Zu beachten ist, dass die herangezogene Studie das Zieljahr 2050 definiert. Für die nachfolgende Berechnung des Verkehrssektors in der Gemeinde Havixbeck wurden weitestgehend die Annahmen für das Jahr 2040 herangezogen.

3.1.3.1 Randbedingungen „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend die Randbedingungen des „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ für die landgebundenen Verkehrsmittel zusammengefasst.

Die Personenverkehrsnachfrage steigt in Summe bis 2050 im „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ an und wird durch zwei Aspekte, bestimmt:

1. Die Kraftstoffpreise für Benzin und Diesel steigen nur in geringem Maße an (ca. 0,8 % pro Jahr). Dies führt bei einer höheren Fahrzeugeffizienz und steigendem Wohlstand der Bevölkerung zu einer verbilligten individuellen Mobilität.
2. Der Anteil an Personen mit einem Zugang zu einem Pkw nimmt zu, wodurch die Möglichkeit zur Wahrnehmung des verbilligten individuellen Mobilitätsangebotes steigt. Dies führt zum Anstieg der täglichen Fahrten mit dem Pkw bis 2050.

Für die Verkehrszwecke Freizeit und Beruf wird eine Zunahme der Fahrten mit Distanzen unter 100 km angenommen. Dieser Effekt verlangsamt sich allerdings bis 2030 durch die nachlassende Steigerungsrate und die sinkenden Einwohnerzahlen, bis er im Jahr 2050 nicht mehr sichtbar ist (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015).

3.1.3.2 Randbedingungen „Klimaschutzszenario 95“

Das „Klimaschutzszenario 95“ beschreibt eine umfassendere Änderung des Mobilitätsverhaltens jüngerer Menschen, die immer weniger einen eigenen Pkw besitzen und stattdessen vermehrt CarSharing-Angebote nutzen. Damit ist auch die Erhöhung des intermodalen Verkehrsanteils verbunden, bei dem das Fahrrad als Verkehrsmittel eine zentrale Rolle spielt. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Mobilitätsverhalten auch im weiteren Altersverlauf der Personen noch beibehalten wird (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015).

Des Weiteren wurden für dieses Szenario veränderte Geschwindigkeiten, eine erhöhte Auslastung der Pkw (erhöhte Besetzungsgrade) und die Verteuerung des motorisierten Individualverkehrs angenommen. Dadurch geht die Personenverkehrsnachfrage gegenüber dem „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ zurück. Dabei bedeutet die abnehmende Personenverkehrsnachfrage nicht gleichzeitig eine Mobilitätseinschränkung, denn es findet eine Verkehrsverlagerung zum Fuß- und Radverkehr statt (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015).

Der Endenergiebedarf im Verkehrssektor liegt im „Klimaschutzszenario 95“ deutlich unter den Werten des „Aktuelle-Maßnahmen-Szenarios“. Zurückzuführen ist dies insbesondere auf die Veränderungen bei der Verkehrsnachfrage und die Elektrifizierung des Güterverkehrs (etwa Oberleitungs-Lkw) (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015).

Bis zum Jahr 2030 ist die Reduktion des Endenergiebedarfs vor allem auf die Effizienzsteigerung der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor im Personen- und Güterverkehr und die Verlagerung von Gütertransporten auf die Schiene und die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs (MIV) zurückzuführen. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors findet größtenteils später, zwischen 2030 und 2050, statt (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015).

3.1.3.3 Entwicklung der Fahrleistungen und des Endenergiebedarfs

Nachfolgend sind die Fahrleistungen für das Trend- und das Klimaschutzszenario bis 2040 berechnet worden. Daran schließen sich die Ergebnisse der Endenergiebedarfs- und Potenzialberechnungen für den Sektor Verkehr an.

Wie der nachfolgenden Abbildung 3-9 zu entnehmen, zeigt sich für das Trendszenario bis 2040 eine leichte Zunahme der Fahrleistungen im MIV und bei den Lkw und leichten Nutzfahrzeugen sowie eine leichte Abnahme der Fahrleistung bei den Bussen.

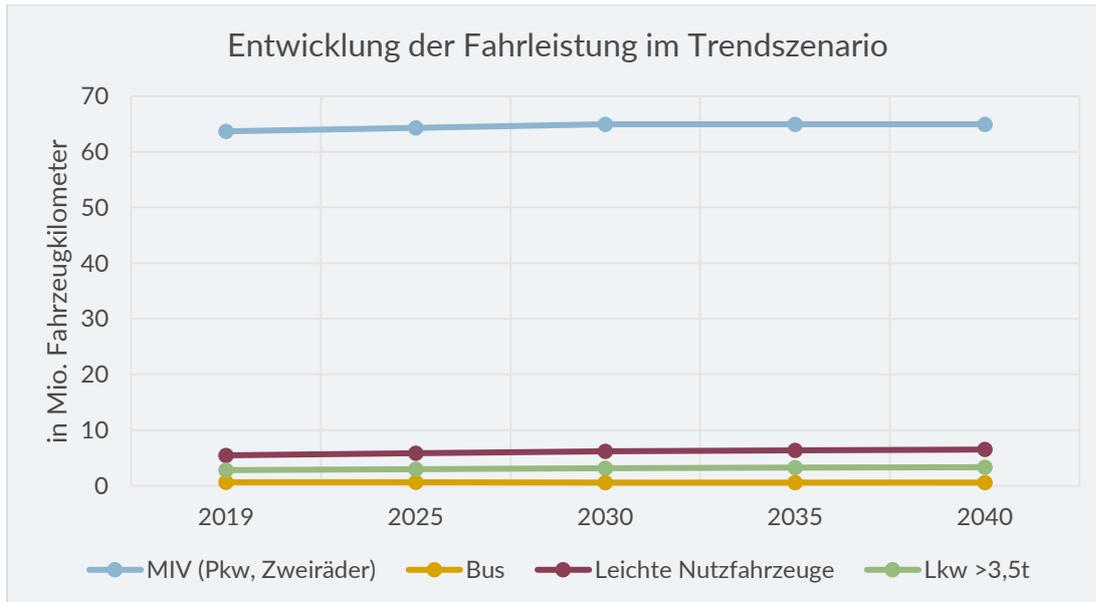


Abbildung 3-9: Entwicklung der Fahrleistungen bis 2045 im Trendszenario - Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Die Entwicklungen der Fahrleistungen im Klimaschutzszenario zeigen bis 2040 eine Abnahme des MIVs um rund 22 %, eine leichte Abnahme bei den Lkw und leichten Nutzfahrzeugen sowie eine leichte Zunahme der Fahrleistung bei den Bussen (vgl. Abbildung 3-10).

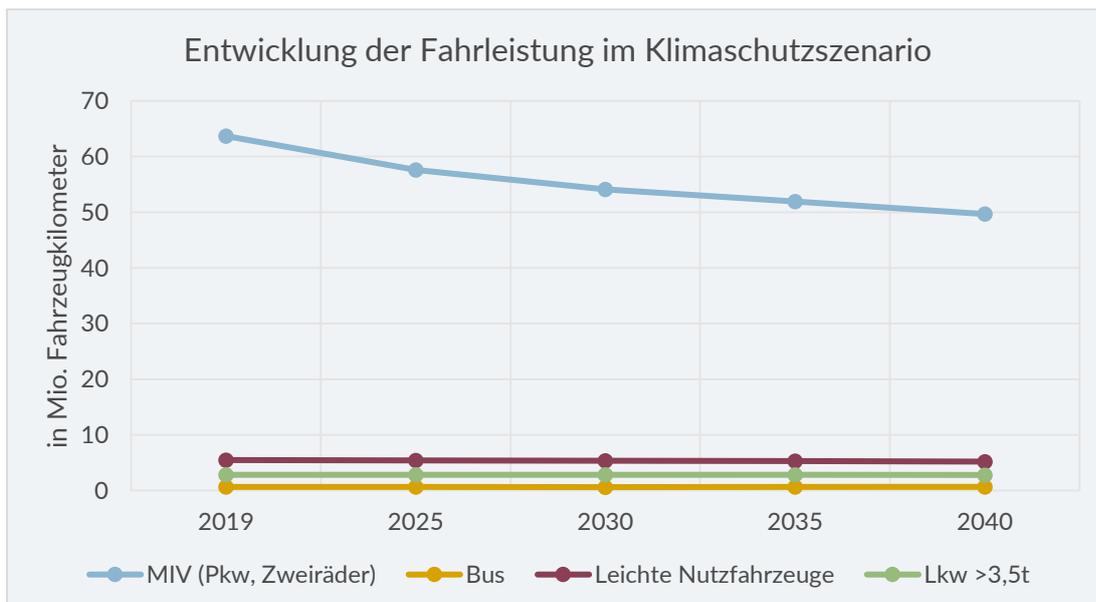


Abbildung 3-10: Entwicklung der Fahrleistungen bis 2045 im Klimaschutzszenario - Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Wie der nachfolgenden Abbildung 3-11 zu entnehmen, verschiebt sich neben der Veränderung der Gesamtfahrleistung im Verkehrssektor auch der Anteil der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor zugunsten von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb. Im Klimaschutzszenario ist zu erkennen, dass ab 2035 die Fahrleistung der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben die Fahrleistung der Verbrenner übertrifft. An dieser Stelle unterscheidet sich der Entwicklungspfad der Gemeinde Havixbeck von der oben beschriebenen Studie, indem ein deutlich schnellerer Zuwachs von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben angenommen wird. Diese Entwicklung ist für eine Klimaneutralität im Jahr 2040 zwingend erforderlich. Für das Trendszenario gilt dies nicht. Hier dominieren weiterhin deutlich die Verbrennungsmotoren, wobei auch hier der Anteil der alternativen Antriebe aufgrund sich andeutender Marktdynamiken steigen wird – allerdings nur moderat.

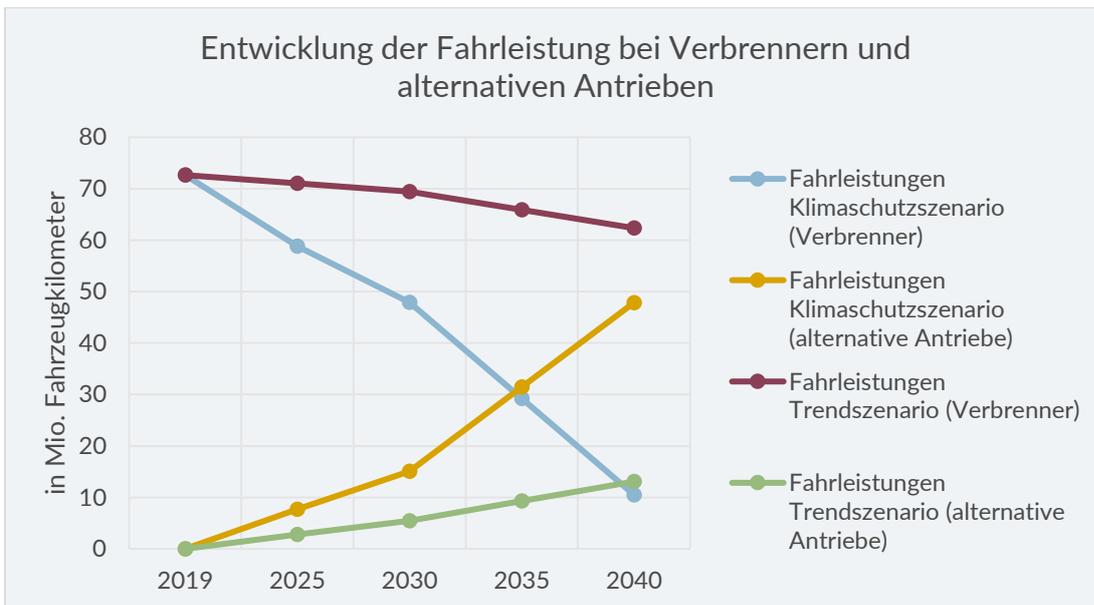


Abbildung 3-11: Entwicklung der Fahrleistungen bei Verbrennern und alternativen Antrieben bis 2045 im Trend- und Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Auf Grundlage der dargestellten Fahrleistungen werden in der nachfolgenden Abbildung 3-12 die Endenergieeinsparpotenziale für beide Szenarien berechnet. Im Trendszenario ist ein Rückgang des Endenergiebedarfs um 31,5 % und im Klimaschutzszenario um 66,1 % zu erwarten.

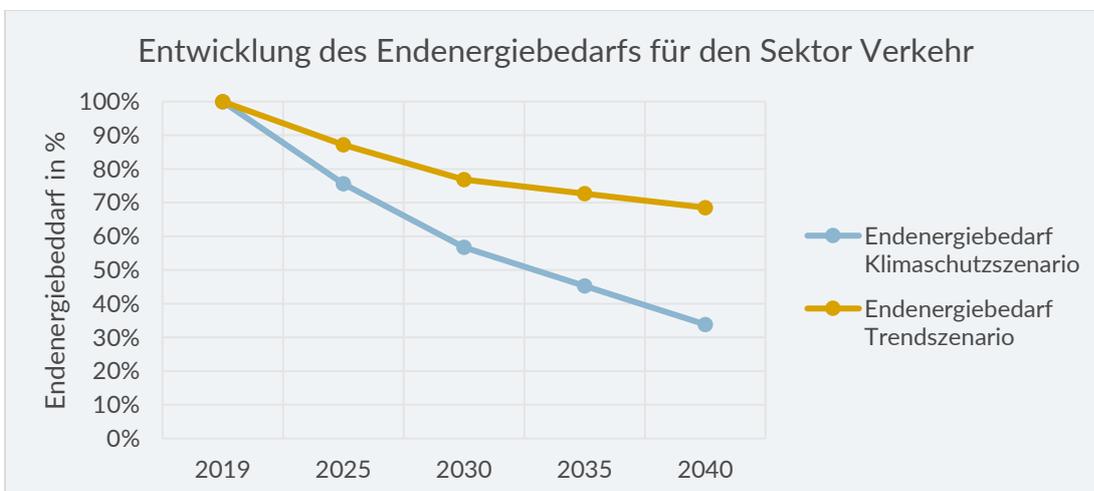


Abbildung 3-12: Entwicklung des Endenergiebedarfs für den Sektor Verkehr bis 2045 im Trend- und Klimaschutzszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

3.2 Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien spielen eine wichtige Rolle in der zukünftigen Energieversorgung der Gemeinde Havixbeck. Nachfolgend werden die Potenziale für regenerative Energien dargestellt. Dabei stellen die Potenziale theoretische Maximalwerte dar, deren Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren ist.

Um die Potenziale für die Errichtung von erneuerbare Energien-Anlagen zu ermitteln, wurde die Gemeindeverwaltung mittels einer Expertenbefragung mit einbezogen. Ebenfalls wurden verschiedene andere Quellen verwendet, welche in den jeweiligen Kapiteln genannt werden.

3.2.1 Windenergie

Wie bereits unter Kapitel 2.5.1 dargestellt, existieren zum aktuellen Zeitpunkt keine Windenergieanlagen in der Gemeinde Havixbeck.

Gemäß der durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) durchgeführten „Potenzialstudie Windenergie NRW“ bestehen in der Gemeinde Havixbeck jedoch große Windenergiepotenziale. Insgesamt werden für die Gemeinde Havixbeck eine Potenzialfläche in Größe von 66 ha, eine installierbare Leistung von 18 MW sowie ein Nettostromertrag von 45.000 MWh/a ausgewiesen (LANUV, 2013). Seitens der Gemeinde Havixbeck ist eine Fläche von 34 ha mit dem Ziel, darauf drei Windkraftanlagen zu errichten, angedacht. Bei einem Bau von drei Windkraftanlagen mit einer Leistung von jeweils 6 MW ist die Gesamtleistung von 18 MW damit deckungsgleich mit den Berechnungen des LANUV.

Die nachfolgende Abbildung 3-13 zeigt, dass sich die Konzentrationszone für Windenergieanlagen südöstlich des Gemeindezentrums befindet.

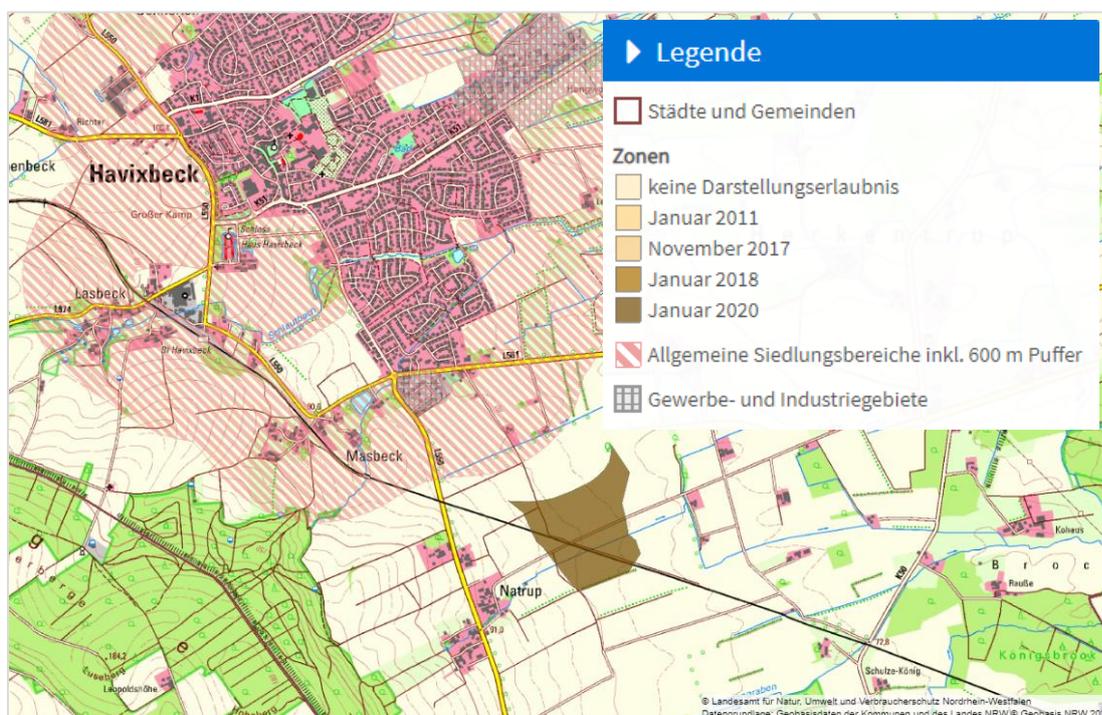


Abbildung 3-13: Windenergiekonzentrationszone Gemeinde Havixbeck - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)

3.2.2 Sonnenenergie

Die Stromerzeugung durch Sonnenenergie spielt – wie bereits unter Kapitel 2.5.1 – in der Gemeinde Havixbeck die bisher größte Rolle. Im Bilanzjahr 2019 wurden 6.325 MWh Strom bzw. ein Anteil von 70 % des regenerativ erzeugten Stroms durch Photovoltaikanlagen eingespeist. Im Jahr 2020 sind auf Gemeindegebiet insgesamt 480 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 8 MWp installiert (LANUV, 2021). Des Weiteren wurde im Jahr 2020 ein Wärmeertrag von rund 1.423 MWh durch Solarthermie gewonnen (LANUV, 2021).

Nachfolgend wird das Potenzial der Sonnenenergie unterteilt in Dachflächen- und Freiflächenphotovoltaik sowie Solarthermie.

3.2.2.1 Dachflächenphotovoltaik

Die nachfolgende Abbildung 3-14 zeigt einen Ausschnitt der Gemeinde Havixbeck. Dabei handelt es sich um einen Auszug aus dem Energieatlas NRW (LANUV, 2021). Verzeichnet sind entsprechend der nebenstehend dargestellten Legende die Potenziale für Photovoltaik-Dachflächenanlagen.



Abbildung 3-14: Photovoltaik-Potenziale Dachflächen Ausschnitt Gemeinde Havixbeck – Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)

Wie bereits einleitend erläutert, spielt die Sonnenenergie anteilig an der regenerativen Energieerzeugung in der Gemeinde Havixbeck bereits heute eine entscheidende Rolle. Mit rund 8 MWp sind bisher jedoch lediglich rund 10 % der theoretisch installierbaren Leistung realisiert. Gemäß der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Solarenergie NRW“ kann in der Gemeinde Havixbeck eine Gesamtleistung von 80 MWp installiert werden, sodass potenziell ein jährlicher Stromertrag von 60.000 MWh über Photovoltaik-Dachflächenanlagen erzielbar ist (LANUV, 2021).

3.2.2.2 Freiflächenphotovoltaik

Zumeist stehen Freiflächenphotovoltaikanlagen in Konkurrenz zu landwirtschaftlich genutzten Flächen. Auch in der Gemeinde Havixbeck besteht eine derartige Flächenkonkurrenz. Doch neben landwirtschaftlich genutzten Flächen bieten auch die Randstreifen entlang der Autobahnen und Schienenwege hohe Potenziale für Freiflächenphotovoltaik. Zudem sind diese im EEG 2021 vom Gesetzgeber als förderungswürdige Standorte für PV-Freiflächenanlagen festgelegt. Dabei können große Freiflächenanlagen seit dem EEG 2021 zukünftig eine Leistung von bis zu 20 MWp besitzen (vorher 10 MWp). Hierzu wurde etwa auch der Korridor erweitert: Während bislang 110 m Randstreifen an Autobahn- und Eisenbahn-Rändern galten, können nun 200 m genutzt (dabei muss jedoch ein Streifen von 15 m freigehalten werden).

Die Flächen entlang der Autobahnen und Schienenwege eignen sich vor allem deshalb, da das Landschaftsbild bereits vorbelastet ist, es kaum Nutzungskonkurrenz gibt und die Flächen häufig geböschet sind, so dass die Module in einem günstigen Neigungswinkel stehen und daher mit weniger Abstand zueinander aufgestellt werden können als auf ebenen Flächen. Prinzipiell sind folgende Flächen unproblematisch als Potenzialflächen für Solarfreiflächenanlagen geeignet:

- 200 m Randstreifen von Autobahnen oder Bundesstraßen (beidseitig, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.
- 200 m Randstreifen von Bahntrassen (beidseitig), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.

Siedlungs- und Waldflächen sowie folgende Schutzgebiete werden als ungeeignet für die Solarfreiflächen bewertet:

- Naturschutzgebiete
- Biotope
- Naturdenkmale
- FFH-Gebiete
- Wasserschutzgebiete (Zone I + II)
- Überschwemmungsgebiete
- Vogelschutzgebiete

Wie der nachfolgenden Abbildung 3-15 zu entnehmen, weist das LANUV für die Gemeinde Havixbeck im Besonderen die Randstreifen der Bahntrasse als Freiflächen-Photovoltaik-Potenzialfläche aus, welche südwestlich des Gemeindezentrums verläuft. Gemäß der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Solarenergie NRW“ beträgt die installierbare Modulfläche 696.000 m²; dies entspricht einer installierbaren Leistung von 120 MWp sowie einem möglichen jährlichen Stromertrag von 110.000 MWh (LANUV, 2021).⁴

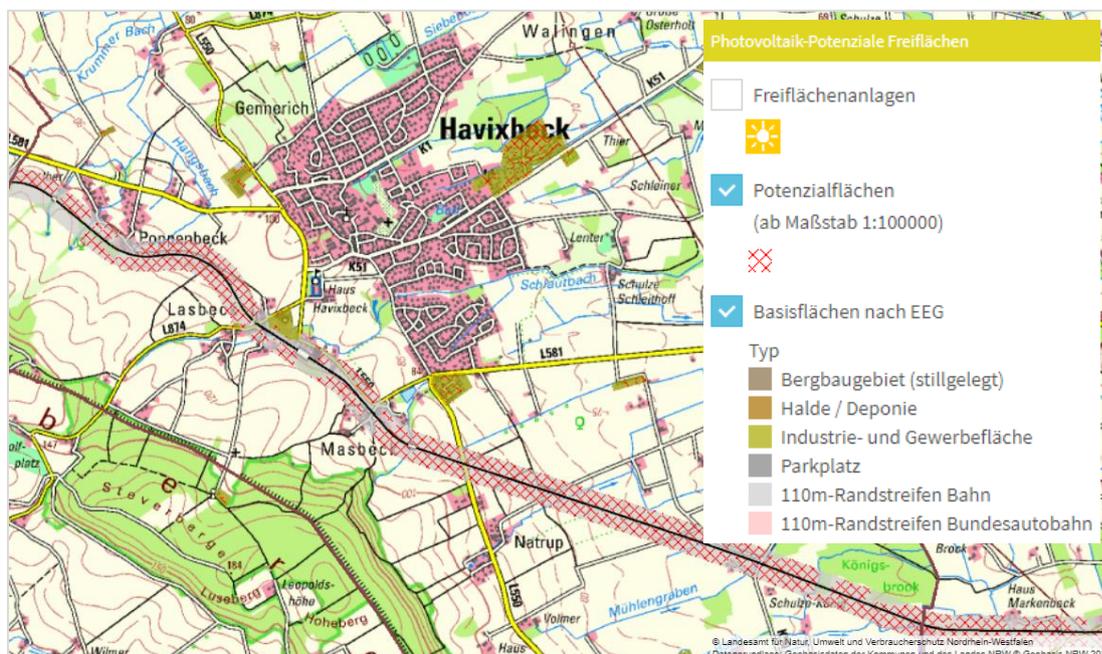


Abbildung 3-15: Photovoltaik-Potenziale Freiflächen der Gemeinde Havixbeck - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)

⁴ Da die letzte Untersuchung des PV-Freiflächen-Potenzials im Jahr 2020 stattgefunden hat, wurden hier die zuvor gültigen 110 m² Randstreifen als Berechnungsgrundlage genutzt.

3.2.2.3 Solarthermie

Neben der Stromerzeugung ist die Sonnenenergie auch für die Warmwasserbereitung durch Solarthermie geeignet. Ein 4-Personen-Haushalt benötigt etwa 4-6 m² Kollektorfläche zur Deckung des Warmwasserbedarfes außerhalb der Heizperiode (Mai bis September). Insgesamt können so über das Jahr gesehen rund 60 % des Warmwasserbedarfes durch Solaranlagen abgedeckt werden.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss, wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen.

Ein Speicher im Keller sorgt dabei durch seine Pufferwirkung dafür, dass die Solarwärme auch nutzbar ist, wenn die Sonne nicht scheint. Im Vergleich zu Anlagen, die lediglich der Warmwasserbereitung dienen, ist das Speichervolumen bei Kombi-Anlagen zwei- bis drei-mal so groß. Zudem ist der Speicher im Gegensatz zu einfachen Anlagen zum überwiegenden Teil mit Heizungswasser gefüllt.

Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich rund 25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich. Die Kombination von Solaranlagen mit einem herkömmlichen Heizungssystem ist vom Fachmann durchzuführen, da Solaranlagen, bestehende Heizung und Wärmeenergiebedarf aufeinander abgestimmt sein müssen, um eine optimale Effizienz zu erzielen.

Für die Gemeinde Havixbeck weist das LANUV eine theoretisch maximal erzeugbare Wärmemenge in Höhe von 190.000 MWh/a aus, wovon etwa 3.000 MWh als nutzbare Wärmemenge für die Warmwasseraufbereitung ausgewiesen werden. Dies entspricht einem Deckungsanteil des Warmwasser-Wärmebedarfs von 29,6 %.

3.2.3 Bioenergie

Unter den erneuerbaren Energien ist die Bioenergie die Technologie, die am flexibelsten eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zu Wind und Sonne kann Biomasse „gelagert“ bzw. gespeichert werden und folglich als Puffer eingesetzt werden, wenn Sonne und Wind zu wenig Energie liefern. Dabei kann Biomasse sowohl bei der Strom- als auch bei der Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen.

Biomasse ist allerdings mit Abstand die flächenintensivste unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren dabei zum Teil stark, z. B.:

- 5 MWh/(ha a) aus extensivem Grünland,
- 20 MWh/(ha a) aus Zuckerrüben,
- 60 MWh/(ha a) aus Silomais.

So gibt es viele kritische Stimmen zur Nutzung von Biomasse als Energielieferant. Hier ist beispielsweise die „Teller oder Tank“-Debatte zu nennen, in der häufig kritisiert wird, dass Biomasse nicht primär zur energetischen Nutzung angebaut, sondern eher auf Reststoffe zurückgegriffen werden sollte. Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Kunststoffen, gegen den Einsatz dieser zur Energiegewinnung sprechen. Im Rahmen dieses Konzeptes wird daher nur ein geringes Potenzial für Biomasse als Brückentechnologie in der Szenarien-Berechnung berücksichtigt.

Um Flächen zu sparen, sollten vor allem auch Reststoffe genutzt werden, die in der Land- und Forstwirtschaft ohnehin anfallen, z. B. Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, organische Abfälle und Gülle.

Das LANUV weist auf Kreisebene Biomassepotenziale für die Bereiche Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft und Landwirtschaft aus (LANUV, 2014). Die potenziellen Erträge aus der Land- und Forstwirtschaft lassen sich prozentual auf die Gemeinde Havixbeck umlegen: Demnach machen sowohl die landwirtschaftliche als auch die forstwirtschaftliche Fläche der Gemeinde Havixbeck jeweils rund 5 % an der land- und forstwirtschaftlichen Fläche des Kreises Coesfeld aus (Statistisches Landesamt, 2020). Der potenzielle Stromertrag aus Biomasse beträgt für die Gemeinde Havixbeck demnach rund 8.855 MWh/a und der potenzielle Wärmeertrag 47.922 MWh/a.

3.2.4 Geothermie

Die in der Erde gespeicherte Wärme kann zur Wärmeversorgung der Gebäude in der Gemeinde Havixbeck genutzt werden. Grundsätzlich wird zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden:

- Oberflächennahe Geothermie (bis 400 m Tiefe) kommt zur Anwendung, um einzelne Gebäude mit Wärme zu versorgen.
- Tiefengeothermische Kraftwerke mit Bohrungen bis in 5.000 m Tiefe liefern sowohl Strom als auch Wärme.

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber Wind- und Sonnenenergie ist die meteorologische Unabhängigkeit. Die Wärme in der Erde ist konstant vorhanden, ab 5 m Tiefe gibt es keine witterungsbedingten Temperaturveränderungen mehr. Jahreszeitenunabhängig können 24 Stunden am Tag Strom und Wärme produziert werden.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die partikulare, gebäudebezogene Wärmeversorgung (Niedertemperatur-Heizsysteme) geeignet. Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder Wärmepumpen werden vor allem im Rahmen von Neubau und Gebäudesanierung installiert.

Neben Erdwärmesonden besteht die Möglichkeit, Erdwärmekollektoren zur Nutzung von Erdwärme einzusetzen. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie horizontal im Boden unterhalb der Frostgrenze bis zu einer Einbautiefe von 1,5 Metern verlegt werden. Da sie das Grundwasser nicht gefährden, können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu möglicherweise nicht genehmigungsfähigen Erdwärmesonden darstellen.

Für die Gemeinde Havixbeck wird gemäß der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Geothermie NRW“ ein technisches Potenzial von 140.700 MWh/a als Wärmeertrag für oberflächennahe Geothermie ausgewiesen (LANUV, 2015). Potenziale im Bereich Tiefengeothermie wären weitergehend zu prüfen und werden in diesem Konzept vor dem Hintergrund komplexer Planungsprozesse und Akzeptanzfragen an dieser Stelle ausgeklammert.

3.2.5 Industrielle Abwärme

Laut der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Industrielle Abwärme“ (LANUV, 2019) wurde in der Gemeinde Havixbeck ein Unternehmen untersucht. Demnach existiert ein technisch verfügbares Potenzial an Abwärme von 800 MWh.

4 Szenarien zur Energieeinsparung

Nachfolgend werden zu verschiedenen Schwerpunkten Szenarien dargestellt. Dabei werden jeweils zwei verschiedene Szenarien (Trend- und Klimaschutzszenario) als mögliche, zukünftige Entwicklungspfade für die Endenergieeinsparung und Reduktion der Treibhausgase in der Gemeinde Havixbeck aufgezeigt. Die Szenarien beziehen dabei die in Kapitel 3 berechneten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und die Endenergieeinsparpotenziale für die Sektoren private Haushalte, Verkehr sowie Industrie und GHD mit ein.

Im Wirtschaftssektor werden dabei Szenarien inklusive der Erweiterung der Wirtschaftsfläche herangezogen. Wie in Kapitel 3.1.2 aufgeführt, gehen damit zwar deutlich höhere Energiebedarfe und THG-Emissionen einher als bei Szenarien ohne Wirtschaftswachstum, doch da in der Gemeinde Havixbeck eine Erweiterung der Wirtschaftsfläche erwartet wird und der Wirtschaftssektor aus diesem Grund realistischere Weise deutlich wachsen wird, wird diese Erweiterung der Wirtschaftsfläche von insgesamt 44 % mit einbezogen.

Zudem werden unterschiedliche Quellen und Studien herangezogen, welche an der jeweiligen Stelle aufgeführt werden.

4.1 Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario

Die hier betrachteten *Trendszenarien* beschreiben dabei das Vorgehen, wenn keine bzw. gering klimaschutzfördernde Maßnahmen umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden hier nur in geringem Umfang gehoben. Im Verkehrssektor greifen bis 2040 die Marktanzreizprogramme für Elektromobilität und damit sinkt der Endenergiebedarf in diesem Sektor ab. Die übrigen Sektoren erreichen auch bis 2040 keine hohen Einsparungen des Energieverbrauches, da Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung und Nutzerverhalten nur eingeschränkt greifen. Effizienzpotenziale werden auch aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit nicht umgesetzt.

Die *Klimaschutzszenarien* hingegen beziehen vermehrt klimaschutzfördernde Maßnahmen mit ein. Hier wird davon ausgegangen, dass Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung, Effizienztechnologien und Nutzerverhalten erfolgreich umgesetzt werden und eine hohe Wirkung zeigen. Effizienzpotenziale können, aufgrund der guten Wirtschaftlichkeit, verstärkt umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden in hohem Umfang gehoben. Im Verkehrssektor greifen auch hier bis 2040 die Marktanzreizprogramme für E-Mobile und damit sinkt der Endenergiebedarf in diesem Sektor stark ab. Zusätzlich wird das Nutzerverhalten positiv beeinflusst, wodurch die Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs sinkt und der Anteil der Nahmobilität am Verkehrssektor steigt.

Erneuerbare Energien-Anlagen, vor allem Photovoltaik, werden mit hohen Zubauraten errichtet. Die Annahmen des Klimaschutzszenarios setzten zum Teil Technologiesprünge und rechtliche Änderungen voraus.

4.2 Szenarien: Brennstoffbedarf

Die Verwendungskonzepte für die zukünftig verfügbaren Brennstoffe sind sektorenübergreifend und umfassen die Brennstoffbedarfe der Sektoren private Haushalte, GHD und Industrie. In den beiden nachfolgenden Abbildungen ist die Entwicklung des Brennstoffbedarfs nach Energieträgern bis 2040 für das Trend- und das Klimaschutzszenario dargestellt. Bei den verwendeten Zahlen handelt es sich um witterungskorrigierte Werte. Diese können nicht eins zu eins mit den Werten aus der THG-Bilanz verglichen werden, da dort, konform zur BSKO-Systematik, alle Werte ohne Witterungskorrektur angegeben sind.

Die nachfolgende Abbildung 4-1 zeigt den zukünftigen Brennstoffbedarf der Gemeinde Havixbeck im Trendszenario:

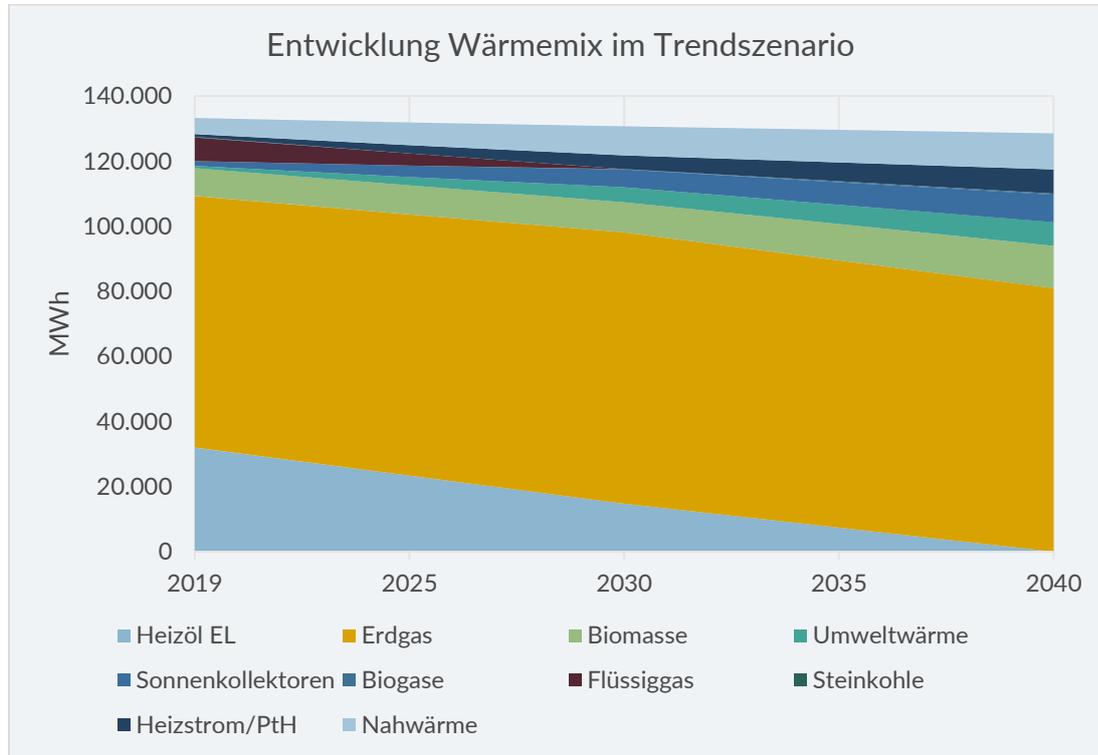


Abbildung 4-1: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

Wie der Abbildung zu entnehmen, nimmt der Endenergiebedarf im Trendszenario bis zum Jahr 2040 kontinuierlich leicht ab. Dies liegt etwa an einer angenommenen Effizienzsteigerung. Bis zum Jahr 2040 wird dabei der Energieträger Heizöl vollständig durch andere Energieträger (in der Regel durch Erdgas) substituiert. Auch die bereits im Ausgangsjahr 2019 geringen Anteile an Flüssiggas und Steinkohle werden bereits bis zum Jahr 2030 durch andere Energieträger ersetzt. Im Gegenzug steigen die Anteile an erneuerbaren Energien an und so nehmen die Anteile an Biomasse, Umweltwärme sowie Sonnenkollektoren bis zum Zieljahr 2040 leicht zu. Ebenso das bereits bestehende Nahwärmenetz wird bis zum Jahr 2040 leicht ausgebaut. Insgesamt unterliegt das Trendszenario jedoch der Annahme, dass der Energieträger Erdgas auch im Jahr 2040 den größten Anteil ausmacht. Da die Synthese von Methan aus Strom mit dem im Trendszenario hinterlegten Strommix zu einem höheren Emissionsfaktor als dem von Erdgas führt und damit keine Vorteile gegenüber dem Einsatz von Erdgas bestehen, wird synthetisches Methan nur in geringem Maße zur Energieversorgung eingesetzt⁵. Aus dem gleichen Grund steigt auch der Heizstromanteil nur gering an.

Der Brennstoffbedarf im Klimaschutzszenario dagegen unterscheidet sich fundamental und ist in der nachfolgenden Abbildung 4-2 dargestellt. Ergänzend zur grafischen Darstellung der Wärmemix-Entwicklung im Klimaschutzszenario sind die prozentualen Anteile der Energieträger zudem in der nachstehenden Tabelle 5 dargestellt.

⁵ Der Emissionsfaktor von synthetischen Kraft- und Brennstoffen hängt von dem eingesetzten Strommix ab. Da etwa zwei kWh Strom für die Synthese von einer kWh Methan eingesetzt werden, hat synthetisches Methan in etwa einen Emissionsfaktor, der doppelt so hoch wie der des eingesetzten Stromes ist. Damit liegt der Emissionsfaktor bei 764 gCO_{2e}/kWh gegenüber 232 gCO_{2e}/kWh für Erdgas im Jahr 2040.

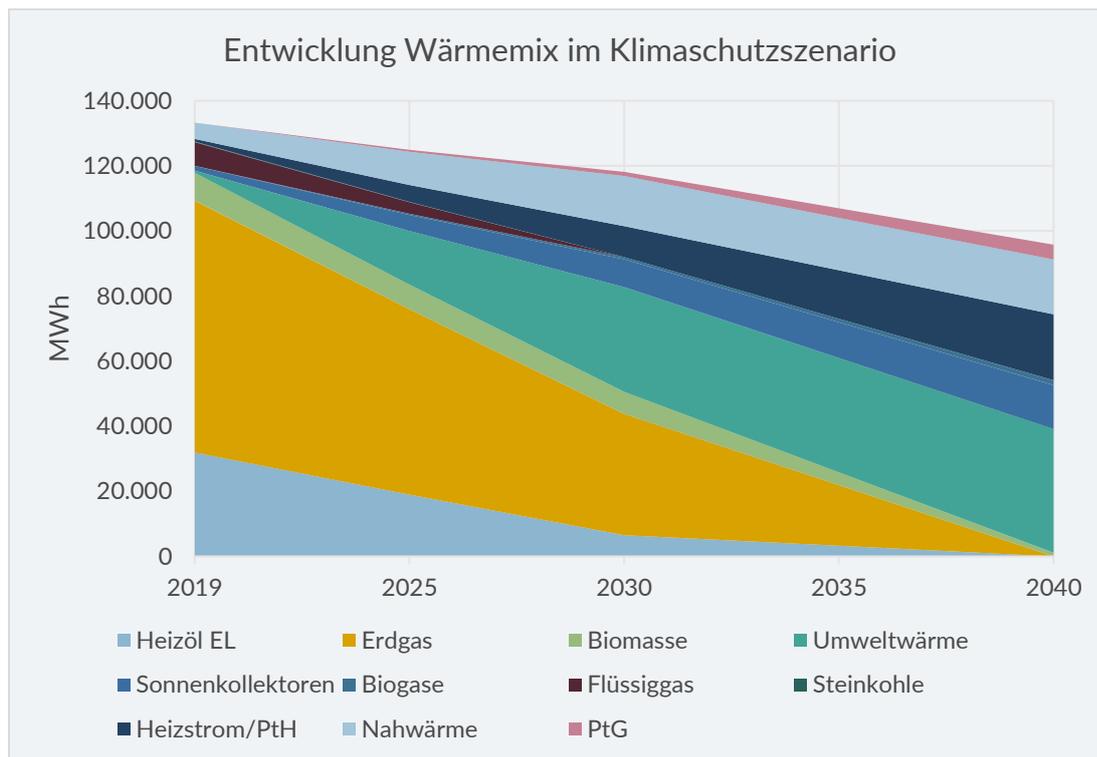


Abbildung 4-2: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Klimaschutzscenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

Tabelle 5: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Klimaschutzscenario (Quelle: Eigene Berechnung)

	2019	2025	2035	2040
Heizöl EL	23,99 %	15,16 %	3,05 %	0,00 %
Erdgas	58,01 %	45,65 %	17,43 %	0,00 %
Biomasse	6,45 %	6,09 %	3,70 %	1,19 %
Umweltwärme	0,49 %	13,12 %	32,80 %	39,70 %
Sonnenkollektoren	1,09 %	3,97 %	10,27 %	14,07 %
Biogase	0,00 %	0,29 %	1,03 %	1,55 %
Flüssiggas	5,48 %	2,86 %	0,00 %	0,00 %
Steinkohle	0,12 %	0,06 %	0,00 %	0,00 %
Heizstrom/PtH	0,65 %	4,15 %	13,92 %	21,16 %
Nahwärme	3,73 %	8,14 %	15,09 %	17,61 %
PtG	0,00 %	0,51 %	2,70 %	4,71 %
Gesamt	100 %	100 %	100 %	100 %

Durch die höheren Effizienzgewinne in allen Sektoren sinken die Energiebedarfe im Klimaschutzscenario deutlich stärker als im Trendszenario. Dadurch sinkt der Brennstoffbedarf im Klimaschutzscenario um rund 28 % auf 95.764 MWh im Jahr 2040. Die Energieträger Steinkohle und Flüssiggas werden bereits bis 2030 vollständig substituiert, während Erdgas und Heizöl bis zum Zieljahr 2040 vollständig wegfallen und durch andere Energieträger ersetzt werden. Wie in Kapitel 3.2.4 herausgestellt, besteht in der Gemeinde Havixbeck ein großes Potenzial an Umweltwärme. Und auch der Bereich des Heizstroms bzw. Power-to-Heat (PtH) spielt im Klimaschutzscenario eine wesentliche Rolle. Zudem wird von der Gemeinde Havixbeck der Ausbau des bestehenden Nahwärmenetzes angestrebt (etwa über die Nutzung von Geothermie). Damit komplettiert die Nahwärme die drei größten Energieträger im Jahr 2040.

Die nachfolgende Abbildung 4-3 zeigt eine getrennte Betrachtung des zukünftigen Brennstoffbedarfs für die Sektoren Haushalte und Wirtschaft. Dabei wird der sinkende Brennstoffbedarf im Bereich der Haushalte deutlich, wie er bereits in Kapitel 3.1.1.1 bzw. Abbildung 3-1 dargestellt wurde. Vorausgesetzt wird dabei die Sanierung von 80 % des Gebäudebestands bis 2040.

Für den Wirtschaftssektor ist dagegen ein moderat sinkender Brennstoffbedarf zu erkennen. Zwar werden auch hier Effizienzgewinne erzielt, durch die geplante Erweiterung der Wirtschaftsfläche um 44 % in der Gemeinde Havixbeck ist jedoch mit einer Steigerung des Endenergiebedarfs zu rechnen, sodass die Effizienzgewinne nur bedingt sichtbar werden.

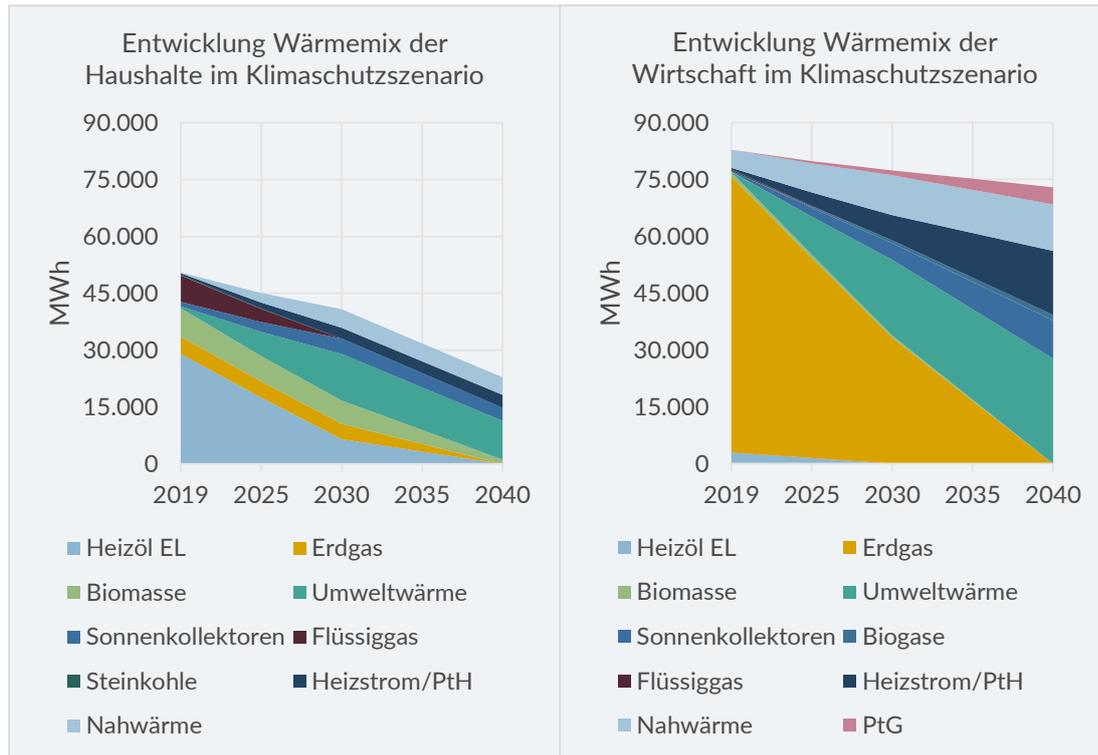


Abbildung 4-3: Zukünftiger Brennstoffbedarf im Klimaschutzszenario der Haushalte und der Wirtschaft – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

4.3 Szenarien: Kraftstoffbedarf

Aufbauend auf der Potenzialanalyse des Verkehrssektors in Kapitel 3.1.3 wird nachfolgend die Entwicklung des Kraftstoffbedarfs nach Energieträgern bis 2040 für das Trend- und das Klimaschutzszenario dargestellt. Die Szenarien basieren jeweils auf den Potenzialberechnungen des Straßenverkehrs ohne Autobahn und den damit verbundenen Annahmen und Studien.

Die nachfolgende Abbildung 4-4 zeigt den zukünftigen Kraftstoffbedarf im Trendszenario:

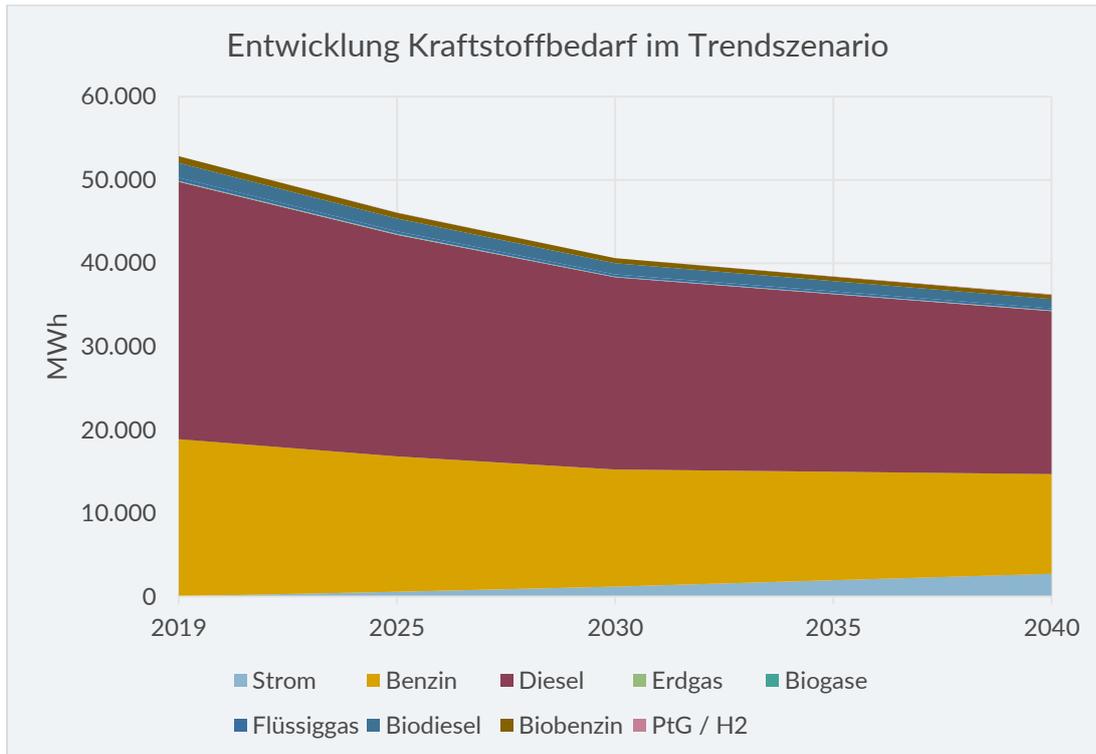


Abbildung 4-4: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Trendszenario - Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

Wie in der Abbildung 4-4 zu erkennen, nimmt der Kraftstoffbedarf im Trendszenario um etwa 31 % ab. Bis 2040 haben die Energieträger Diesel und Benzin weiterhin den größten Anteil am gesamten Endenergiebedarf des Verkehrssektors. Der Anteil an alternativen Antrieben steigt lediglich leicht an und beträgt im Jahr 2040 rund 8 %. Es wird davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen in erster Linie über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen.

Im Klimaschutzszenario (vgl. nachfolgende Abbildung 4-5) nimmt der Endenergiebedarf im Verkehrssektor bis zum Jahr 2040 um ca. 66 % ab. Genauso wie im Trendszenario, spielen Benzin und Diesel im Jahr 2045 als Kraftstoffe weiterhin eine Rolle. Jedoch sind die alternativen Antriebe mit einem Anteil von rund 57 % im Jahr 2040 sehr stark vertreten. Im Klimaschutzszenario wird davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen zwar auch über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen. Allerdings spielt hier zudem der Energieträgerwechsel hin zu erneuerbaren Antrieben eine erhebliche Rolle.

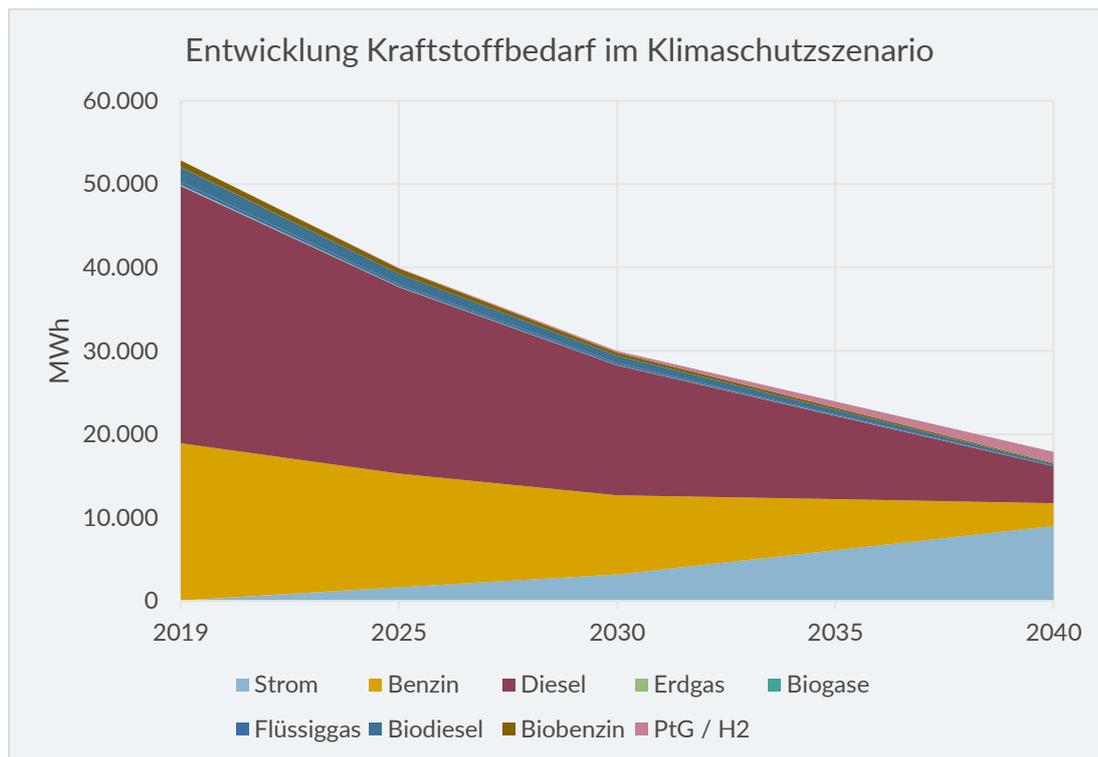


Abbildung 4-5: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Klimaschutzscenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

4.4 Szenarien: Strombedarf und erneuerbare Energien

Um zu beurteilen, ob die Gemeinde Havixbeck ein Überschuss- oder Importstandort wird, werden nachfolgend die ermittelten erneuerbare Energien (EE)-Potenziale mit den Strombedarfen für 2040 abgeglichen. Dabei wird zunächst der Strombedarf der Gemeinde Havixbeck im Trend- und Klimaschutzscenario betrachtet und daraufhin die ermittelten EE-Potenziale dargestellt. Im Trendszenario ist dabei von einem moderat steigenden Strombedarf auszugehen (vgl. die nachfolgende Abbildung 4-6, Steigerung um rund 29 %):

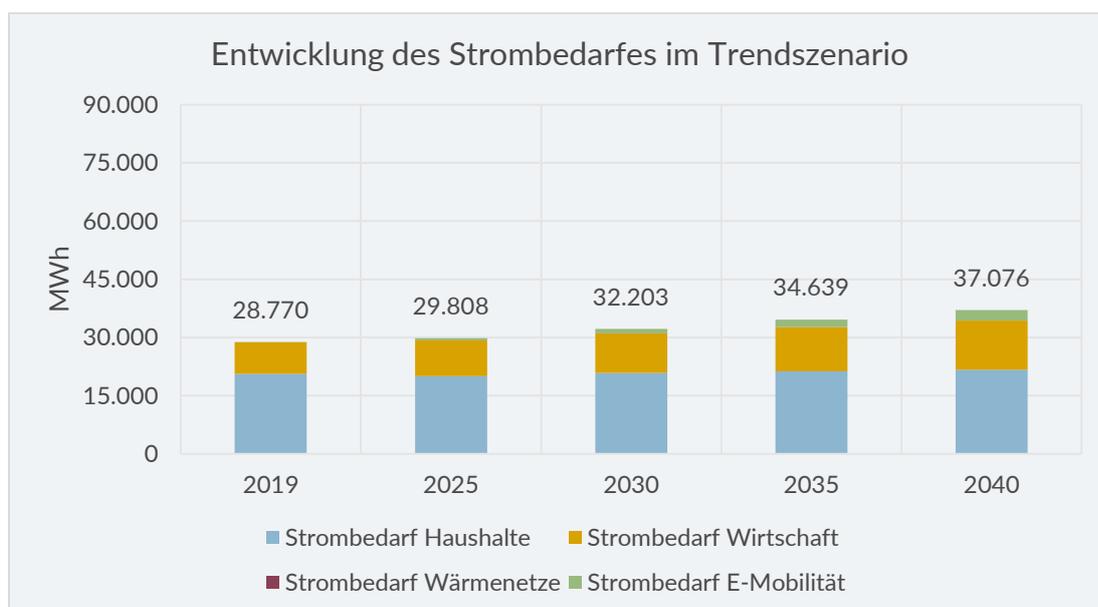


Abbildung 4-6: Entwicklung Strombedarf im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Im Klimaschutzscenario dagegen steigt der Strombedarf bis zum Jahr 2040 gegenüber dem heutigen Niveau um rund 191 % an und ist damit beinahe dreimal so hoch wie im Ausgangsjahr 2019 (vgl. Abbildung 4-7). Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Stromsystem in Zukunft nicht nur den klassischen Strombedarf, sondern auch den zukünftig anzunehmenden Strombedarf für die Sektoren Wärme und Verkehr ausgleichen muss. Dies wird in der Abbildung 4-7 besonders deutlich: Im Besonderen der Strombedarf im Wirtschaftssektor (inkludiert einen großen Anteil an Heizstrom bzw. Power-to-Heat) sowie der Strombedarf für die PtG-Herstellung nehmen im Jahr 2040 einen erheblichen Anteil am Gesamtstrombedarf ein.

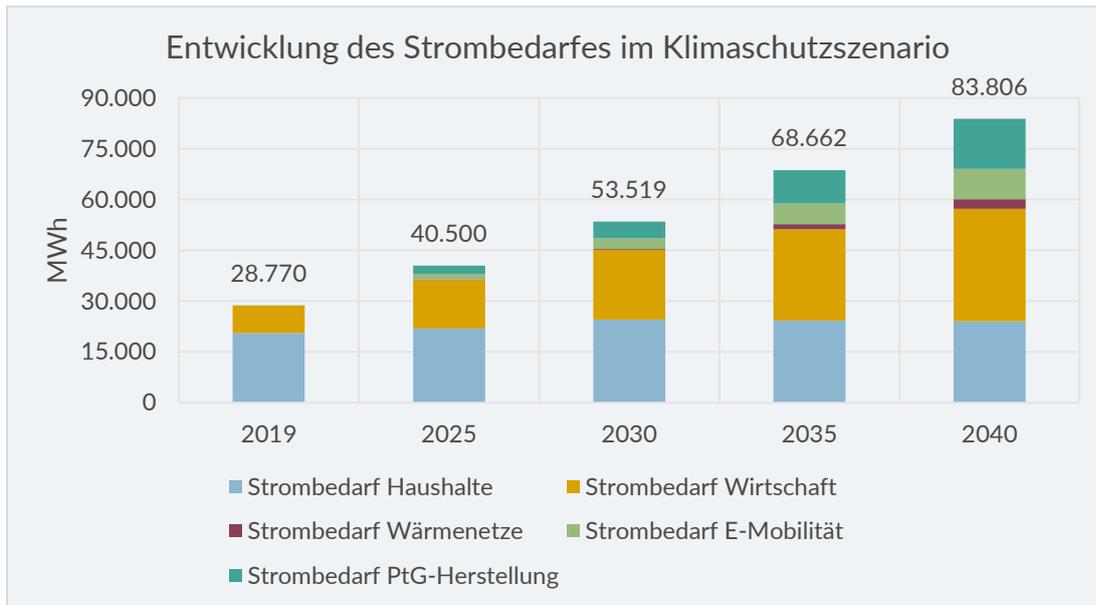


Abbildung 4-7: Entwicklung Strombedarf im Klimaschutzscenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Die ermittelten EE-Potenziale beruhen auf den in Kapitel 3.2 dargestellten Inhalten. Insgesamt besitzt die Gemeinde Havixbeck ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien in den Bereichen Photovoltaik und Windenergie. Das Potenzial in den Bereichen Bioenergie, Klär-, Deponien- und Grubengas sowie KWK ist im Verhältnis betrachtet als eher gering einzustufen (vgl. Abbildung 4-8).

Wie beschrieben, muss in Zukunft das Stromsystem nicht nur die Fluktuationen durch den klassischen Strombedarf, sondern auch den zukünftig anzunehmenden Strombedarf für die Sektoren Wärme und Verkehr ausgleichen und somit die benötigten Strombedarfe für E-Mobilität, Umweltwärme und für Power-to-X-Anwendungen liefern. Bei Ausschöpfung aller durch das LANUV ausgewiesenen Potenziale reicht der zu erwartende Stromertrag allerdings dennoch aus, um den Strombedarf der Gemeinde Havixbeck vollständig abzudecken.

In der nachfolgenden Abbildung 4-8 wird von einer vollständigen Ausschöpfung aller durch das LANUV ausgewiesenen EE-Potenziale bis zum Jahr 2045 (Bundesziel) ausgegangen. Für das Zieljahr 2040 der Gemeinde Havixbeck ergibt sich damit ein möglicher Stromertrag von 159.547 MWh. Inklusiv der Berücksichtigung des Strombedarfs zur Herstellung von Power-to-Gas (PtG) ergibt sich damit ein Deckungsanteil von 190 % im Klimaschutzscenario - der Anteil am Strombedarf ohne PtG beträgt im Jahr 2040 231 %.

Da seitens der Gemeinde Havixbeck von einer starken Flächenkonkurrenz der landwirtschaftlichen Nutzflächen und Freiflächen-PV ausgegangen wird, könnte der Deckungsanteil sowie der Stromertrag insgesamt auch deutlich geringer ausfallen. Bei Nicht-Berücksichtigen der Freiflächen-PV-Potenziale würde der Gesamtstromertrag im Jahr 2045 117.450 MWh betragen,

im Jahr 2040 wäre etwa ein Stromertrag von 90.797 MWh zu erzielen, was einem Deckungsanteil von 108 % (mit PtG) bzw. 131 % (ohne PtG) im Klimaschutzszenario entspräche. Hierzu müssten allerdings alle anderen Potenziale entsprechend gehoben werden. Inwiefern bzw. zu welchen Anteilen diese Potenziale gehoben werden können, müssen weitere Untersuchungen klären. Dieser hier dargestellte Ausbau der Erneuerbaren Energien ist damit als theoretisches Maximalpotenzial zu verstehen.

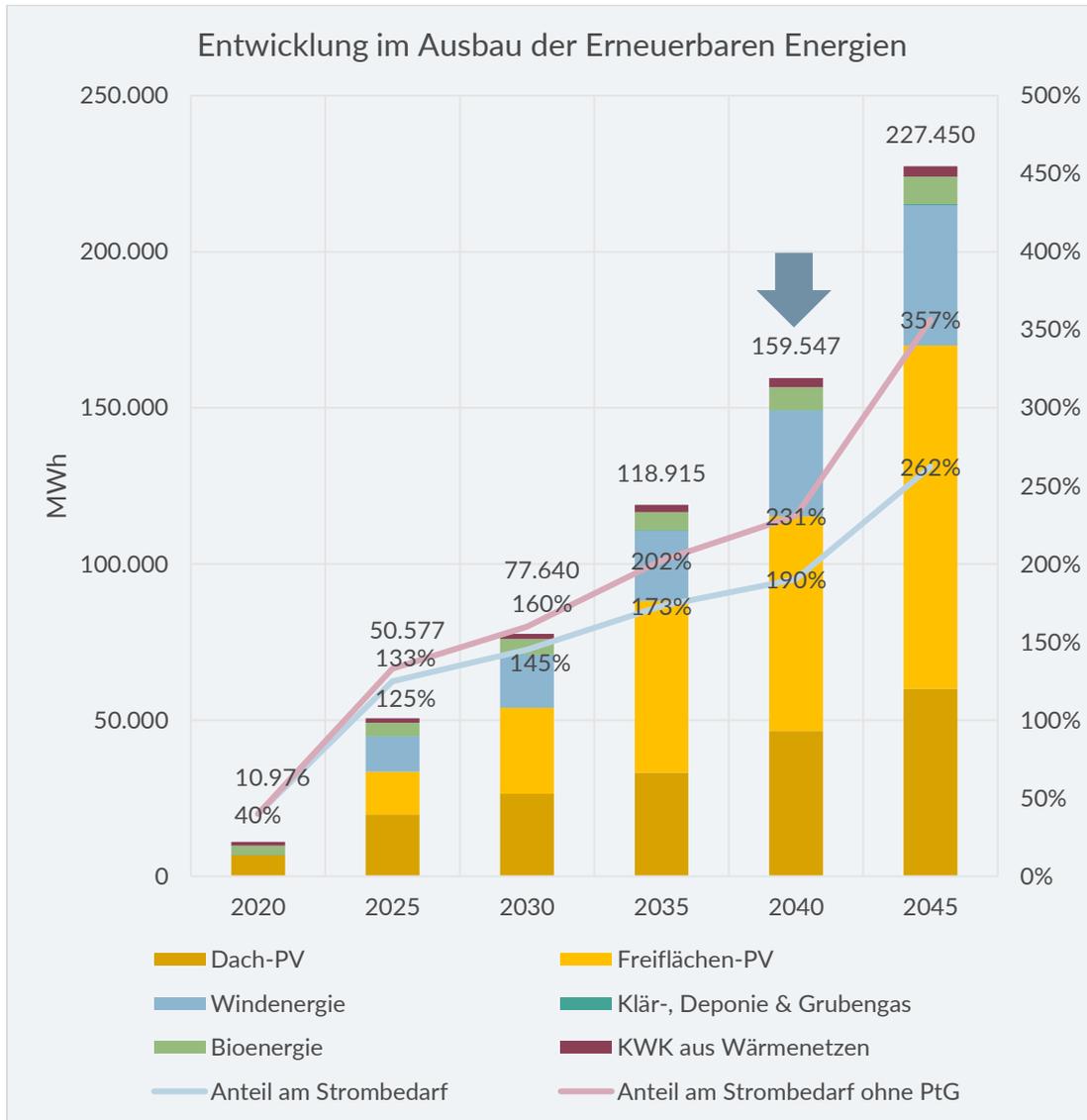


Abbildung 4-8: Entwicklung der erneuerbaren Energien – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

5 End-Szenarien: Endenergiebedarf und THG-Emissionen

Folgend werden alle aufgestellten Trend- und Klimaschutzszenarien der vorangehenden Kapitel zusammengefasst als „End-Szenarien“ dargestellt. Dabei werden die zukünftigen Entwicklungen des Endenergiebedarfs sowie der THG-Emissionen bis zum Jahr 2040 differenziert betrachtet.

5.1 End-Szenarien: Endenergiebedarf

Für die zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfs bis 2040 zeigen beide Szenarien die Entwicklung des Endenergiebedarfs nach den Verwendungszwecken Strom, Wärme, Prozesswärme und Mobilität in 5-Jahres-Schritten bis 2040 auf.

5.1.1 Endenergiebedarf im Trendszenario

In der nachfolgenden Abbildung 5-1 ist die Entwicklung des Endenergiebedarfs, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Es zeigt sich, dass bis 2040 (bezogen auf das Bilanzjahr 2019) 11 % des Endenergiebedarfs eingespart werden können. Die größten Einsparungen sind dabei im Bereich Mobilität zu erzielen.

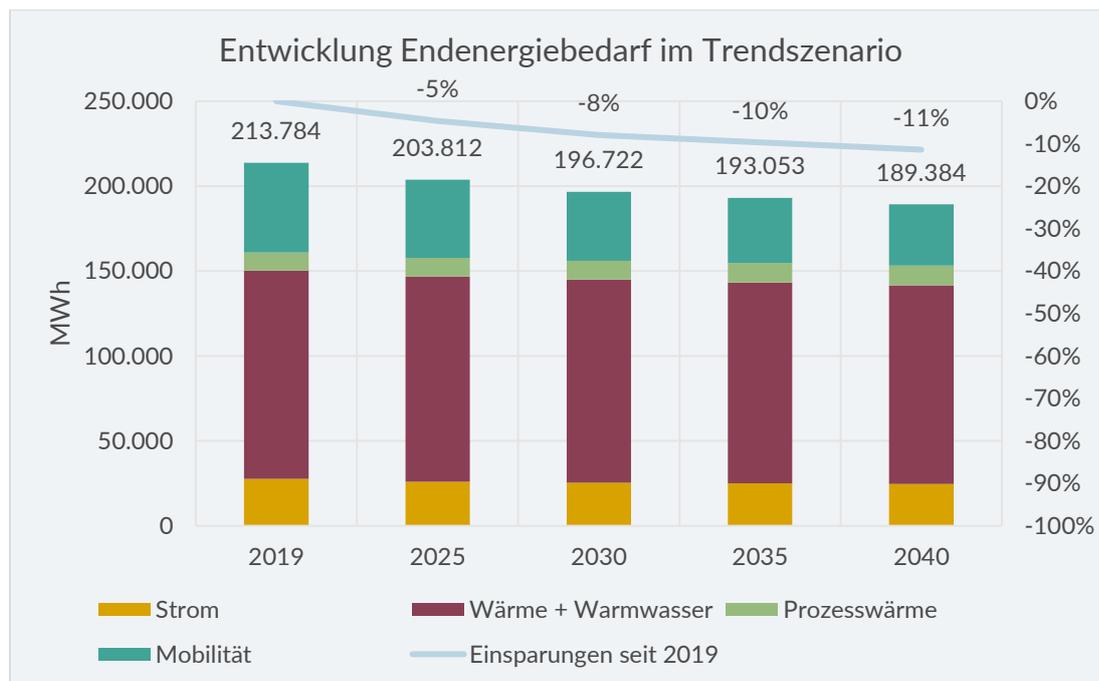


Abbildung 5-1: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

5.1.2 Endenergiebedarf im Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario zeigt sich, dass bis 2030 (bezogen auf das Bilanzjahr 2019) 19 % und bis zum Zieljahr 2040 35 % des Endenergiebedarfs eingespart werden können. Dabei sind die größten Einsparungen in den Bereichen Mobilität sowie Wärme und Warmwasser zu erzielen (vgl. Abbildung 5-2).

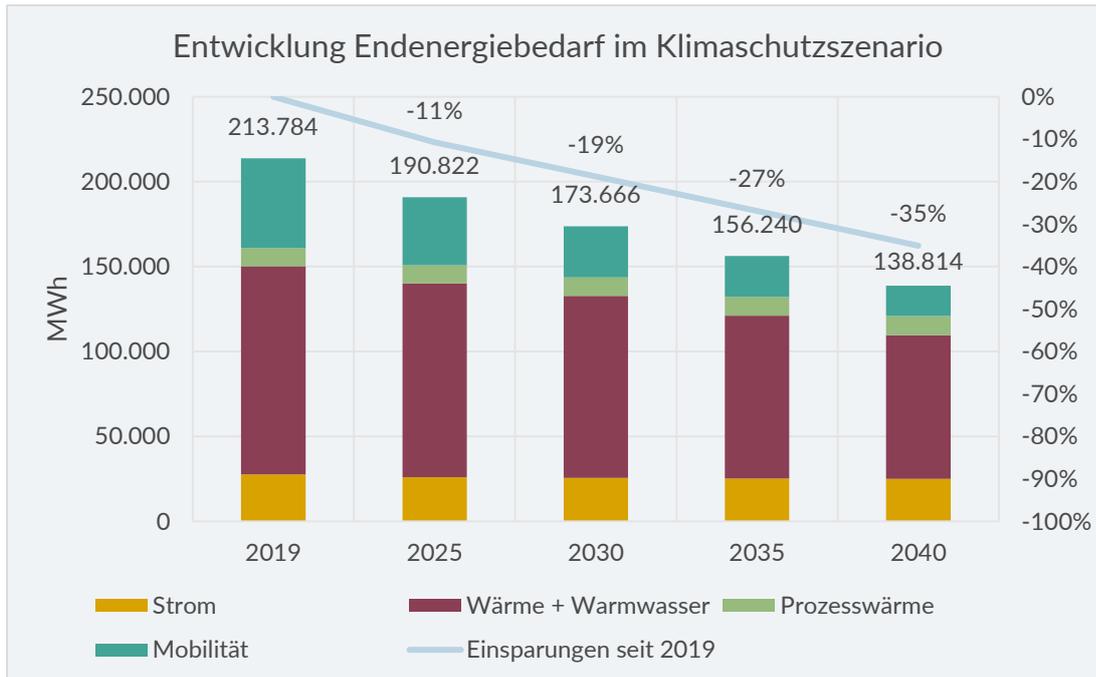


Abbildung 5-2: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzscenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

5.2 End-Szenarien: THG-Emissionen

Für die zukünftige Entwicklung der THG-Emissionen bis 2040 zeigen beide Szenarien die Entwicklung der THG-Emissionen nach den Energieformen Strom, Brennstoff und Verkehr in 5-Jahres-Schritten bis 2040 auf.

Zum Verständnis der unterschiedlichen Emissionsfaktoren in den Szenarien wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Szenarien auf unterschiedlichen Emissionsfaktoren für den Energieträger Strom basieren. Während im Trendszenario nur ein geringer EE-Anteil am Strommix und damit ein höherer Emissionsfaktor angenommen wird, ist der Emissionsfaktor im Klimaschutzscenario geringer, da hier der EE-Anteil am Strommix bei 80 % liegt. Dies bedeutet, dass die THG-Emissionen für Havixbeck nicht mit dem lokalen Strommix bilanziert werden, sondern mit einem prognostizierten Bundesstrommix. Dieses Vorgehen ist mit der BSKO-Methodik konform.

5.2.1 THG-Emissionen im Trendszenario

Für die Berechnung des Trendszenarios der Emissionen wird im Jahr 2040 ein Emissionsfaktor von 382 gCO_{2e}/kWh angenommen (Angabe ifeu und ÖKO-Institut). In der nachfolgenden Abbildung 5-3 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Trendszenario ausgehend vom Ausgangsjahr 2019 um rund 27 % bis 2040.

Umgerechnet auf die Einwohner:innen der Gemeinde Havixbeck entspricht dies 4,42 t THG pro Einwohner:in und Jahr im Jahr 2030 und 3,83 t pro Einwohner:in und Jahr im Jahr 2040. Im Ausgangsjahr 2019 betragen die THG-Emissionen pro Einwohner:in und Jahr dagegen rund 4,96 t (vgl. Kapitel 2.4.2), sodass auch im Trendszenario mit einer leichten Reduktion der THG-Emissionen um 1,13 t zu rechnen ist.

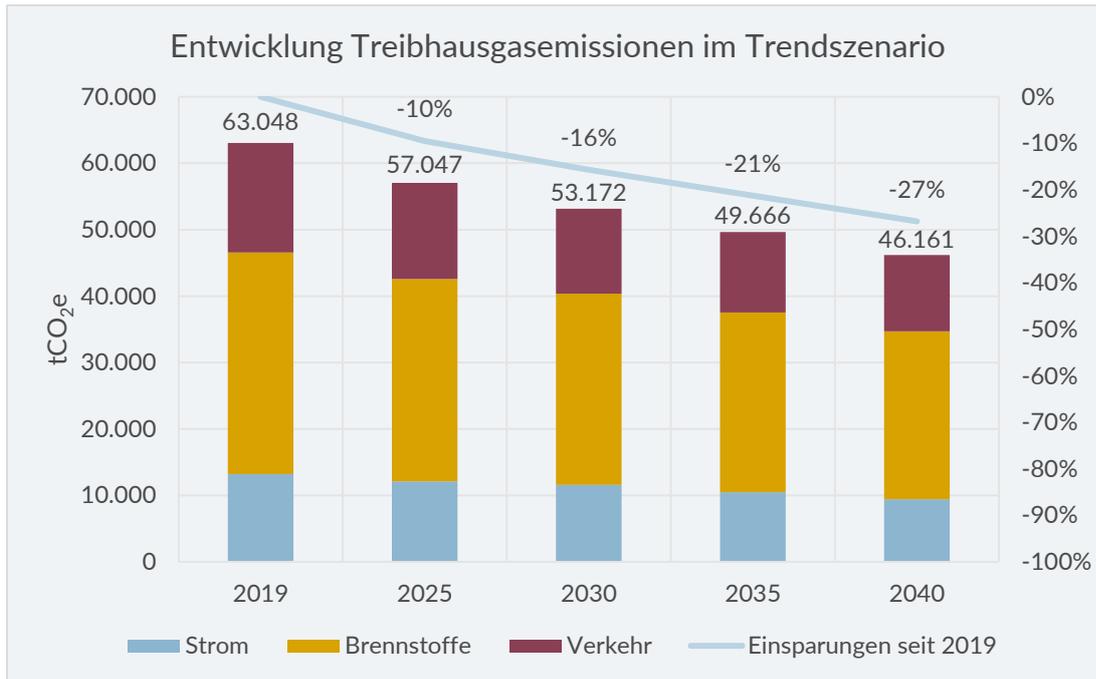


Abbildung 5-3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Trendszenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

5.2.2 THG-Emissionen im Klimaschutzscenario

Für die Berechnung der durch importierten Strom verursachten Emissionen innerhalb des Klimaschutzscenario wird im Jahr 2040 ein LCA-Faktor von 107 gCO₂e/kWh angenommen (Angabe ifeu und ÖKO-Institut). In der nachfolgenden Abbildung 5-4 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen.

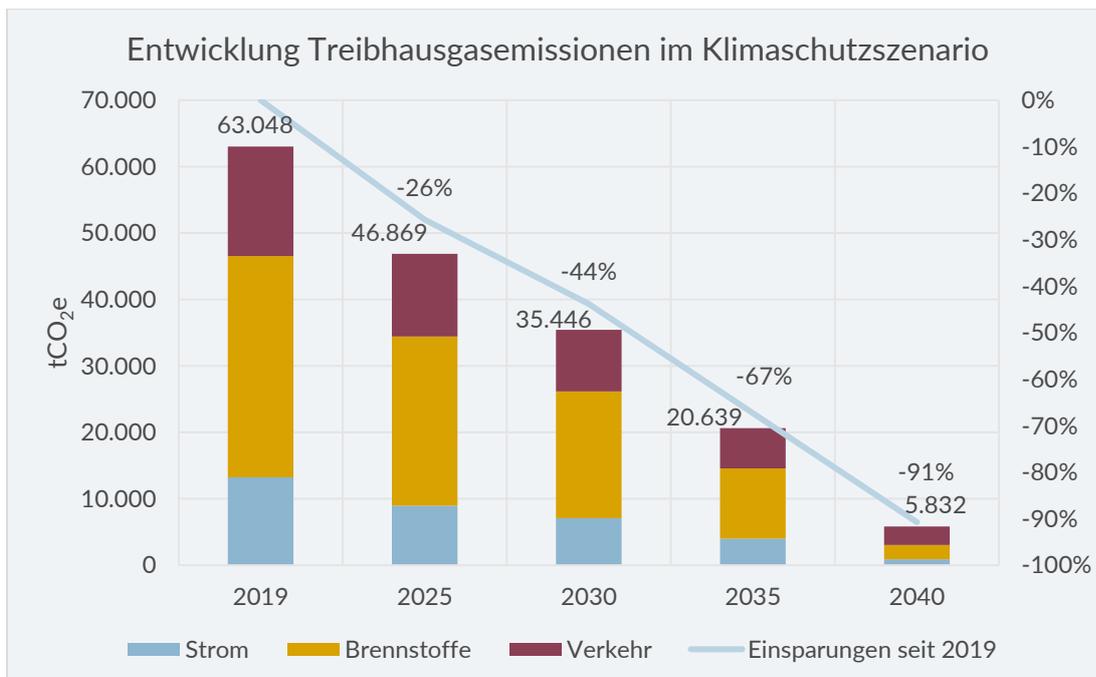


Abbildung 5-4: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario – Gemeinde Havixbeck (Quelle: Eigene Berechnung)

Die THG-Emissionen sinken laut dem Klimaschutzszenario vom Ausgangsjahr 2019 um 44 % bis 2030 und um 81 % bis 2040. Das entspricht 2,95 t THG pro Einwohner:in und Jahr in 2030 und 0,99 t pro Einwohner:in und Jahr in 2040.

Würde man dagegen einen lokalen Emissionsfaktor berücksichtigen (berechnet aus den Ausbaustand der erneuerbaren Energien auf Gemeindegebiet), würde die Gemeinde Havixbeck auf einen Wert von rund 0,5 t THG pro Einwohner:in und Jahr im Jahr 2040 kommen. Wie bereits unter Kapitel 5.2 beschrieben, ist aufgrund der Konformität mit der BSKO-Methodik jedoch grundsätzlich mit dem Bundesstrommix zu rechnen.

5.3 Treibhausgasneutralität

Wie dem Kapitel 5.2 zu entnehmen ist, werden in keinem der Szenarien null Emissionen (tatsächlich null Tonnen THG-Emissionen pro Einwohner:in) erreicht. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass nicht in allen Sektoren auf fossile Energieträger verzichtet werden kann (z. B. Verkehr), aber auch darauf, dass selbst für erneuerbare Energieträger Emissionen anfallen (bspw. Photovoltaik verfügt über einen Emissionsfaktor von 40 g CO_{2e}/kWh). Dies ist auf die aus der Bilanz bekannte BSKO-Systematik zurückzuführen, welche nicht nur die direkten Emissionen, sondern auch die durch die Vorkette entstandenen Emissionen mit einbezieht (vgl. Kapitel 2.1). Eine bilanzielle Treibhausgasneutralität ist mit dieser Systematik also nicht möglich.

Eine Treibhausgasneutralität im jeweiligen Zieljahr kann nur erreicht werden, wenn „ein Gleichgewicht zwischen Treibhausgas-Emissionen und deren Abbau herrscht“ (Bundesregierung, 2021). Verbleibende (energetische) Emissionen sollen also über die Senkenfunktion natürlicher Kohlenstoffspeicher wieder der Atmosphäre entzogen werden. Umsetzungsmöglichkeiten dafür sind zum einen die Vernässung von Mooren und Feuchtgebieten, aber auch eine Aufforstung und Renaturierung von Waldgebieten. Weiterhin besteht die Möglichkeit von Humusaufbau in der Landwirtschaft. Um verbleibende Treibhausgasemissionen abzubauen, müssen also natürliche Senken genutzt werden. Weitere Kompensationsmöglichkeiten könnten kommunal diskutiert werden. Eine finanzielle Kompensation (z.B. durch den Kauf von Emissionszertifikaten) ist vor dem Hintergrund räumlicher Verlagerungen sowie in Bezug auf Wirksamkeit und Langfristigkeit der Maßnahmen kritisch zu diskutieren.

Klimaneutralität, als die höchste Neutralitätsform, zu erlangen, erfordert weitergehende Anstrengungen, von denen viele nicht im Handlungsbereich der Kommune liegen. Im Vergleich zur Treibhausgasneutralität bedeutet Klimaneutralität nicht nur Netto-Null-Emissionen, sondern auch, dass sämtliche Einflüsse auf das Klima zu vermeiden bzw. auszugleichen sind. Im strengen Sinne würden dazu auch Kondensstreifen, Abwärme, Albedo-Effekte, nicht energetische Emissionen aus Landnutzung und dergleichen gehören. Eine Feinsteuerung scheint hier, genauso wie eine bilanzielle Erfassung dieser Einflüsse, schier unmöglich. Zu beachten ist, dass im Alltagsgebrauch aktuell zwischen Treibhausgas- und Klimaneutralität terminologisch häufig nicht unterschieden wird. Fachlich sind darunter aber zwei verschiedene Neutralitätsformen zu verstehen, die es zu trennen gilt.

5.4 Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für die Gemeinde Havixbeck

Die nachfolgende Tabelle stellt, für die Gemeinde Havixbeck eine Zusammenfassung der Instruktionen aus den aufgezeigten Potenzialen und Szenarien dar. Dabei werden die Instruktionen nach den folgenden Handlungsfeldern bzw. Sektoren aufgeteilt:

- 1. Sanierung und Entwicklung Wärmemix:** Bis zum Zieljahr 2040 sind gemäß dieses Szenarios 80 % des Gebäudebestands der Gemeinde Havixbeck saniert, was zu Endenergieeinsparungen in Höhe von 57,2 % führt. Die restlichen 20 % werden dann bis zum Jahr 2045 saniert, um die mögliche Gesamtenergieeinsparung von 71,7 % zu erreichen. Die Sanierungsrate steigt im Klimaschutzszenario bis zum Jahr 2040 von 1,5 % auf bis zu 6,0 % pro Jahr an und kann dann von 2040 bis 2045 wieder etwas sinken, etwa auf 4,0 % pro Jahr. Neben der Sanierung des Gebäudebestands bedarf zudem der Wärmemix einer entsprechenden Veränderung: Im zentralen Klimaschutzszenario sind die fossilen Energieträger Steinkohle und Flüssiggas jeweils bis zum Jahr 2030 durch andere Energieträger zu substituieren. Die Energieträger Heizöl und Erdgas müssen spätestens bis zum Jahr 2040 durch erneuerbare Energieträger substituiert werden. Für die Substitution wird vor allem auf Umweltwärme, Heizstrom/PtH und den Aufbau eines Nahwärmenetzes (mit Geothermie) gesetzt. Kleinere Mengen werden durch Bioenergie, Sonnenkollektoren sowie Power-to-Gas gedeckt.
- 2. Mobilität und Verkehr:** Im Bereich Mobilität und Verkehr wird die notwendige Minderung der Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) sowie der notwendige Anteil alternativer Antriebe an der Fahrleistung dargestellt. Der MIV muss um rund 22 % gesenkt werden (etwa durch Stärkung des Umweltverbunds und weitere entsprechende Maßnahmen). Der Anteil der alternativen Antriebe an der verbleibenden Fahrleistung muss rund 82 % betragen (auch hier sind entsprechende Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen).
- 3. Erneuerbare Energien:** Insgesamt besitzt die Gemeinde Havixbeck ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien in den Bereichen Photovoltaik und Windenergie. Das Potenzial in den Bereichen Bioenergie, Klär-, Deponien- und Grubengas sowie KWK ist im Verhältnis betrachtet als eher gering einzustufen. Für das Zieljahr 2040 der Gemeinde Havixbeck ergibt sich damit ein möglicher Stromertrag von 159.547 MWh. Inklusiv der Berücksichtigung des Strombedarfs zur Herstellung von Power-to-Gas (PtG) ergibt sich damit ein Deckungsanteil von 190 % im Klimaschutzszenario - der Anteil am Strombedarf ohne PtG beträgt im Jahr 2040 231 %. Da seitens der Gemeinde Havixbeck von einer starken Flächenkonkurrenz der landwirtschaftlichen Nutzflächen und Freiflächen-PV ausgegangen wird, könnte der Deckungsanteil sowie der Stromertrag insgesamt auch deutlich geringer ausfallen.

Tabelle 6: Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für die Gemeinde Havixbeck

Gemeinde Havixbeck	
Klimaschutzszenario 2040	
Sanierung und Entwicklung Wärmemix	
Sanierungsrate	1,5 - 6 % pro Jahr (steigend bis 2040); Energieeinsparung von rund 57 % im Bereich der Wohngebäude in 2040 (80 % saniert); die restlichen 20 % der Wohngebäude können etwa mit einer Sanierungsrate von 4 % pro Jahr bis 2045 saniert werden (Gesamtenergieeinsparung von rund 72 % bei Vollsanierung)
Rolle der fossilen Energieträger	Heizöl: Reduktion von 80 % der Verbräuche bis 2030, vollständiger Ausstieg bis spätestens 2040 Erdgas: mehr als Halbierung der Verbräuche bis 2030, Reduktion um 76 % bis 2035, vollständiger Ausstieg bis spätestens 2040 Steinkohle und Flüssiggas: Ausstieg bis 2030
Alternative zu den fossilen Energieträgern	Substitution durch: Umweltwärme, Heizstrom/PtH, Nahwärme (in Form von Geothermie), Solarthermie sowie zu geringen Teilen PtG, Biogas und Biomasse
Mobilität und Verkehr	
Minderung Fahrleistung MIV	22 %
Anteil alternativer Antriebe an der verbleibenden Fahrleistung	82 %
Erneuerbare Energien	
Maximaler Deckungsanteil am Strombedarf	Inklusive der Berücksichtigung des zukünftigen Strombedarfs (z. B. zur Herstellung von Power-to-Gas (PtG)) ergibt sich ein Deckungsanteil von 190 % im Jahr 2040. Sollten zukünftig alle Bedarfe an PtG importiert werden und die Produktion nicht auf dem Gemeindegebiet stattfinden, könnte Havixbeck den eigenen Strombedarf in 2040 zu 231 % selbst decken.
Wesentliche Erneuerbare Energien	PV-Freifläche, PV-Dach, Windenergie; geringfügig Bioenergie; Theoretisches Potenzial 2040 an EE: 159.547 MWh; Theoretisches Potenzial 2045 an EE: 227.450 MWh

Literaturverzeichnis

- BMW. (2014). *Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- dena. (Juni 2014). *Initiative Energieeffizienz, Deutsche Energie-Agentur, Mediathek, Infografiken*. (Deutsche Energie-Agentur GmbH, Herausgeber) Abgerufen am 27. Juli 2021 von <https://www.dena.de/en/newsroom/infographics/>
- ifeu. (2019). *BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).
- IREES. (2015). *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013*. Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien, Karlsruhe, München, Nürnberg.
- IWU. (2015). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. (IWU - Institut Wohnen und Umwelt, Herausgeber) Abgerufen am 27. Juli 2021 von <http://www.iwu.de/forschung/energie/abgeschlossen/tabula/>
- LANUV. (2013). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 - Windenergie, LANUV-Fachbericht 40*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV).
- LANUV. (2014). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 3 - Biomasse-Energie, LANUV-Fachbericht 40*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV).
- LANUV. (2015). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 4 - Geothermie, LANUV-Fachbericht 40*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV).
- LANUV. (2019). *Potenzialstudie Industrielle Abwärme, LANUV-Fachbericht 96*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV).
- LANUV. (2021). *Energieatlas NRW, Bestandskarte*. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) Abgerufen am 23. September 2021 von <https://www.energieatlas.nrw.de/site/bestandskarte>
- LANUV. (2021). *Solarkataster*. Abgerufen am 27. September 2021 von https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2018). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide, Recent Monthly Average Mauna Loa CO2*. Abgerufen am 24. August 2021 von <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html>
- Öko-Institut / Fraunhofer ISI. (2015). *Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit*. Öko-Institut e.V. und Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Berlin und Karlsruhe.
- Sonnberger, M. (2014). *Weniger provoziert Mehr. Energieeffizienz bei Gebäuden und der Rebound-Effekt*. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau, Stuttgart.

Statistisches Bundesamt. (2011). *Ergebnisse des Zensus 2011*. Abgerufen am 10. September 2021 von <https://ergebnisse2011.zensus2022.de/datenbank/online>

Statistisches Landesamt. (2020). *Kommunalprofil Havixbeck*. Düsseldorf: Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW).

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
BISKO	Bilanzierungs-Standard Kommunal
CH ₄	Summenformel für Methan
CO ₂	Summenformel für Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
gCO ₂ e/kWh	Einheit für Gramm Kohlendioxid-Äquivalente pro Kilowattstunde
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
ifeu	Institut für Entsorgung und Umwelttechnik
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kWh	Einheit für Kilowattstunde
kWh/a	Einheit für Kilowattstunden pro Jahr
kWh/m ²	Einheit für Kilowattstunden pro Quadratmeter
LCA	Life-Cycle-Analysis
LKW	Lastkraftwagen
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Einheit für Megawattstunde
MWh/a	Einheit für Megawattstunden pro Jahr
N ₂ O	Summenformel für Lachgas
ÖPFV	Öffentlicher Personenfernverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ppm	Einheit für Parts per million
SF ₆	Summenformel für Schwefelhexafluorid
t	Einheit für Tonne
tCO ₂ e	Einheit für Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente
THG	Treibhausgas