

Integriertes Klimaschutzkonzept für die Gemeinde Kleinmachnow 2035

Projektpartner

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

Auftraggeber

Gemeinde Kleinmachnow
Adolf-Grimme-Ring 10
14532 Kleinmachnow

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Ella-Barowsky-Str. 44
10829 Berlin

Ansprechpartner: Kiduk Moon

Ansprechpartnerin: Dr. Gabi Zink-Ehlert



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis..... | 3 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 5 |
| Tabellenverzeichnis..... | 7 |
| 1 Einleitung..... | 8 |
| 1.1 Hintergrund und Motivation | 9 |
| 1.2 Ablauf und Projektzeitenplan..... | 9 |
| 2 Rahmenbedingungen in der Gemeinde Kleinmachnow | 10 |
| 2.1 Kommunale Basisdaten und Lage Gemeinde Kleinmachnow | 10 |
| 2.1.1 Einwohnerentwicklung..... | 10 |
| 2.1.2 Flächennutzung | 10 |
| 2.1.3 Gebäudestruktur | 11 |
| 2.1.4 Erwerbstätige und wirtschaftliche Situation | 11 |
| 2.1.5 Verkehrssituation | 12 |
| 2.2 Bereits realisierte Projekte in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien in der Gemeinde Kleinmachnow | 12 |
| 3 Energie- und Treibhausgasbilanz..... | 14 |
| 3.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO | 14 |
| 3.1.1 Bilanzierungsprinzip im stationären Bereich..... | 14 |
| 3.1.2 Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr | 15 |
| 3.2 Datenerhebung des Energiebedarfs der Gemeinde Kleinmachnow | 16 |
| 3.3 Endenergiebedarf und THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow | 16 |
| 3.3.1 Endenergiebedarf der Gemeinde Kleinmachnow | 17 |
| 3.3.2 THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow | 20 |
| 3.4 Regenerative Energien | 22 |
| 3.4.1 Stromeinspeisung..... | 22 |
| 3.4.2 Wärme..... | 23 |
| 3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Energie- und THG-Bilanz | 24 |
| 4 Potenzialanalyse..... | 25 |
| 4.1 Private Haushalte..... | 26 |
| 4.2 Wirtschaft | 30 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3 | Verkehrssektor | 34 |
| 4.4 | Erneuerbare Energien..... | 38 |
| 4.4.1 | Windenergie | 38 |
| 4.4.2 | Sonnenenergie..... | 38 |
| 4.4.3 | Biomasse..... | 39 |
| 4.4.4 | Geothermie | 40 |
| 4.4.5 | Industrielle Abwärme | 43 |
| 4.4.6 | Wasserkraft | 43 |
| 4.4.7 | Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien | 44 |
| 5 | Szenarien zur Energieeinsparung | 47 |
| 5.1 | Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario..... | 47 |
| 5.2 | Schwerpunkt: Wärme | 48 |
| 5.3 | Schwerpunkt: Verkehr | 51 |
| 5.4 | Schwerpunkt: Strombedarf und erneuerbare Energien | 53 |
| 5.5 | End-Szenarien: Endenergiebedarf und THG-Emissionen | 56 |
| 5.6 | End-Szenarien: THG-Emissionen gesamt | 57 |
| 5.7 | Treibhausgasneutralität | 59 |
| 5.8 | Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für die Gemeinde Kleinmachnow | 60 |
| 6 | Klimaziele der Gemeinde Kleinmachnow | 62 |
| 6.1 | Quantitative Klimaziele | 62 |
| 6.2 | Qualitative Klimaziele | 62 |
| 7 | Handlungsfelder und Maßnahmen..... | 63 |
| 8 | Verstetigungsstrategie..... | 64 |
| 9 | Controlling der Klimaschutzarbeit | 65 |
| 10 | Kommunikationsstrategie | 67 |
| 10.1 | Netzwerk Klimaschutzakteure | 67 |
| 10.2 | Öffentlichkeitsarbeit | 69 |
| 11 | Zusammenfassung..... | 72 |
| 12 | Literaturverzeichnis | 74 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1-1: Entwicklung der CO ₂ -Konzentration in der Atmosphäre, Quelle: (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018) | 8 |
| Abbildung 2-1: Lage Gemeinde Kleinmachnow, Quelle (Postleitzahlen Deutschland, 2022) | |
| Abbildung 2-2: Baualtersklassen des Gebäudebestands nach Baujahr im Vergleich zu Brandenburg und dem Kreis Potsdam-Mittelmark, Quelle: (eigene Darstellung auf Grundlage der Zensus-Daten 2011)..... | 11 |
| Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow nach Sektoren, Quelle: (Eigene Berechnung) | 17 |
| Abbildung 3-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch 2018, Quelle: (Eigene Berechnung) | 18 |
| Abbildung 3-3: Prozentuale Anteile der Energiebedarfe nach Energieformen 2018, Quelle: (Eigene Berechnung) | 18 |
| Abbildung 3-4: Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur, Quelle: (Eigene Berechnung)..... | 19 |
| Abbildung 3-5: THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow nach Sektoren, Quelle: (Eigene Berechnung)..... | 20 |
| Abbildung 3-6: Prozentualer Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen 2018, Quelle: (Eigene Berechnung)... | 20 |
| Abbildung 3-7: THG-Emissionen der Gemeinde nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur, Quelle: (Eigene Berechnung) | 21 |
| Abbildung 3-8: Stromerzeugung aus EE- und KWK-Anlagen in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) | 22 |
| Abbildung 3-9: Prozentualer Anteil erneuerbare Energien (Strom) der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) | 23 |
| Abbildung 3-10: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)..... | 23 |
| Abbildung 3-11: Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) | 24 |
| Abbildung 4-1: Entwicklung des Anteils sanierter Gebäude in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien, Quelle: (Eigene Darstellung)..... | 27 |
| Abbildung 4-2: Einsparpotenziale bis zum Zieljahr 2035 in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien inkl. Gegenüberstellung der maximalen Einsparpotenziale bei Vollsanierung, Quelle: (Eigene Darstellung) | 28 |
| Abbildung 4-3: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Sektor private Haushalte im Trend- und Klimaschutzszenario, Quelle: (Eigene Darstellung) | 29 |
| Abbildung 4-4: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien, Quelle: (dena, 2014) | 30 |
| Abbildung 4-5: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wirtschaft - Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) | 32 |
| Abbildung 4-6: Strom- und Brennstoffbedarf nach Anwendungsbereichen im Ausgangs- und Zieljahr – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)..... | 33 |
| Abbildung 4-7: Entwicklung der Fahrleistungen im Trendszenario – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) | 35 |

Abbildung 4-8: Entwicklung der Fahrleistungen im Klimaschutzscenario - Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) 35

Abbildung 4-9: Entwicklung der Fahrleistung bei fossilen und alternativen Antrieben – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) 36

Abbildung 4-10: Einsparpotenziale für den Sektor Verkehr – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung) 37

Abbildung 4-11: Photovoltaik-Potenziale Dachflächen Ausschnitt Gemeinde Kleinmachnow – Auszug Solaratlas Brandenburg, Quelle: (Brandenburg E. , 2022) 39

Abbildung 4-12: Ausschnitt Gemeinde Kleinmachnow: Wasserschutzgebiete und Untersuchungspunkt, Quelle: (Brandenburg L. , 2022) 41

Abbildung 4-13: Wärmeleitfähigkeit des Bodens bis 100m Tiefe am Untersuchungspunkt in Kleinmachnow Quelle: (Brandenburg L. , 2022) 42

Abbildung 4-14: Einsatzgebiete verschiedener Technologien zur Nutzung von Wasserkraft in Abhängigkeit von Fallhöhe, Durchfluss und Leistung (Quelle: (Graz, 2013)) 44

Abbildung 5-1: Entwicklung Wärmebedarf im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung) 48

Abbildung 5-2: Zukünftiger Wärmebedarf im Klimaschutzscenario, Quelle (Eigene Berechnung) 49

Abbildung 5-3: Entwicklung Wärmebedarf der Haushalte im Klimaschutzscenario, Quelle: (Eigene Darstellung) 50

Abbildung 5-4: Entwicklung Wärmebedarf der Wirtschaft im Klimaschutzscenario, Quelle: (Eigene Darstellung) 51

Abbildung 5-5: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten) 52

Abbildung 5-6: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Klimaschutzscenario, Quelle: (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten) 52

Abbildung 5-7: Entwicklung des Strombedarfs im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung) 53

Abbildung 5-8: Entwicklung des Strombedarfs im Klimaschutzscenario, Quelle: (Eigene Berechnung) 54

Abbildung 5-9: Kommunenspezifischer Ausbaupfad der Erneuerbaren Energien und Gegenüberstellung des Maximalpotenzials bis zum Zieljahr 2045, Quelle: (Eigene Berechnung) 55

Abbildung 5-10: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnung) 56

Abbildung 5-11: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzscenario bis 2045, Quelle: (Eigene Berechnung) 57

Abbildung 5-12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung) 58

Abbildung 5-13: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario 2045, Quelle: (Eigene Berechnung) 59

Abbildung 10-1: Akteursnetzwerk, Quelle: (DIFU 2011 – überarbeitet) 68

Abbildung 10-2: Struktur der Netzwerkarbeit 69

Abbildung 10-3: Einbindungsintensität in der Öffentlichkeitsarbeit, Quelle: (DifU, 2011) 70

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabelle 2-1: Flächennutzung in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2021)</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabelle 3-1: Emissionsfaktoren, Quelle: (Klima-Bündnis, 2022)</i> | <i>15</i> |
| <i>Tabelle 3-2: Datenquellen bei der Energie- und Treibhausgasbilanzierung</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabelle 3-3: THG-Emissionen pro Einwohner/in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnungen). 21</i> | |
| <i>Tabelle 4-1: Grundlagendaten und resultierender Energiebedarfsindex für Trend- und Klimaschutzszenario</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabelle 4-2: Leistung und Ertrag bei verschiedenen Durchflussmengen, Quelle: (Graz, 2013)</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabelle 4-3: Potenzieller Strom- und Wärmeertrag durch erneuerbare Energien</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabelle 5-1: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Klimaschutzszenario, Quelle: (Eigene Berechnung) ...</i> | <i>49</i> |
| <i>Tabelle 5-2: Entwicklung des Strombedarfes in den Szenarien, Quelle: (Eigene Berechnung)</i> | <i>53</i> |
| <i>Tabelle 5-3: Zusammenfassung aus den Potenzialen und Szenarien Gemeinde Kleinmachnow</i> | <i>61</i> |
| <i>Tabelle 10-1: Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes</i> | <i>71</i> |

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 (HFKW)

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. „Pfungsturm 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.

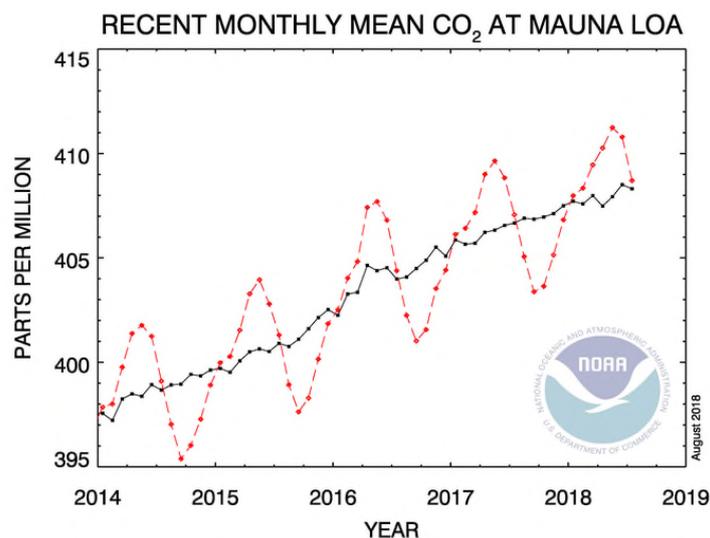


Abbildung 1-1: Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, Quelle: (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2018)

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.

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 Kleinmachnow 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, dass Kleinmachnow bis 2035 klimaneutral wird, hat sich die Gemeinde dazu entschlossen, die bisherige Energie- und Klimaschutzarbeit fokussiert voranzutreiben. (Drucksache Nr. 065/20 vom 04.06.2020)

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 Akteure in der Gemeinde zu verbinden. Mit der Unterstützung von Akteuren soll zielgerichtet auf die eigenen Klimaschutzziele hingearbeitet werden.

Die Erstellung des Klimaschutzkonzepts soll der Gemeinde Kleinmachnow 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 Kleinmachnow 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 Gemeinde sein, selbst tätig zu werden und weitere Akteure zum Mitmachen zu animieren. Nur über die Zusammenarbeit aller kann es gelingen, die gesteckten Ziele zu erreichen.

1.2 Ablauf und Projektzeitenplan

Zur erfolgreichen Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes bedarf es einer Vorarbeit und einer systematischen Projektbearbeitung. Hierzu sind unterschiedliche Arbeitsschritte notwendig, die aufeinander aufbauen und die relevanten Einzelheiten sowie die projektspezifischen Merkmale einbeziehen. Die Arbeitsbausteine zur Erstellung des integrierten Klimaschutzkonzepts bestehen aus drei Phasen und den nachfolgenden Bausteinen:

1. Phase: Datenerhebung und Analyse
 - Energie- und THG-Bilanz
 - Potenzialanalyse / Aufstellung Szenarien
2. Phase: Konkretisierung und Auswertung
 - Abstimmung der Ziele
 - Partizipationsprozesse

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

- Entwicklung des Maßnahmenkatalogs
3. Phase: Zusammenfassung der Ergebnisse
- Konkretisierung und Ausarbeitung des Maßnahmenkatalogs
 - Verstetigungs-, Controlling-, und Kommunikationsstrategie
 - Zusammenfassung in der Berichtserstellung

2 Rahmenbedingungen in der Gemeinde Kleinmachnow

Um einen Eindruck über die Rahmenbedingungen des integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzeptes zu gewinnen, wird nachfolgend die Gemeinde Kleinmachnow in Kürze vorgestellt. Dabei wird zum einen auf die kommunalen Basisdaten und zum anderen auf die Klimaschutz- und Klimaanpassungsaktivitäten, welche die Gemeinde Kleinmachnow bereits realisiert, eingegangen.

2.1 Kommunale Basisdaten und Lage Gemeinde Kleinmachnow

Die Gemeinde Kleinmachnow grenzt im Süd-Westen an Berlin, liegt östlich von Potsdam und gehört zum Landkreis Potsdam-Mittelmark des Bundeslandes Brandenburg. Im Süden wird Kleinmachnow zu einem großen Teil vom Teltowkanal begrenzt. Markant ist das Bäketal und der Buschgraben, welche sich während der jüngsten Eiszeit als Schmelzwasserrinnen gebildet hat. Die Bäke führt jedoch seit dem Bau des Teltowkanals nur noch wenig Wasser. Der Bau des Teltowkanals und der Schleuse Kleinmachnow Anfang des 20. Jhd. führte zu einer stärkeren Entwicklung des Ortes. Die Gemeinde besteht aus zwei Ortsteilen. Die Siedlungsgebiete sind Dreilinden und Neubauersiedlung. Der höchste Punkt der Gemeinde ist der Seeberg mit 65 m ü. NN (Wikipedia, 2022). Mit einer Einwohnerzahl von rund 20.289 Einwohnern und einer Fläche von ca. 11,91 km² weist die Gemeinde eine Bevölkerungsdichte von 1.704 Einwohnern pro km² auf (Gemeinde Kleinmachnow, 2021).



Abbildung 2-1: Lage Gemeinde Kleinmachnow, Quelle (Postleitzahlen Deutschland, 2022)

2.1.1 Einwohnerentwicklung

Die Gemeinde Kleinmachnow verzeichnete in den vergangenen Jahren leicht sinkende Einwohnerzahlen. Nach Schätzungen des LBV (2030, 14.07.2021) von 2019 sinkt die Bevölkerungszahl Kleinmachnows um 7,3 % von 20.289 im Jahr 2022 auf voraussichtlich circa 19.450 im Jahr 2030. Damit geht die negative Einwohnerentwicklung Kleinmachnows einher mit der Einwohnerentwicklung des Kreises Potsdam Mittelmark.

2.1.2 Flächennutzung

Die Fläche der Gemeinde Kleinmachnow umfasst 11.94 Hektar und wird wie in *Tabelle 2-1* dargestellt, genutzt.

Tabelle 2-1: tatsächliche Flächennutzung in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2021)

| | | Hektar | Anteil in % | Anteil in % |
|-------------------|----------------|--------|-------------|-------------|
| Vegetation | davon | 387 | 32,5 | |
| | Landwirtschaft | 47 | | 3,9 |
| | Wald | 325 | | 27,3 |
| Siedlung | davon | 590 | 49,5 | |

| | | | |
|-----------------|------------------------------|-------|------|
| | Wohnbaufläche | 424 | 35,6 |
| | Industrie- und Gewerbefläche | 67 | 5,6 |
| Verkehr | davon | 180 | 15,1 |
| | Straßenverkehr | 156 | 13,1 |
| Gewässer | | 34 | 2,9 |
| Summe | | 1.191 | 100 |

2.1.3 Gebäudestruktur

Laut dem Zensus 2011 hat die Gemeinde Kleinmachnow 5.655 Gebäude mit Wohnraum, worin sich insgesamt 8.246 Wohnungen befinden. Nach der Art des Gebäudetyps nimmt den größten Anteil freistehende Häuser mit insgesamt 3.092 Gebäuden ein. Weitere Gebäudetypen in der Gemeinde sind 960 Doppelhaushälften, 561 Reihenhäuser sowie 148 Wohnhäuser, die dem Bereich andere Gebäudetypen zugeschrieben werden. Ein großer Teil der Gebäude ist in der Vorkriegszeit erbaut worden und somit vor den ersten gesetzlichen Regelungen zum Wärmeschutz. Aufgeschlüsselt nach Baujahr sind 48 % der Immobilien, insgesamt 2.715 Gebäude, in den Jahren vor 1949 entstanden. Ca. 45% der Gebäude, das entspricht rund 2.500 Stück, sind nach der Wende gebaut worden. In den Jahren 1949 bis 1989 gab es nur geringe Bautätigkeiten. (Statistisches Bundesamt, 2011).

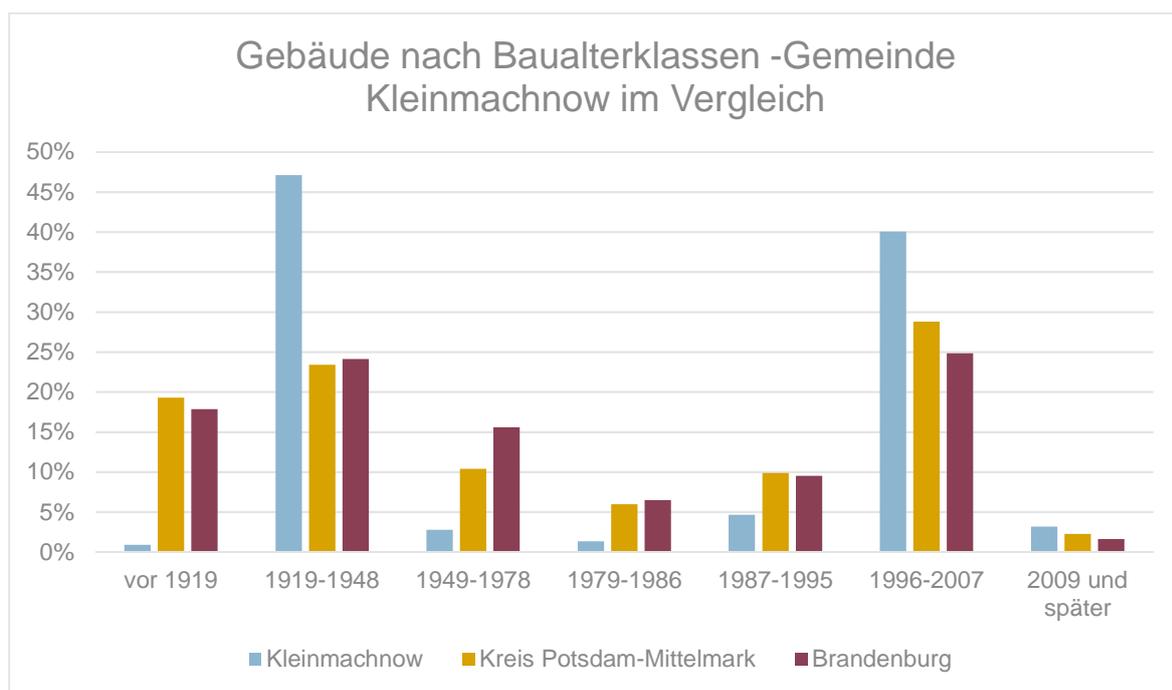


Abbildung 2-2: Baualterklassen des Gebäudebestands nach Baujahr im Vergleich zu Brandenburg und dem Kreis Potsdam-Mittelmark, Quelle: (eigene Darstellung auf Grundlage der Zensus-Daten 2011)

Auffällig ist, dass die Verteilung der Bautätigkeit der Gemeinde Kleinmachnow von denen das Landes und des Kreises stark abweicht. Sowohl im Land als auch im Kreis wurde vor 1919 und zwischen 1949 und 1989 deutlich mehr gebaut als in Kleinmachnow.

2.1.4 Erwerbstätige und wirtschaftliche Situation

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten lag im Jahr 2019 bei insgesamt 6.171 Personen. Kategorisiert nach Wirtschaftszweig zeigt sich, dass 6 Prozent im sekundären Sektor, im produzierenden Gewerbe tätig waren. Der tertiäre Sektor nimmt mit 94% den größten Beschäftigungsanteil ein, darunter 19 Prozent im

Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und weitere 22 Prozent sonstige Dienstleistungen. Der primäre Sektor, die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei spielen keine Rolle in der Gemeinde (Arbeit, 2022). Insgesamt weist die Gemeinde ein nahezu ausgeglichenes Pendlersaldo auf.

2.1.5 Verkehrssituation

Die Gemeinde Kleinmachnow verfügt über eine gute Anbindung an die umliegenden Städte und an das Autobahnnetz über die Bundesstraße 1, sowie die Autobahn 115. Innerhalb kurzer Zeit lässt sich über diese Verbindungen Berlin erreichen. Weiterhin ist die Gemeinde über den Teltowkanal im Süden über den Griebnitzsee mit der Havel verbunden. Auch international ist die Gemeinde Kleinmachnow gut angebunden. Der „Berlin Brandenburg Airport“ (BER) ist mit etwa 23 km Entfernung in etwa 30 Minuten zu erreichen.

Der öffentliche Nahverkehr wird insbesondere durch mehrere Regionalbusse bedient. Die S-Bahnhöfe Zehlendorf und Nikolassee des Berliner Nahverkehrsnetzes sind in unmittelbarer Nähe. Der Fernverkehr läuft ebenfalls über Berlin. Vorhandene Radwege und eine gute Infrastruktur ergänzen das Verkehrsangebot der Gemeinde.

2.2 Bereits realisierte Projekte in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien in der Gemeinde Kleinmachnow

Im Juni 2020 hat die Gemeindevertretung beschlossen, dass die Gemeinde Kleinmachnow bis 2035 klimaneutral werden soll und diese Zielsetzung durch ein Klimaschutzkonzept umgesetzt werden soll.

2021 wurde ein Klimaschutzmanager für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes unbefristet eingestellt.

Neben der Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes arbeitet und realisierte die Gemeinde Kleinmachnow weitere Projekte wie z.B.:

- Seit 2004 Mitglied im Klima-Bündnis
- Erstellung eines gemeinsamen Klimaschutzkonzeptes/Klimaschutzprogramms zusammen mit Teltow 2011, gemeinsamer Klimaschutzmanager mit der Gemeinde Teltow
- Erstellung einer Potenzialanalyse zur energieeffizienten und nachhaltigen Entwicklung eines Wohn- und Gewerbegebietes in Kleinmachnow
- Voruntersuchungen zur Nutzung von Wasserkraft an der Kleinmachnower Schleuse
- Diverse Sanierungen der kommunalen Einrichtungen und Einsatz erneuerbarer Energien
- 2018 Erstellung eines Konzeptes zur Nachhaltigen Verkehrsentwicklung, das sich bereits in der Umsetzung befindet
- Bürgersolaranlage auf der Maxim Gorki Gesamtschule
- Modernisierung der Straßenbeleuchtung mit Umstellung auf LED
- Intelligente Beleuchtungstechnik und Umrüstung auf LED für die öffentlichen Einrichtungen
- Wiederholte Teilnahme am Projekt Stadtradeln: Ersparnis von 9 Tonne CO₂ durch 58.104 geradelte Kilometer
- Förderung von Solaranlagen durch die Gemeinde Kleinmachnow seit Juli 2022
- Beheizung des Freibades Kiebitzberge mit 700 m² Schwimmbadabsorbern
- Bezug von Ökostrom für die kommunalen Liegenschaften
- Jährliche Lampentauschaktion auf dem Marktplatz
- Zwei E-Bike Mobilstation mit E-Bikes zum Ausleihen
- Natürliche und ökologische Gestaltung öffentlicher Grünanlagen und Parks mit bienenfreundlichen Blühwiesen mit extensiver Mahd

Auch in Sachen Nutzung erneuerbarer Energien ist die Gemeinde Kleinmachnow bereits aktiv. 2019 wurden bereits 1.567 MWh Strom durch erneuerbare Energieträger gewonnen, etwa ein Drittel davon über Photovoltaik.

Das Klimaschutzkonzept baut auf den bereits durchgeführten Umweltschutzmaßnahmen und geschaffenen

Strukturen im Gemeindegebiet auf und versucht den Klimaschutz in der Gemeinde weiter voranzutreiben und maßnahmenorientiert zu gestalten sowie umzusetzen.

3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Zur Bilanzierung wurde die internetbasierte Plattform „Der 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 Treibhausgas (THG)-Emissionen.

3.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO

Im Rahmen der Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen der Gemeinde Kleinmachnow 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 weitest gehenden 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 miteinbezogen 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).

3.1.1 Bilanzierungsprinzip im stationären Bereich

Unter BSKO 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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) 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, inklusive energiebezogener Vorketten, in die Berechnung mit ein (Life Cycle Analysis (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 Stadtgrenzen 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 3-1: Emissionsfaktoren, Quelle: (Klima-Bündnis, 2022)

| Emissionsfaktoren je Energieträger - LCA-Energie für das Jahr 2019 | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Energieträger | g CO ₂ Äq./kWh | Energieträger | g CO ₂ Äq./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 |

3.1.2 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 Stadtgebiet darzustellen, inkludiert die nachfolgend dargestellte Bilanz jedoch alle Verkehrs- bzw. Straßenkategorien. Erst in der Potenzialanalyse wird der Autobahnanteil aus der Berechnung ausgeschlossen, da die Stadt 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).

3.2 Datenerhebung des Energiebedarfs der Gemeinde Kleinmachnow

Der Endenergiebedarf der Gemeinde Kleinmachnow ist in der Bilanz differenziert nach Energieträgern berechnet worden. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (z. B. Strom und Erdgas) sind von der WFBB Energie bereitgestellt worden, die wiederum die Daten von den zuständigen Netzbetreibern erhält. Die Angaben zum Ausbau erneuerbarer Energien stützen sich auf die EEG-Einspeisedaten und wurden ebenfalls von der WFBB Energie bereitgestellt.

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. Umweltwärme und Solarthermie wurden ebenfalls von der WFBB Energie bereitgestellt. Heizöl, Biomasse, Flüssiggas und Steinkohle wurden aus den Schornsteinfegerdaten berechnet.

Die Erfassung der Bedarfsmengen aller nicht durch die Netzbetreiber bereitgestellten Daten erfolgte durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** fasst die genutzten Datenquellen für die einzelnen Energieträger zusammen.

Table 3-2: Datenquellen bei der Energie- und Treibhausgasbilanzierung

| Datenerhebung im Rahmen der Energie- und THG-Bilanzierung 2016- 2019 | | | |
|--|---|-------------------|---|
| Energieträger | Quelle | Energieträger | Quelle |
| Strom | WFBB | Erdgas | WFBB |
| Heizstrom | | Reg. Energien | WFBB |
| Umweltwärme | WFBB | Solarthermie | WFBB |
| Heizöl | Schornsteinfeger | Flüssiggas | Schornsteinfeger |
| Biomasse | Schornsteinfeger | Biogas | Klimaschutzplaner (Bundeskennzahlen) |
| Braunkohle | - | Steinkohle | - |
| Fernwärme | - | Nahwärme | Zensus 2011 |
| Diesel/Biodiesel | Klimaschutzplaner (Bundeskennzahlen) | Benzin/Bioethanol | Klimaschutzplaner (Bundeskennzahlen) |

3.3 Endenergiebedarf und THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Kleinmachnow 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 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 einen hohen Einfluss auf die Energiebedarfe und THG-Emissionen von Landkreisen und Kommunen haben.

Im Folgenden werden die Endenergieverbräuche und die THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow dargestellt. Hierbei erfolgt zunächst eine Betrachtung des gesamten Gemeindegebiets sowie der einzelnen Sektoren. (vgl. etwa die nachfolgende Abbildung).

3.3.1 Endenergiebedarf der Gemeinde Kleinmachnow

Im Bilanzjahr 2018 ist in der Gemeinde Kleinmachnow **370.939 MWh** Endenergie verbraucht worden. Signifikante Tendenzen einer Zu- bzw. Abnahme des Endenergieverbrauches lassen sich seit 2016 nicht erkennen. (vgl. Abbildung 3-1).

Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern

Die Abbildung 3.1 zeigt, wie sich die Endenergieverbräuche der Bilanzjahre 2016 bis 2018 unter den Sektoren aufteilen. GHD bedeutet hier und in den folgenden Grafiken Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.

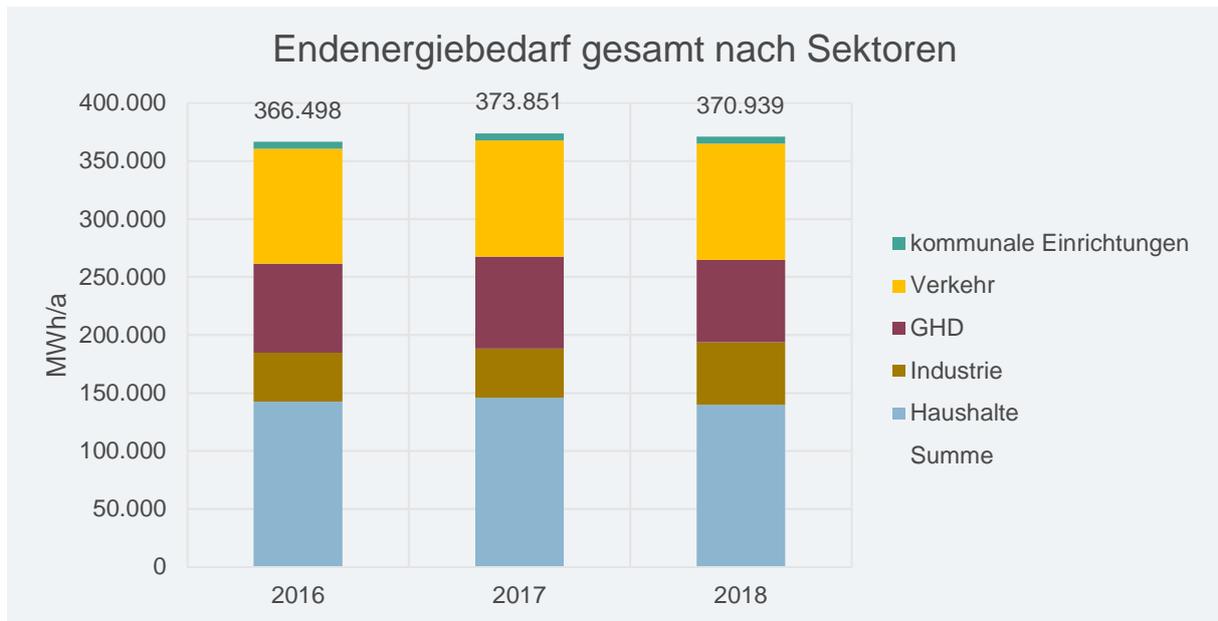


Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow nach Sektoren, Quelle: (Eigene Berechnung)

Die Abbildung 3-2 zeigt, dass der Haushaltssektor in Summe mit 38 % den größten Anteil ausmacht. Dem Sektor Wirtschaft sind 33 % (Industrie 19% und Gewerbe 15 %) des Endenergieverbrauches zuzuordnen. Der Sektor Verkehr hat einen Anteil von 27 % am Endenergieverbrauch. Der Sektor kommunale Einrichtungen macht den geringsten Anteil aus mit 2 %.

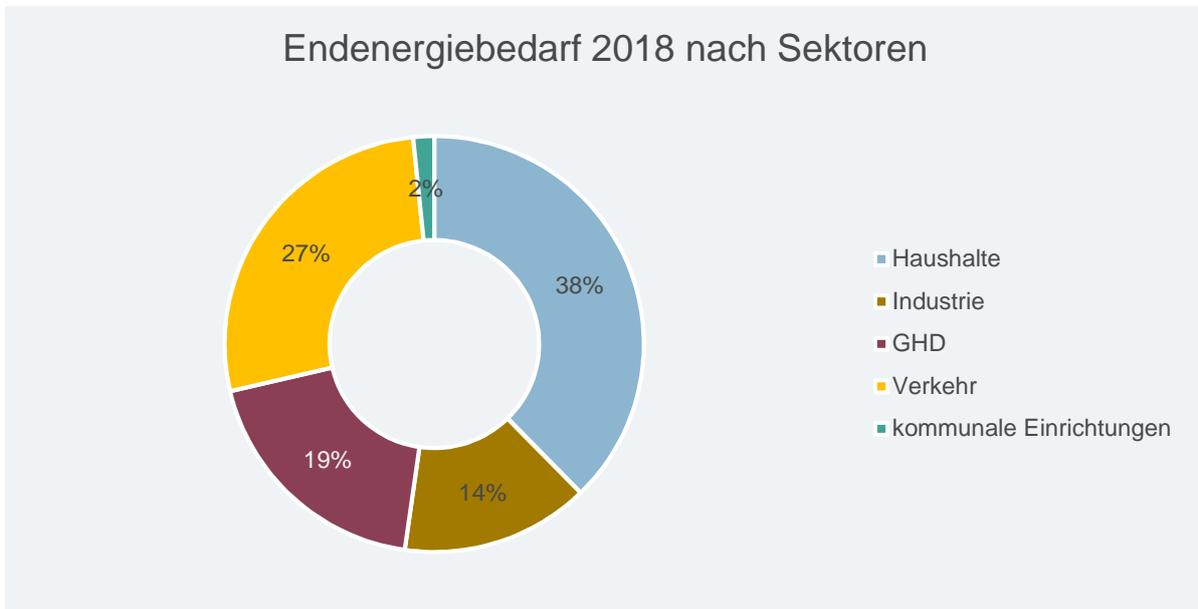


Abbildung 3-2: Prozentualer Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch 2018, Quelle: (Eigene Berechnung)

Endenergieverbrauch nach Energieformen

Wird der Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow hinsichtlich aller seiner Energieformen betrachtet, ergeben sich die in Abbildung 3-3 dargestellten Anteile.

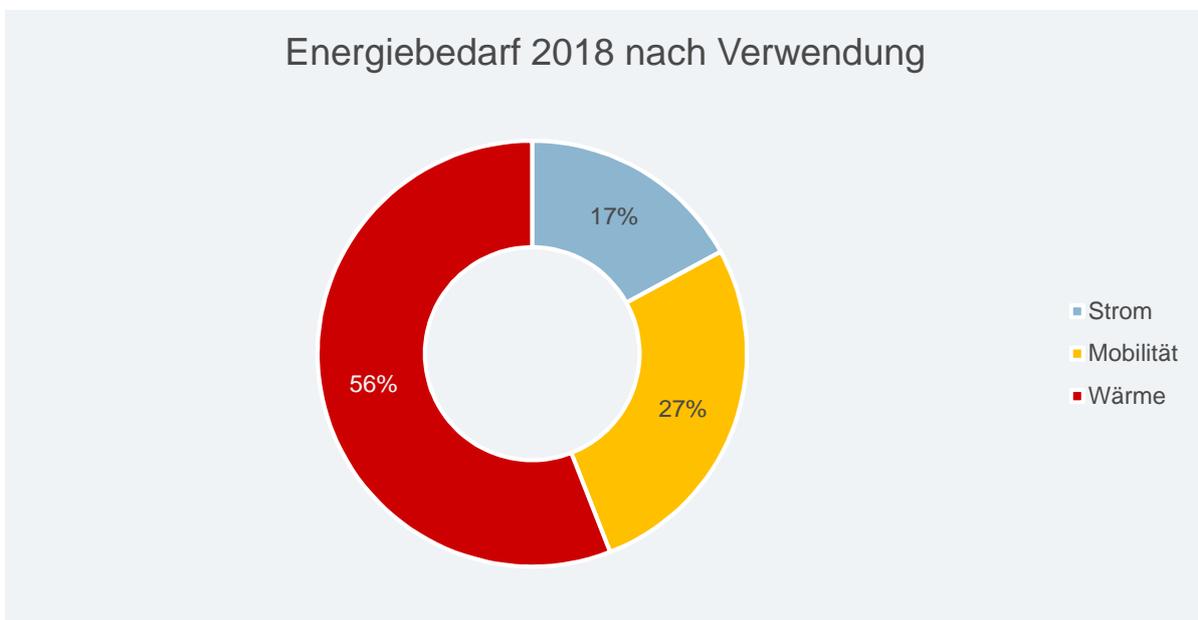


Abbildung 3-3: Prozentuale Anteile der Energiebedarfe nach Energieformen 2018, Quelle: (Eigene Berechnung)

Es wird ersichtlich, dass der größte Anteil mit 56 % der verbrauchten Energieträger von Wärme eingenommen wird. Danach folgt Mobilität (Benzin, Diesel) mit einem Anteil von 27 % und Strom mit 17 % am Endenergieverbrauch.

Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

Im Sektor Verkehr werden überwiegend Kraftstoffe wie Benzin und Diesel bilanziert. 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 Kleinmachnow summiert sich der Endenergieverbrauch der Gebäude und Infrastruktur im Jahr 2018 auf 270.625 MWh/a. Die Abbildung schlüsselt diesen Verbrauch nach Energieträgern auf, sodass deutlich wird, welche Energieträger überwiegend in der Gemeinde Kleinmachnow zum Einsatz kommen. Im Unterschied zur vorherigen Darstellungsweise, werden hier nicht mehr die Energieverbräuche aus dem Verkehrssektor betrachtet, so dass sich die prozentualen Anteile der übrigen Energieträger gegenüber dem Gesamtenergieverbrauch verschieben.

Der Energieträger Strom hat nach dieser Aufstellung im Jahr 2018 einen Anteil von ca. 23,4 % am Endenergieverbrauch. Als Brennstoff kommt, mit einem Anteil von 67,6 %, vorrangig Erdgas zum Einsatz. Danach folgt Heizöl mit 5,3 % am Endenergieverbrauch.

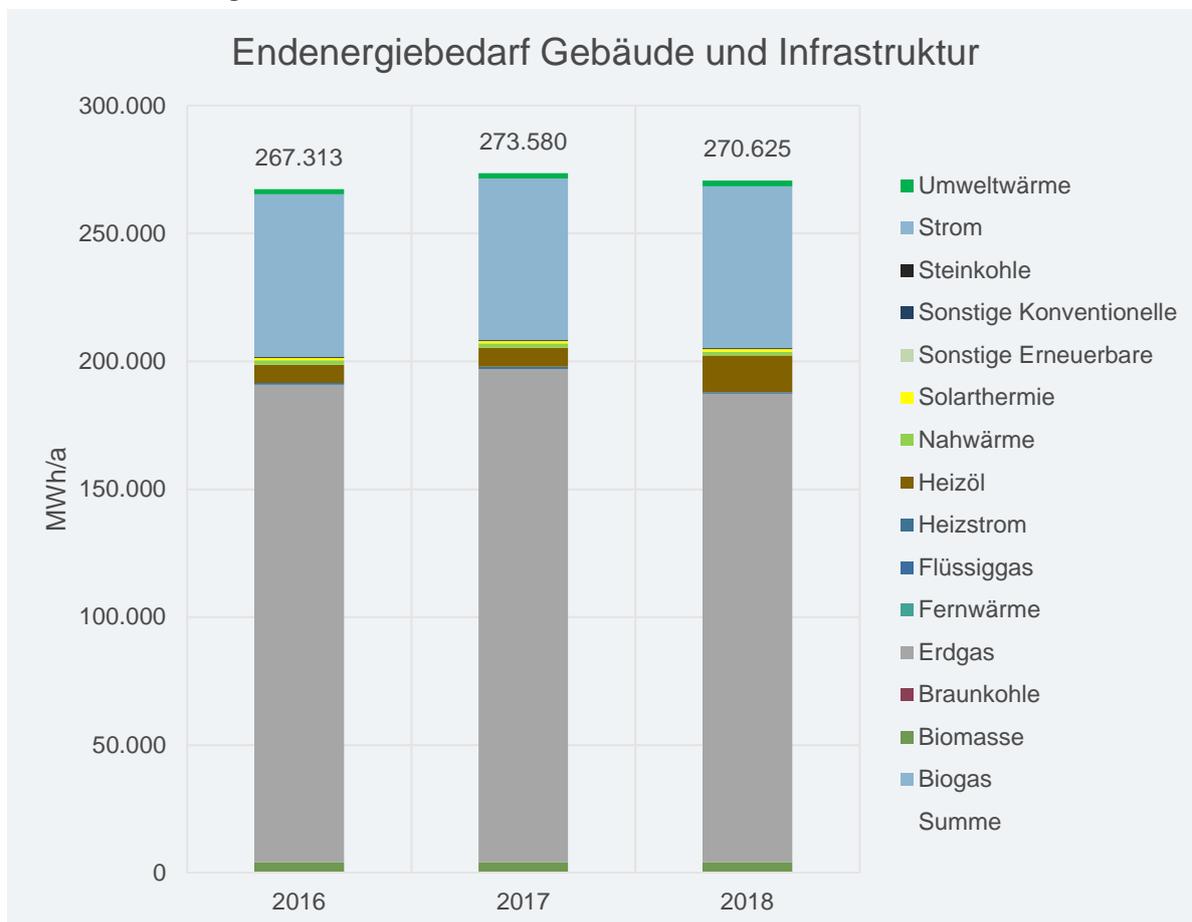


Abbildung 3-4: Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur, Quelle: (Eigene Berechnung)

3.3.2 THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow

Im Bilanzjahr 2018 sind **117.099 t CO₂-Äquivalente** (CO_{2eq}) im Gemeindegebiet Kleinmachnow ausgestoßen worden. In Abbildung 3-5 werden die Emissionen in CO₂-Äquivalenten nach Sektoren aufgeteilt dargestellt.

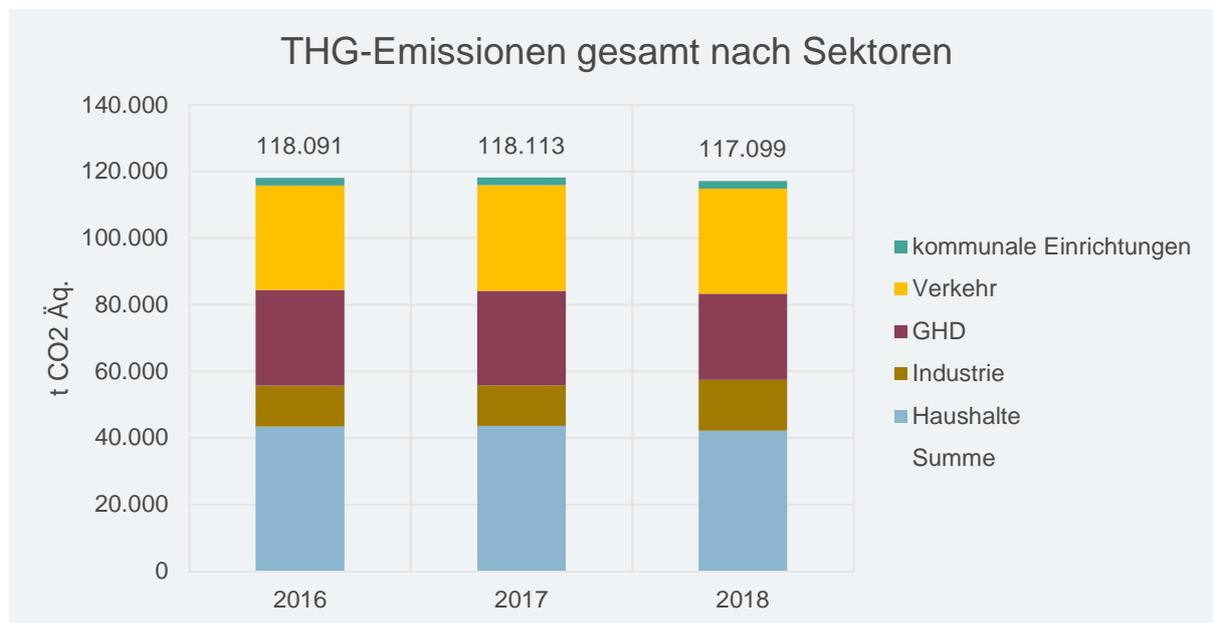


Abbildung 3-5: THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow nach Sektoren, Quelle: (Eigene Berechnung)

Im Jahr 2018 fällt der größte Anteil der THG-Emissionen auf den Sektor Haushalte, der insgesamt 36 % der Verbräuche ausmacht. Es folgt der Sektor Wirtschaft, der zusammengerechnet 35 % ausmacht (GHD: 22 %, Industrie: 13 %). Der Sektor Verkehr hat einen Anteil von 27 %. Die restlichen 2 % der THG-Emissionen entfallen auf die kommunalen Einrichtungen (vgl. Abbildung 3-6).

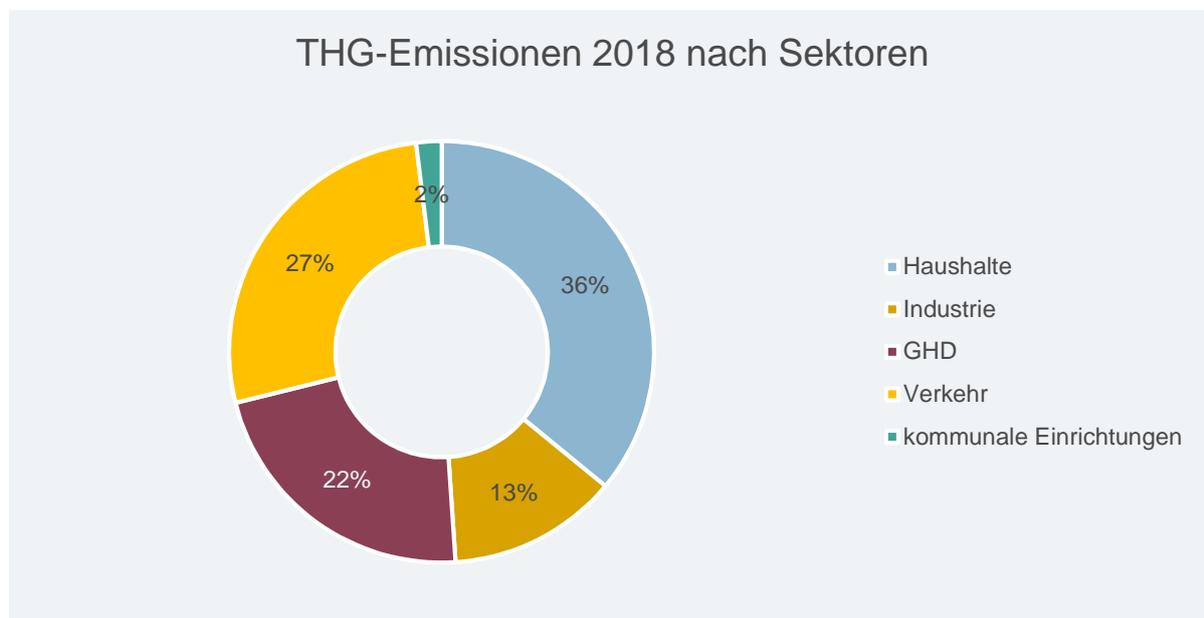


Abbildung 3-6: Prozentualer Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen 2018, Quelle: (Eigene Berechnung)

Gegenüber den absoluten Werten in Abbildung 3-5 werden die sektorspezifischen THG-Emissionen in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** auf die Einwohner/-innen der Gemeinde Kleinmachnow bezogen.

Tabelle 3-3: THG-Emissionen pro Einwohner/in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnungen)

| THG / EW | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Haushalte | 2,10 | 2,11 | 2,05 |
| Industrie | 0,59 | 0,59 | 0,74 |
| Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) | 1,39 | 1,38 | 1,26 |
| Verkehr | 1,52 | 1,54 | 1,54 |
| Kommune | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| Summe | 5,72 | 5,73 | 5,69 |

Bezogen auf die Einwohner/-innen der Gemeinde betragen die THG-Emissionen pro Person demnach rund 5,69 t im Bilanzjahr 2018. Damit liegt die Gemeinde unter dem bundesweiten Durchschnitt von 11,4 t/a.

In Abbildung 3-7 werden die aus den Energieverbräuchen resultierenden THG-Emissionen nach Energieträgern für die Gebäude und Infrastruktur dargestellt. Die THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur betragen 85.531 t CO₂Äq im Jahr 2018. In der Auswertung wird die Relevanz des Energieträgers Strom sehr deutlich: Während der Stromanteil am Endenergieverbrauch der Gebäude und Infrastruktur knapp 23,4 % beträgt, beträgt er an den THG-Emissionen rund 40,2 %. Ein klimafreundlicherer Strom-Mix mit einem geringeren Emissionsfaktor würde sich reduzierend auf die Höhe der THG-Emissionen aus dem Stromverbrauch auswirken.

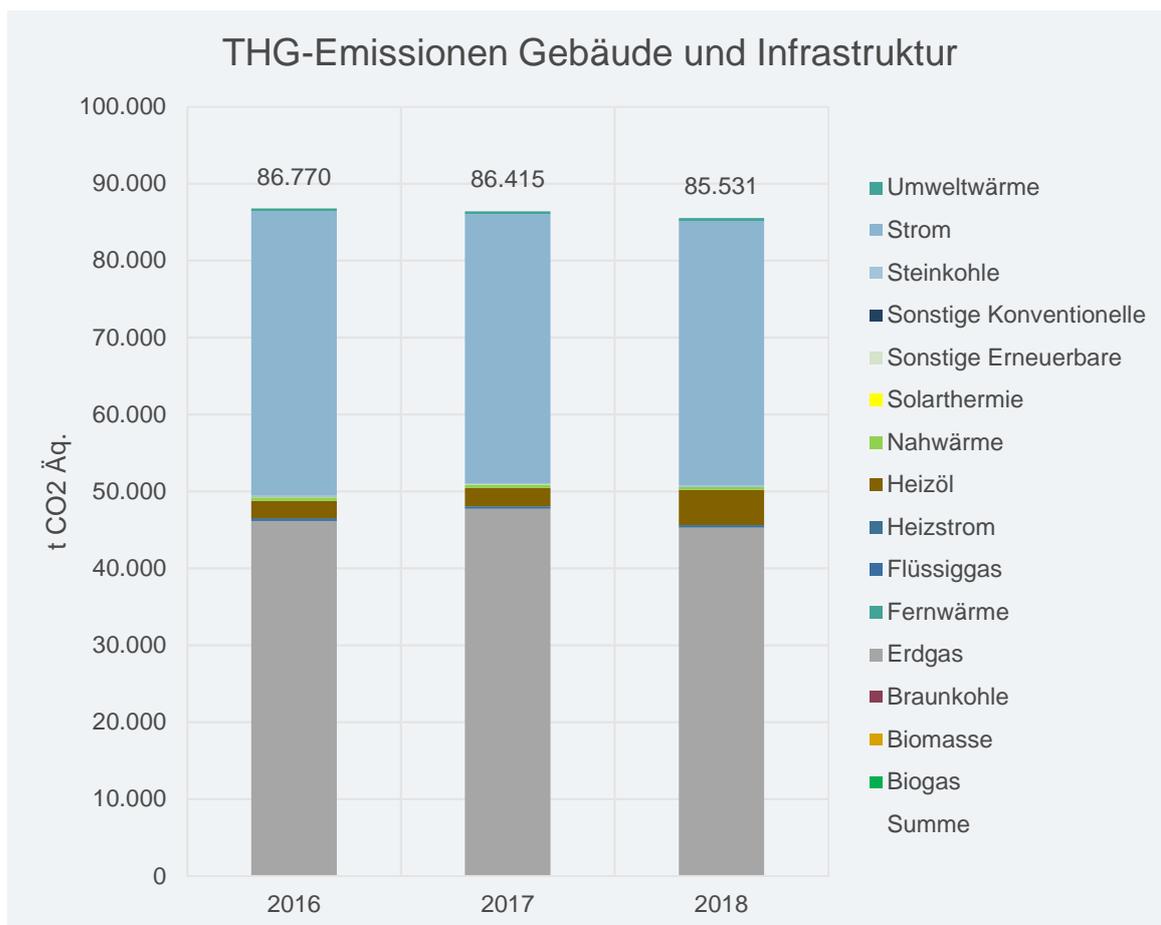


Abbildung 3-7: THG-Emissionen der Gemeinde nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur, Quelle: (Eigene Berechnung)

3.4 Regenerative Energien

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

3.4.1 Stromeinspeisung

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Die Abbildung 3-8 zeigt die EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für die Jahre 2011 bis 2018 von Anlagen in der Gemeinde Kleinmachnow. Mit 598 MWh in Bilanzjahr 2018 wurden in der Gemeinde rund 1 % des anfallenden Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien gewonnen. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergiebedarf betrug lediglich 0,2 %.

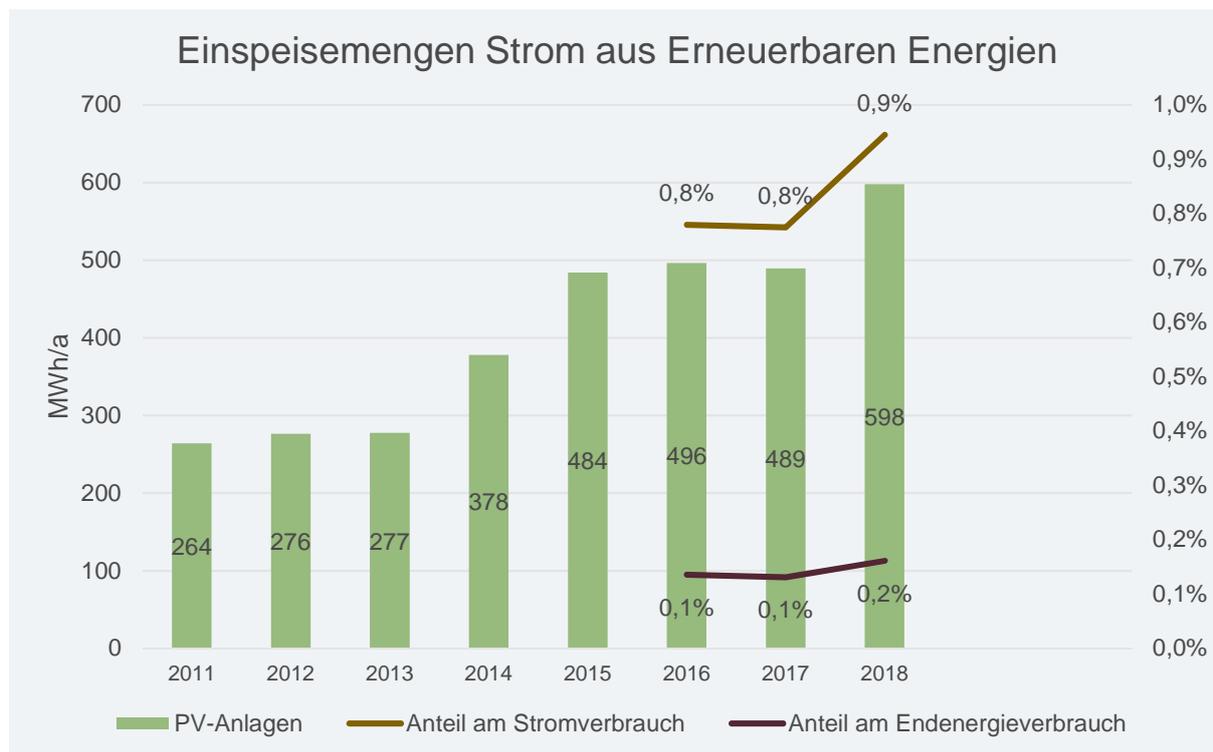


Abbildung 3-8: Stromerzeugung aus EE- und KWK-Anlagen in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Wie Abbildung 3-9 entnommen werden kann, gründete sich die Erzeugungsstruktur im Jahr 2018 mit einem Anteil von 100 % im Wesentlichen auf die Photovoltaik.

Innerhalb des betrachteten Zeitraums ist beim Photovoltaik-Strom eine steigende Tendenz zu erkennen.

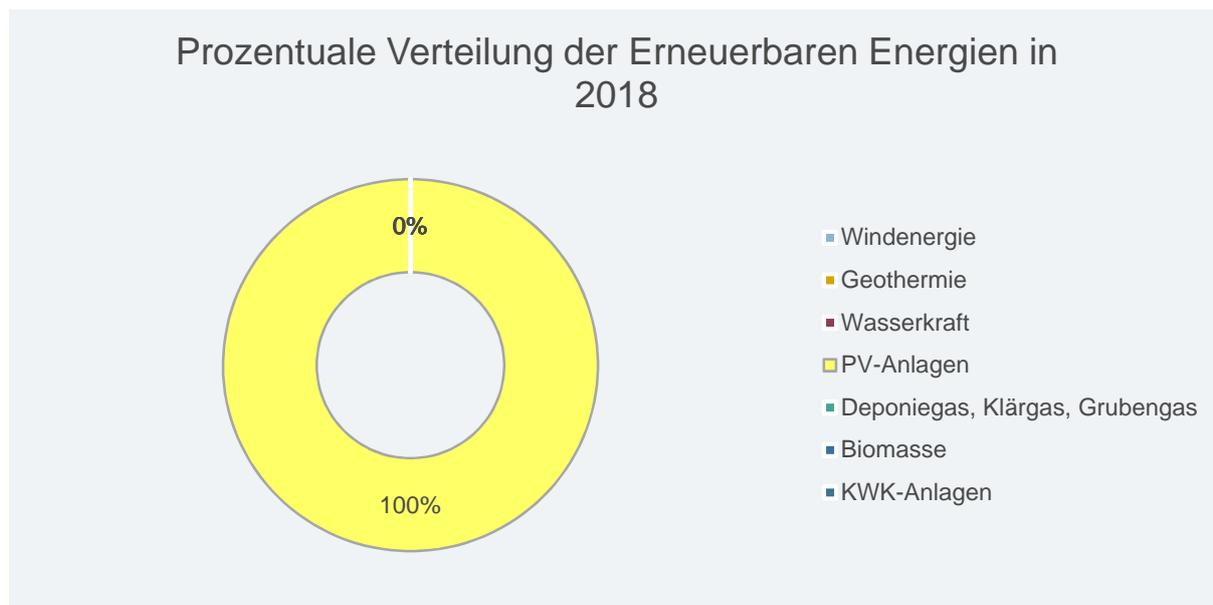


Abbildung 3-9: Prozentualer Anteil erneuerbare Energien (Strom) der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

3.4.2 Wärme

Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien ist zwischen 2016 und 2019 nur leicht von 6.976 auf 7.355 MWh angestiegen. Dieser Anstieg ist auf Solarthermie und Umweltwärme gleichermaßen zurückzuführen. Im Bilanzjahr 2018 entfielen die größten Anteile an der erneuerbaren Wärmebereitstellung auf Biomasse (57 %) und Umweltwärme (31 %). Solarthermie (13 %) macht lediglich einen geringen Anteil aus. Der Anteil der erneuerbaren am Gesamtwärmebedarf betrug 2018 nur 3,5%.

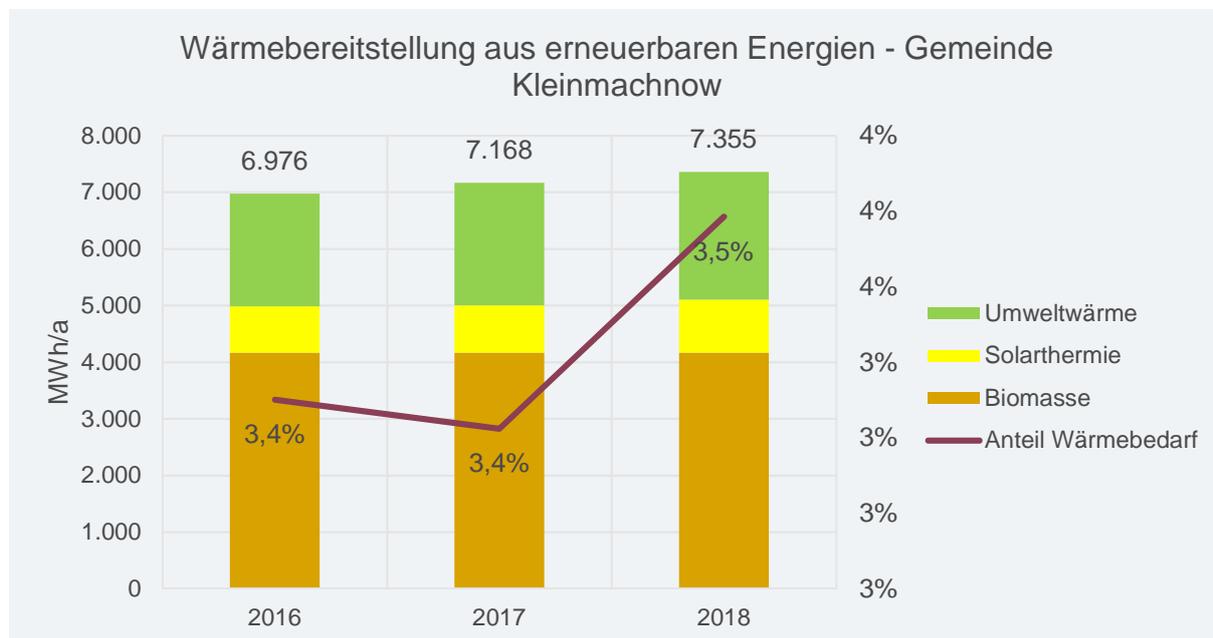


Abbildung 3-10: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

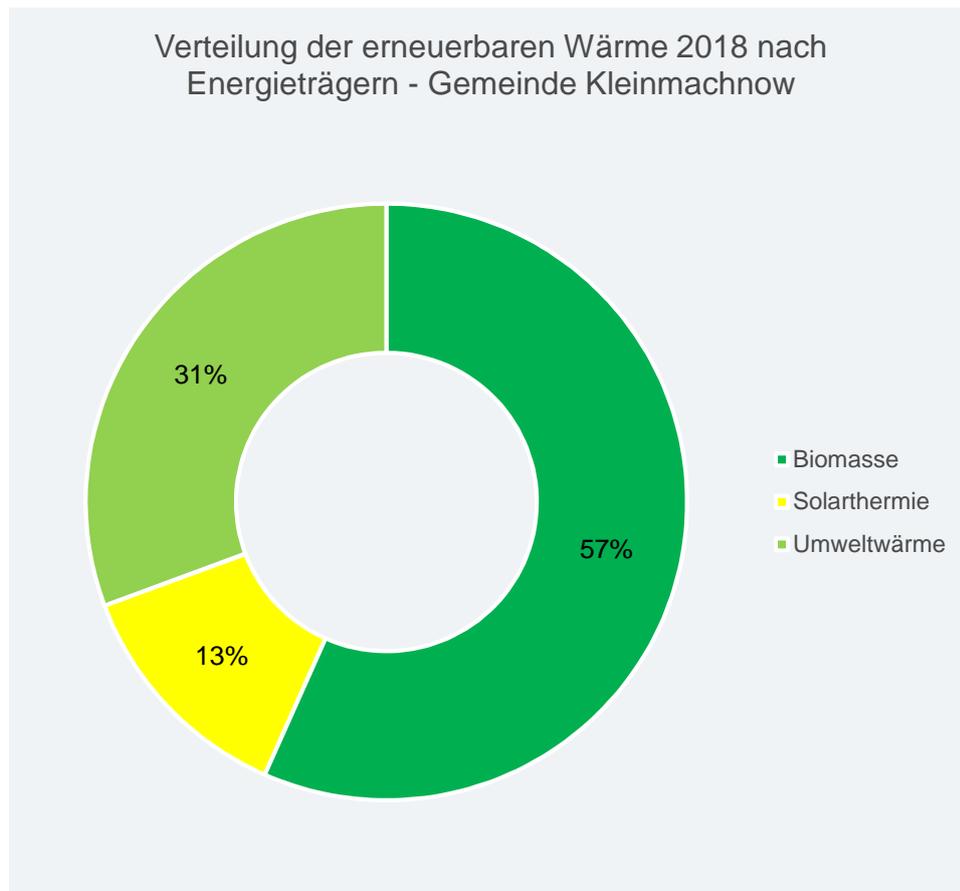


Abbildung 3-11: Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Energie- und THG-Bilanz

Der Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow beträgt insgesamt **370.939 MWh** im Jahr 2018. Die Verteilung des Endenergieverbrauchs zeigt, dass der Sektor Haushalte mit 38 % den größten Anteil ausmacht.

Die Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes für die Gebäude und Infrastruktur (umfasst die Sektoren Industrie, GHD, Haushalte und Kommunale Einrichtungen) ergab für den Energieträger Strom im Bilanzjahr 2018 einen Anteil von rund 23%. Bei den Brennstoffen kommt vorrangig Erdgas mit circa 68 % zum Einsatz.

Die aus dem Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow resultierenden Emissionen summieren sich im Bilanzjahr 2018 auf insgesamt **117.099 t CO₂-Äquivalente** (CO₂e). Die Anteile der Sektoren korrespondieren in etwa mit ihren Anteilen am Endenergieverbrauch. Der Sektor Haushalte ist hier mit 36 % der größte Emittent. Werden die THG-Emissionen auf die Einwohner bezogen, ergibt sich ein Wert von rund 5,69 t/a. Damit liegt Kleinmachnow unter dem bundesweiten Durchschnitt von 11,4 t/a.

Die Stromproduktion aus dezentralen Quellen im Gemeindegebiet nimmt zu, verglichen mit dem Stromverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow, einen Anteil von 1 % im Jahr 2018 ein, wobei ausschließlich PV-Anlagen den Strom produzieren.

4 Potenzialanalyse

Aufbauend auf den Ergebnissen der Energie- und THG-Bilanz wird nachfolgend eine Potenzialanalyse durchgeführt. Dabei werden die Potenziale für Energieeinsparung sowie -effizienz in den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft (Zusammenfassung aus GHD und Industrie) und Verkehr dargestellt und zum Teil bereits Szenarien herangezogen:

- Das „Trend“-Szenario, welches keine bis lediglich geringfügige Veränderungen in der Klimaschutzarbeit vorsieht
- Das „Klimaschutz“-Szenario, welches mittlere bis starke Veränderungen in Richtung Klimaschutz prognostiziert (siehe auch Kapitel 5.1)

Des Weiteren werden innerhalb der Potenzialanalyse die Potenziale im Ausbau der erneuerbaren Energien dargestellt.

Grundlage dieser Annahmen sind bundesweite Studien, die Prognosen für die Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr treffen. Die entsprechenden Studien der Potenzialanalyse werden nachfolgend in einer Übersicht dargestellt:

In der Potenzialanalyse verwendete Studien:

Sektor Private Haushalte

- ***Mehr Demokratie e.V., Bürgerbegehren Klimaschutz (2020):*** Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann.
- ***Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021):*** Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Sektor Wirtschaft (Zusammenfassung von Industrie und GHD)

- ***Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2021):*** Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2018 bis 2020 für die Sektoren Industrie und GHD, Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB).
- ***Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, Technische Universität München, IREES GmbH Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (2015):*** Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013, Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- ***Solar-Institut Jülich der FH Aachen in Koop. mit Wuppertal Institut und DLR (2016):*** Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung, Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz, Aachen 2016.

Sektor Verkehr

- ***Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI (2015):*** Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- ***Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021):*** Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Die Potenzialanalyse wird nach dem folgenden Schema durchgeführt:

- Abschätzung der Einsparpotenziale für die jeweiligen Sektoren nach Trend- und Klimaschutzszenario bis zum Zieljahr,
- Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien zur Substitution von Energieverbräuchen
- und in Kapitel 4 werden die ermittelten Einsparpotenziale sowie die Potenziale zum Ausbau der Erneuerbaren Energien zusammengebracht und dienen als Basis für die Erreichung der THG-Minderungspfade.

Damit bietet die Potenzialanalyse wichtige Ansatzpunkte zur Entwicklung von Maßnahmen.

Nachfolgend werden die Einsparpotenziale der Gemeinde Kleinmachnow in den Bereichen private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr sowie die erneuerbaren Energien betrachtet und analysiert.

4.1 Private Haushalte

Gemäß der in Kapitel 3 dargestellten Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Kleinmachnow entfallen im Jahr 2018 rund 20 % der Endenergie auf den Sektor der privaten Haushalte. Während rund 38 % der Endenergie auf den Strombedarf der privaten Haushalte zurückzuführen sind, nimmt der Wärmebedarf mit rund 81 % einen wesentlichen Anteil am Endenergiebedarf ein und weist somit ein erhebliches THG-Einsparpotenzial auf.

Wärmebedarf

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands können der Endenergiebedarf und damit die THG-Emissionen im Bereich der privaten Haushalte erheblich reduziert werden. Von zentraler Bedeutung sind dabei zum einen die Verbesserung der Effizienz der Gebäudehüllen sowie die Umstellung der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Energieträgern, wie etwa Wärmepumpen und Solarthermie (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

In der nachfolgenden Abbildung 4-1 sind fünf unterschiedliche Sanierungsszenarien und der jeweilige Anteil sanierter Gebäude im Zieljahr abgebildet:

- **Trendszenario:** Hier wird eine lineare Sanierungsrate von 0,8 % p. a. angenommen.
- **Klimaschutzszenario Handbuch Klimaschutz:** Hier steigt die Sanierungsrate von 0,8 % p. a. jährlich um 0,1 % auf maximal 2,8 % p. a. und ist danach gleichbleibend.
- **Klimaschutzszenario Klimaneutrales Deutschland 2045:** Hier steigt die Sanierungsrate ausgehend von 0,8 % p. a. auf 1,8 % p. a. und ist danach gleichbleibend.
- **Klimaschutzszenario Ariadne-Report:** Hier wird eine variable, stark schwankende Sanierungsrate angenommen, die im Maximum 2,3 % p. a. erreicht.
- **Klimaschutzszenario dena-Leitstudie:** Hier steigt die Sanierungsrate ausgehend von 0,8 % p. a. zu Beginn stark an auf 2,4 % p. a. und ist danach gleichbleibend.

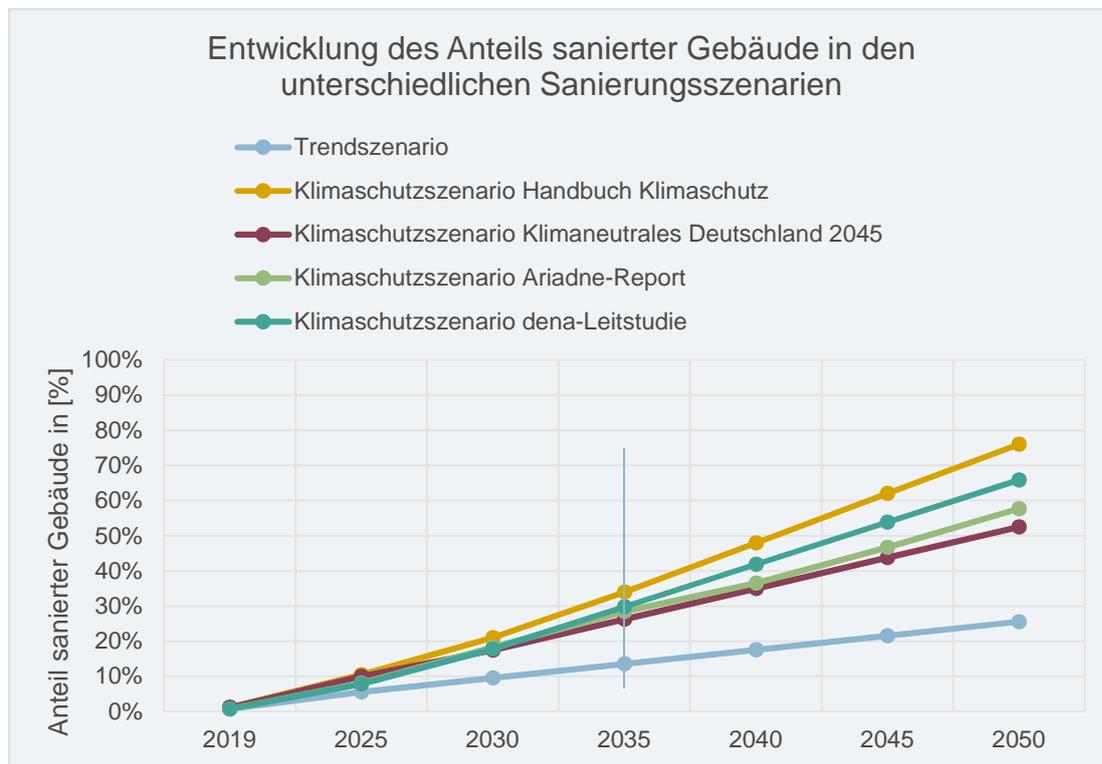


Abbildung 4-1: Entwicklung des Anteils sanierter Gebäude in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien, Quelle: (Eigene Darstellung)

Wie der vorangestellten Abbildung zu entnehmen, können auf Grundlage dieser Annahmen und Studien im Trendszenario bis zum Zieljahr 2035 lediglich 13,6 % der Gebäude saniert werden, während nach dem Sanierungspfad des Handbuchs Klimaschutz 34 % der Gebäude saniert wären. Die anderen Studien prognostizieren dagegen Werte innerhalb dieses Korridors.

Neben der Sanierungsrate spielt zudem die Sanierungstiefe eine entscheidende Rolle. Für die Szenarien wurden dabei folgende Annahmen getroffen:

- Trendszenario: Sanierungstiefe nach GEG-Standard (50 kWh/m²)
- Klimaschutzszenario: Sanierungstiefe nach EH55-Standard (21 kWh/m²) zwischen 2020 und 2030 sowie EH40-Standard (16 kWh/m²) nach 2030

Die nachfolgende

Abbildung 4-2 zeigt die möglichen Einsparpotenziale der unterschiedlichen Sanierungsszenarien. Als Referenzgröße werden hier zudem die maximalen Einsparmöglichkeiten bei Vollsanierung (Sanierung aller Gebäude) des Gebäudebestands im Trend- sowie im Klimaschutzszenario aufgezeigt. Bei einer Vollsanierung im Klimaschutzszenario können bestenfalls 76 % des Wärmebedarfs im Bereich der privaten Haushalte eingespart werden (100 % saniert bis 2045). Im Trendszenario würde eine Sanierungsrate von 100 % dagegen lediglich zu Einsparung in Höhe von 58 % führen. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Annahmen bzgl. der Sanierungstiefe (siehe oben).

Erfolgt die Sanierung nach dem Sanierungspfad Handbuch Klimaschutz können rund 47 % des Wärmebedarfs eingespart werden (siehe oben: 76 % der Gebäude sind bis zum Jahr 2045 saniert).

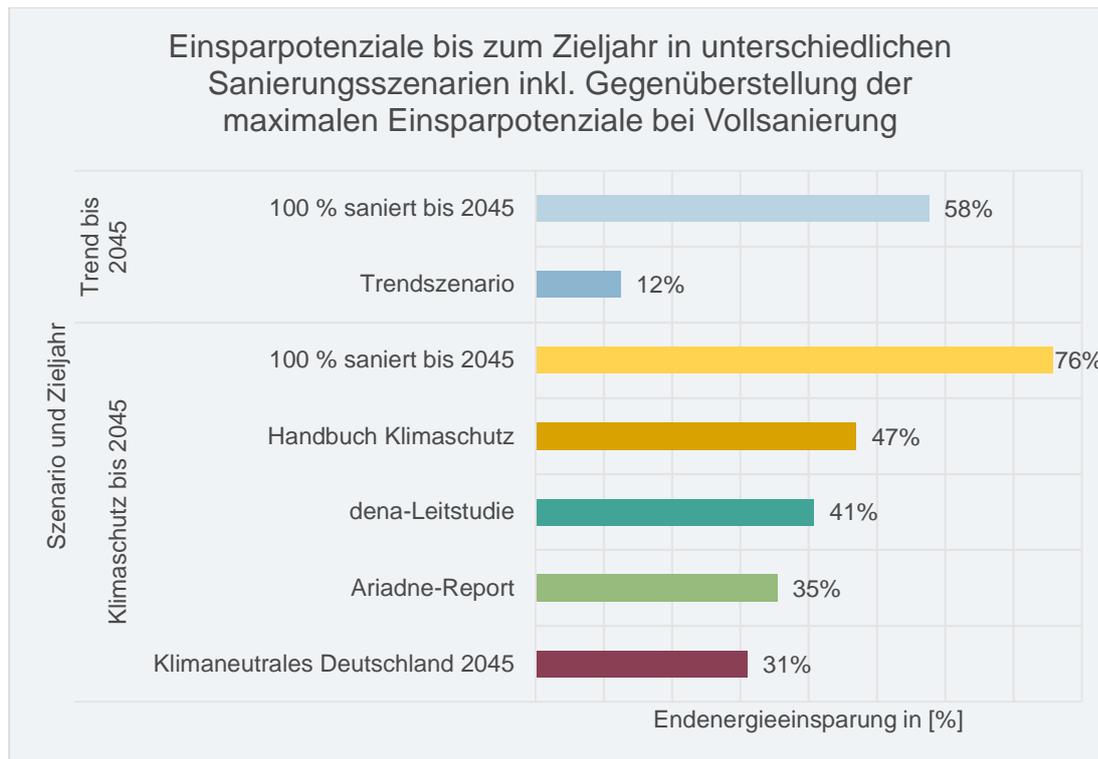


Abbildung 4-2: Einsparpotenziale bis zum Zieljahr 2035 in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien inkl. Gegenüberstellung der maximalen Einsparpotenziale bei Vollsaniierung, Quelle: (Eigene Darstellung)

Strombedarf

Grundlage für die Berechnung des Strombedarfs sind die Berechnungen der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“. Hier wird von einem Strombedarf von 127 TWh deutschlandweit im Jahr 2018 und 114 TWh im Jahr 2045 ausgegangen (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021). Mithilfe dieser Basiswerte wurde ein prozentualer Absenkpfad in 5-Jahres-Schritten berechnet. Damit nimmt der Strombedarf nach eigenen Berechnungen von 3.049 kWh pro Haushalt im Jahr 2020 um 14,6 % bis 2045 ab, sodass dieser einen Wert von 2.604 kWh pro Haushalt erreicht. Berücksichtigt sind hierbei etwa eine Effizienzsteigerung von Elektrogeräten und der Beleuchtung (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Einfluss des Nutzerverhaltens (Suffizienz)²

Im Besonderen das Nutzer/-innenverhalten (Suffizienz) nimmt einen wesentlichen Einfluss auf das Endenergieeinsparpotenzial im Bereich der privaten Haushalte. Die Effizienzsteigerung der Geräte kann durch die Ausstattungsraten und das Nutzer/-innenverhalten 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 ge-

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

nutzt werden. Des Weiteren ist es bei einigen Geräten auch schlichtweg nicht möglich, große Effizienzsteigerungen zu erzielen. Deshalb ist der Strombedarf in der Zielvision für 2045 nicht um ein Vielfaches geringer als in der Ausgangslage.

Um Einfluss auf das Nutzer/-innenverhalten zu nehmen, kann die Kommune etwa Aufklärungsarbeit leisten und die Einwohner/-innen für Rebound-Effekte sensibilisieren.

Endenergiebedarf

Für die Gemeinde Kleinmachnow wird nach Abstimmung für die weitere Berechnung des Klimaschutzenszenarios die Sanierungsrate nach dem Handbuch Klimaschutz gewählt, sodass sich der ursprüngliche Wärmebedarf in Höhe von 146.795 MWh auf 23.685 MWh im Jahr 2035 reduziert. Die nachfolgende Abbildung 4-3 gibt – aufgeteilt nach Trend- und Klimaschutzenszenario – einen vollständigen Überblick über die möglichen Entwicklungen des Endenergiebedarfs im Sektor private Haushalte in der Gemeinde Kleinmachnow. Demnach kann der Endenergiebedarf von insgesamt 158.249 MWh im Klimaschutzenszenario auf 35.139 MWh reduziert werden; im Trendszenario dagegen ist lediglich eine Reduzierung auf 146.795 MWh möglich.

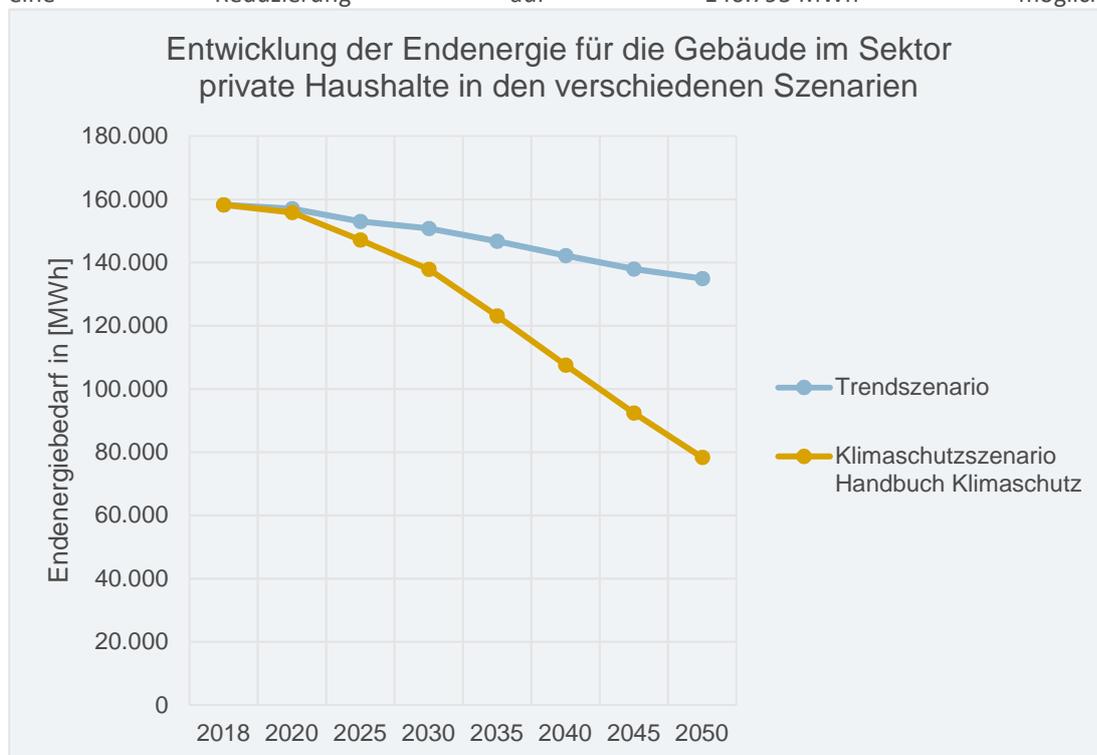


Abbildung 4-3: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Sektor private Haushalte im Trend- und Klimaschutzenszenario, Quelle: (Eigene Darstellung)

Einflussbereich der Kommune

Um die Potenziale zu heben, muss die Sanierungsquote stark gesteigert werden. Da hier kein direkter Zugriff durch die Gemeinde Kleinmachnow 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 BAFA) tätig und zur Absenkung bürokratischer Hürden bei Antragstellung und Förderung gefordert.

4.2 Wirtschaft

Die Energie- und THG-Bilanz in Kapitel 2 hat ergeben, dass 34 % (124.906 MWh) des gesamten Endenergiebedarfs auf den Sektor Wirtschaft (Zusammenfassung aus GHD und Industrie) entfallen.

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 4-4 zeigt die unterschiedlichen Einsparpotenziale nach Querschnittstechnologien.

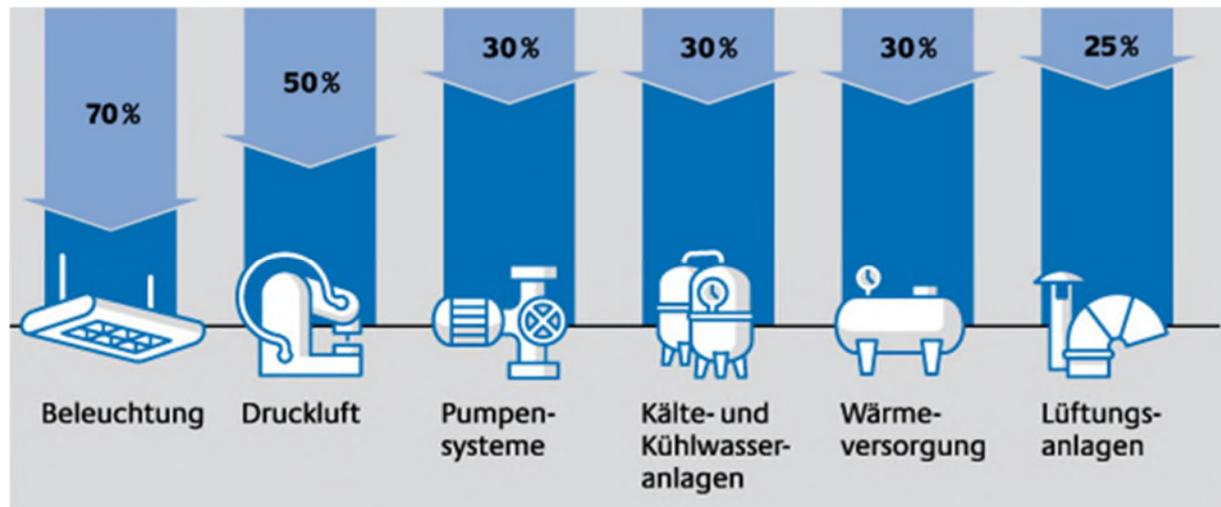


Abbildung 4-4: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien, Quelle: (dena, 2014)

Für die Ermittlung der Einsparpotenziale von Industrie und GHD wird auf das Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung zurückgegriffen (Solar Institut Jülich der FH Aachen in Kooperation mit Wuppertal Institut und DLR, 2016).³ Diese weist in den zwei verschiedenen Szenarien (Trend- und Klimaschutz) Potenziale für die Entwicklung des Energiebedarfs in Industrie sowie GHD 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 Nutzer/-innen Verhalten 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 2045 multipliziert wird.

³ Für weitere Nebenrechnungen wurden zudem die Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., 2018) sowie der Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (IREES, 2015) genutzt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Grundlagendaten der Studie (etwa der Energiebedarfsindex 2010 sowie der spezifische Effizienzindex und der Nutzungsintensitätsindex 2050) dargestellt. Auf Grundlage dieser Werte wurde der resultierende Energiebedarfsindex für das Zieljahr 2045 ermittelt.

Tabelle 4-1: Grundlagendaten und resultierender Energiebedarfsindex für Trend- und Klimaschutzszenario

| Trendszenario | | | | |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---|
| | Energiebedarfsindex 2010 | Spezifischer Effizienzindex 2050 | Nutzungsintensitätsindex 2050 | Resultierender Energiebedarfsindex 2045 |
| Prozesswärme | 100 % | 95 % | 90 % | 95 % |
| Mech. Energie | 100 % | 80 % | 90 % | 82 % |
| IKT | 100 % | 67 % | 151 % | 110 % |
| Kälteerzeuger | 100 % | 75 % | 100 % | 85 % |
| Klimakälte | 100 % | 75 % | 100 % | 85 % |
| Beleuchtung | 100 % | 55 % | 100 % | 67 % |
| Warmwasser | 100 % | 95 % | 100 % | 104 % |
| Raumwärme | 100 % | 60 % | 100 % | 72 % |
| Klimaschutzszenario | | | | |
| | Energiebedarfsindex 2010 | Spezifischer Effizienzindex 2050 | Nutzungsintensitätsindex 2050 | Resultierender Energiebedarfsindex 2045 |
| Prozesswärme | 100 % | 95 % | 90 % | 95 % |
| Mech. Energie | 100 % | 67 % | 90 % | 72 % |
| IKT | 100 % | 67 % | 151 % | 110 % |
| Kälteerzeuger | 100 % | 67 % | 100 % | 78 % |
| Klimakälte | 100 % | 67 % | 100 % | 78 % |
| Beleuchtung | 100 % | 55 % | 100 % | 67 % |
| Warmwasser | 100 % | 95 % | 90 % | 95 % |
| Raumwärme | 100 % | 45 % | 100 % | 59 % |

Wie der vorangestellten Tabelle 4-1 zu entnehmen, werden – mit Ausnahme von Prozesswärme und Warmwasser – in sämtlichen Bereichen hohe Effizienzgewinne angesetzt. Dies impliziert, dass – bis auf im Anwendungsbereich Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) – alle Energiebedarfe abnehmen. Der steigende Energiebedarf im Bereich IKT ist darauf zurückzuführen, dass hier eine stark steigende Nutzungsintensität prognostiziert wird.

Die oben dargestellten Parameter werden nachfolgend auf die Jahre 2018 bis 2045 in 5-Jahres-Schritten hochgerechnet. Die nachfolgende zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für den gesamten Wirtschaftssector. Dabei wird erkenntlich, dass im Klimaschutzszenario bis zu 27 % Endenergie eingespart werden können. Das Trendszenario führt zu einer Einsparung des Endenergiebedarfs von 21 %.

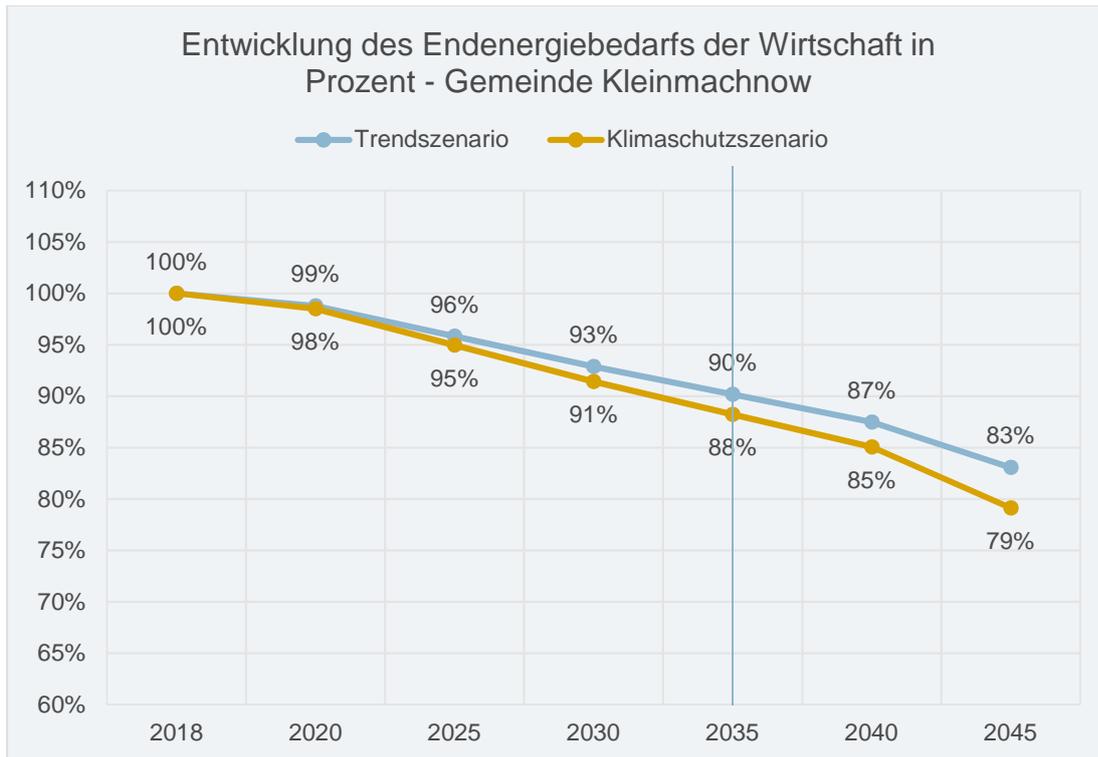


Abbildung 4-5: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wirtschaft - Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Endenergiebedarf der Wirtschaft

Die Potenziale werden in der nachfolgenden Abbildung 4-6 nach Anwendungsbereichen und Energieträgern (Strom und Brennstoff) aufgeteilt dargestellt. Dabei erfolgt eine getrennte Betrachtung des Ausgangsjahres sowie der beiden Szenarien (Trend und Klimaschutz).

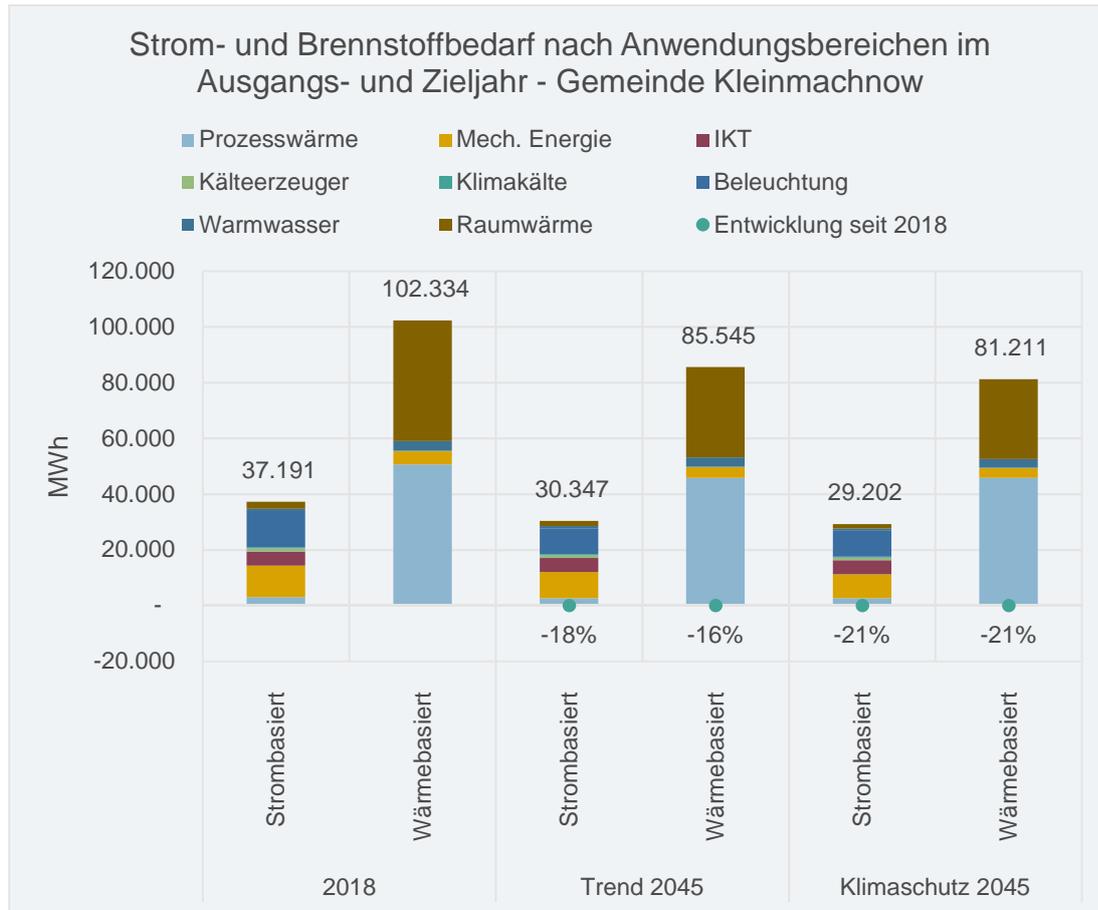


Abbildung 4-6: Strom- und Brennstoffbedarf nach Anwendungsbereichen im Ausgangs- und Zieljahr – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Es wird ersichtlich, dass in der Gemeinde Kleinmachnow auch im Wirtschaftssektor prozentual gesehen große Einsparpotenziale im Bereich der Raumwärme liegen. So können im Klimaschutzszenario 2045 rund 14.734 MWh Raumwärmebedarf eingespart werden; dies entspricht einer Einsparung von rund 34 %. Über alle wärmebasierten Anwendungsbereiche hinweg können insgesamt bis zu 16.515 MWh bzw. rund 21 % der Endenergie eingespart werden. Im Bereich Strom lassen sich im Klimaschutzszenario über alle Anwendungsbereiche hinweg rund 21 % einsparen. Hierbei zeigen sich mit 7.989 MWh möglicher Reduktion vor allem Einsparpotenziale im Bereich der mechanischen Energie. Dies vor allem durch den Einsatz effizienterer Technologien.

Einflussbereich der Kommune

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

Über gesetzgeberische Aktivitäten ließen sich zudem Standards für Energieeffizienzen 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.

4.3 Verkehrssektor

Der Sektor Verkehr hat mit einem Anteil von 27 % am Endenergieverbrauch einen erheblichen Einfluss auf die THG-Emissionen der Gemeinde Kleinmachnow. Da in diesem Sektor der Anteil erneuerbarer Energien bzw. alternativer Antriebe nach wie vor sehr gering ist, bietet dieser langfristig hohe Einsparpotenziale. Bis zum Zieljahr 2045 ist davon auszugehen, dass ein Technologiewechsel auf alternative Antriebskonzepte (z. B. E-Motoren und Brennstoffzellen) aber auch eine Verkehrsverlagerung Richtung Umweltverbund 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 THG-Einsparpotenzial ausgegangen werden.

Aufbauend auf den Studien „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015) und „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021) wurden die Entwicklungen der Fahrleistung sowie die Entwicklungen der Zusammensetzung der Verkehrsmittel für zwei unterschiedliche Szenarien hochgerechnet (Trend und Klimaschutz). Dabei wurden vorhandene Daten, wie z. B. zurückgelegte Fahrzeugkilometer und der Endenergieverbrauch verwendet.

Basis für das **Trendszenario** sind Werte aus dem „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015). Das **Klimaschutzszenario** basiert dagegen auf der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021) und stellt eine maximale Potenzialausschöpfung dar.

Entwicklung der Fahrleistungen

Nachfolgend sind die Fahrleistungen für das Trend- und das Klimaschutzszenario bis 2045 berechnet worden. Daran schließen sich die Ergebnisse der Endenergiebedarfs- und Potenzialberechnungen für den Sektor Verkehr an.

Wie der nachfolgenden Abbildung 4-7 zu entnehmen, zeigt sich für das Trendszenario bis 2045 insgesamt eine leichte Zunahme der Fahrleistungen. Während der motorisierte Individualverkehr um rund 1 % ansteigt, steigen die Verkehrsmittel leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und Lastkraftwagen (LKW) um jeweils rund 16 % an. Bei den Bussen ist mit einer leichten Abnahme der Fahrleistung zu rechnen.

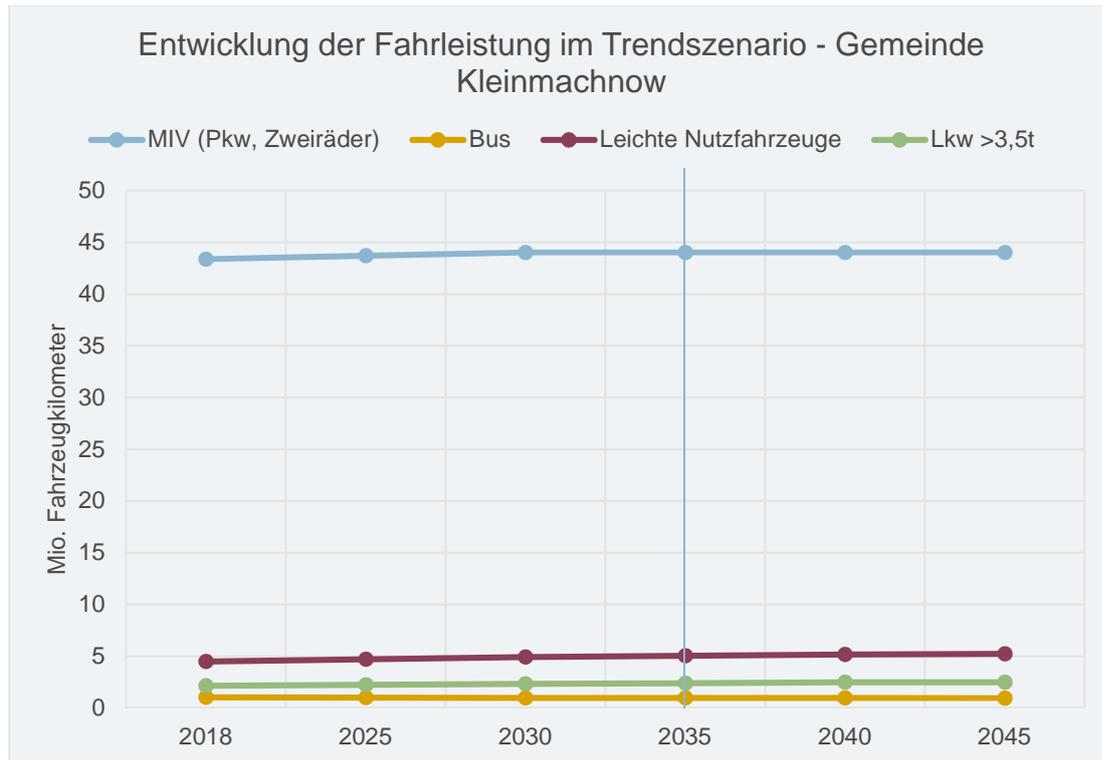


Abbildung 4-7: Entwicklung der Fahrleistungen im Trendszenario – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Die Entwicklungen der Fahrleistungen im Klimaschutzszenario sind in der Abbildung 4-8 dargestellt und zeigen bis 2035 eine Abnahme der gesamten Fahrleistung um rund 20 %. Der MIV sinkt um rund 28 %. Die Fahrleistung der Busse verdoppelt sich in etwa (Zunahme in Höhe von 107 %). Für die verbleibenden Verkehrsmittel (LNF und Lkw) wird eine leichte Zunahme von jeweils 13 % prognostiziert.

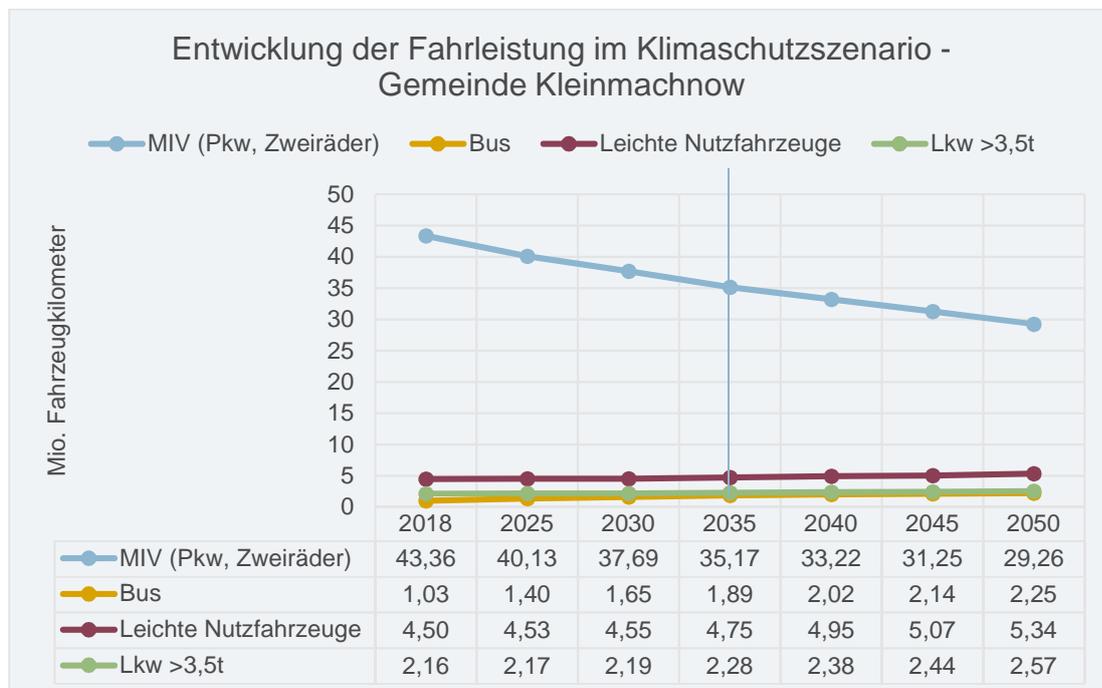


Abbildung 4-8: Entwicklung der Fahrleistungen im Klimaschutzszenario - Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Wie der nachfolgenden Abbildung 4-9 zu entnehmen, verschiebt sich neben der Veränderung der Gesamtfahrleistung auch der Anteil der Fahrzeuge mit konventionellen Antrieben zugunsten von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Im Klimaschutzszenario ist zu erkennen, dass bereits vor 2035 die Fahrleistung der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben die Fahrleistung der fossil betriebenen Fahrzeuge übertrifft. Für das Trendszenario gilt dies nicht. Hier dominieren weiterhin deutlich die konventionellen Antriebe, wobei auch hier der Anteil der alternativen Antriebe aufgrund sich andeutender Marktdynamiken steigen wird – allerdings nur moderat.

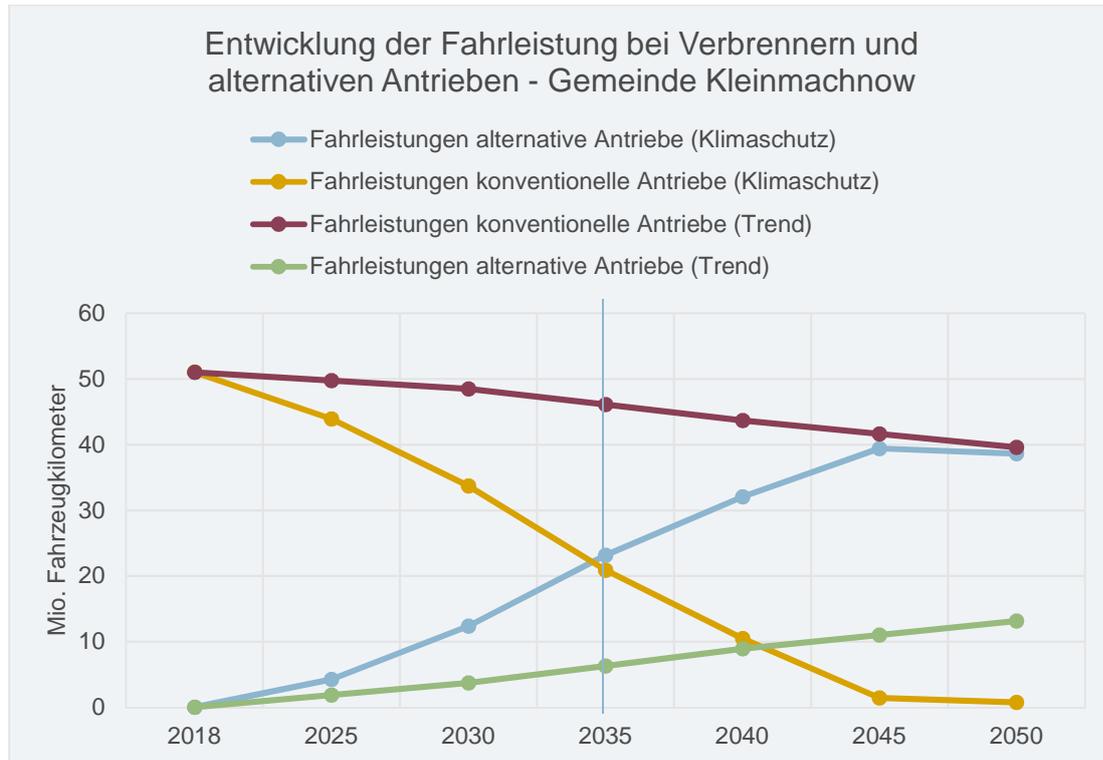


Abbildung 4-9: Entwicklung der Fahrleistung bei fossilen und alternativen Antrieben – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Entwicklung des Endenergiebedarfs

Auf Grundlage der dargestellten Fahrleistungen werden in der nachfolgenden Abbildung 4-10 die Endenergieeinsparpotenziale für beide Szenarien (Trend und Klimaschutz) berechnet. An dieser Stelle sind neben der Veränderung der Gesamtfahrleistung sowie der Zusammensetzung der unterschiedlichen Antriebsarten auch Effizienzsteigerungen einbezogen worden.

Im Trendszenario wird ein Einsparpotenzial von 24 % erreicht. Im Zieljahr 2035 beträgt der Endenergiebedarf für den Sektor Verkehr demnach noch 76 % des heutigen Endenergiebedarfs. Im Klimaschutzszenario können dagegen rund 51 % der Endenergie eingespart werden, sodass vom ursprünglichen Endenergiebedarf lediglich 49 % erhalten bleiben.

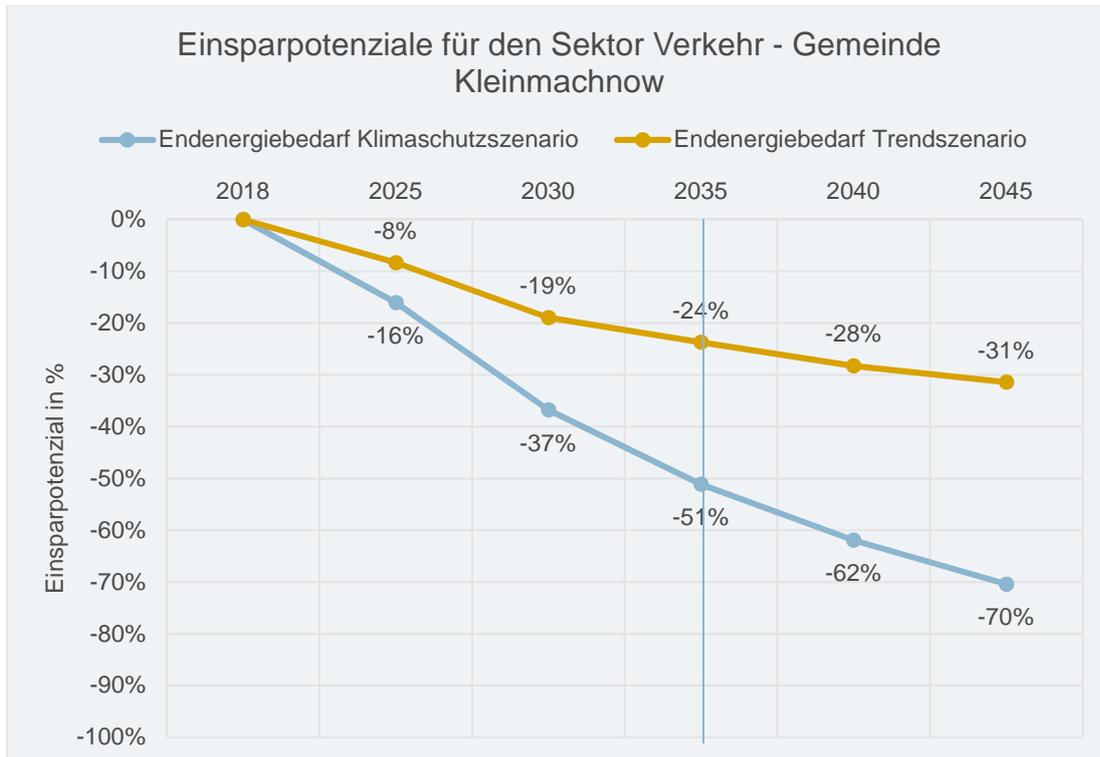


Abbildung 4-10: Einsparpotenziale für den Sektor Verkehr – Gemeinde Kleinmachnow, Quelle: (Eigene Berechnung)

Einflussbereich der Kommune

Die Gemeinde Kleinmachnow kann neben der Öffentlichkeitsarbeit zur Nutzung des ÖPNV und einer höheren 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 der Potenzialanalyse wird daher im Sektor Verkehr lediglich der Straßenverkehr ohne den Autobahnanteil betrachtet.

4.4 Erneuerbare Energien

Nachfolgend werden die berechneten Potenziale für regenerative Energien dargestellt. Dabei stellen die Potenziale theoretische Maximalwerte dar, deren Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren ist. Die ermittelten Potenziale werden in den nachfolgenden Unterabschnitten je Energieträger genannt.

4.4.1 Windenergie

Der Regionalplan der Regionalen Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming weist für das Gebiet der Gemeinde Kleinmachnow kein Windeignungsgebiet aus. Es ist jedoch möglich, dass durch die Verschärfung der Zielsetzung zum Klimaschutz der Bundesregierung im Jahr 2021 (Klimaneutralität bis 2045) die Kriterien für Windeignungsgebiete neu festgelegt werden (Abstandsregelung zu Wohngebieten, Windenergie in Landschaftsschutzgebieten etc.). Dann könnte ein Standort für Windenergie im Gewerbegebiet Kleinmachnow in Betracht gezogen werden.

4.4.2 Sonnenenergie

Die Stromerzeugung durch Sonnenenergie spielt in der Gemeinde Kleinmachnow anteilig an der insgesamt durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge die größte Rolle. So beläuft sich die eingespeiste Strommenge im Bilanzjahr 2018 auf 598 MWh (vgl. Kapitel 3.4.1). Des Weiteren wurde im Jahr 2019 ein Wärmeertrag von rund 935 MWh durch Solarthermie gewonnen (vgl. Kapitel 3.4.2). Nachfolgend wird das Potenzial der Sonnenenergie in Dachflächen- und Freiflächenphotovoltaik sowie Solarthermie unterteilt.

Dachflächenphotovoltaik

Gemäß der durch das Land Brandenburg durchgeführten „Potenzialstudie Solarenergie Brandenburg“ (Brandenburg E. , 2022) gibt es in der Gemeinde Kleinmachnow gut geeignete, geeignete bzw. bedingt geeignete Dachflächen mit einer installierbaren Modulfläche von 515.491 m², einer installierbaren Gesamtleistung von 73,92 MWp und einem möglichen Stromertrag von rund 56.580 MWh/a inklusive Bestand (Brandenburg E. , 2022).

Die nachfolgende Abbildung 4-11 zeigt einen Ausschnitt der Gemeinde Kleinmachnow (Zentrum). Dabei handelt es sich um einen Auszug aus dem Solaratlas Brandenburg (Brandenburg E. , 2022). Verzeichnet sind entsprechend der dargestellten Legende die Potenziale für Dachflächenanlagen mit gut geeigneten, geeigneten, bedingt geeigneten und nicht geeigneten Flächen.



Abbildung 4-11: Photovoltaik-Potenziale Dachflächen Ausschnitt Gemeinde Kleinmachnow – Auszug Solaratlas Brandenburg, Quelle: (Brandenburg E., 2022)

Freiflächenphotovoltaik

Im Zuge der Erarbeitung des Solaratlases Brandenburg wurden auch Freiflächenpotenziale untersucht. Entsprechend der gewählten Ausschlusskriterien gibt es in der Gemeinde Kleinmachnow kein Potenzial.

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 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 Kleinmachnow weist der Solaratlas Brandenburg eine mögliche Wärmemenge in Höhe von 16.714 MWh/a aus.

4.4.3 Biomasse

Biomasse spielt neben der Stromerzeugung durch Sonnenenergie eher keine Rolle in der Gemeinde Kleinmachnow. Es gibt keine größeren Biomasseanlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme. Die

Wärmeerzeugung durch Biomasse gemäß Kapitel 3.4.2 beruht im Wesentlichen auf kleine Holzfeuerungsanlagen oder Kamine in den privaten Haushalten.

Für die Potenzialbetrachtung kommen zur Vermeidung der „Tank und Teller-Debatte“ ausschließlich Reststoffe aus Forstwirtschaft, der Landwirtschaft und der Abfallwirtschaft in Betracht. Die Reststoffe aus der Waldbewirtschaftung liegen bei unter 200 MWh/a und damit deutlich unter dem bereits jetzt genutzten Potenzial. Deswegen wird für weitere Betrachtungen die heute genutzte Biomasse auch für die Zukunft angenommen.

Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Kunststoffen, gegen den Einsatz zur Energiegewinnung sprechen. Im Rahmen dieses Konzeptes wird daher kein bzw. nur ein geringes Potenzial für Biomasse ausgewiesen.

4.4.4 Geothermie

Die Nutzung von Umweltwärme für die Energieversorgung wird in Zukunft eine entscheidende Rolle auf dem Weg zur Klimaneutralität spielen. Als Wärmequellen kommen etwa Erdwärme (Geothermie) oder auch die z. B. in der Umgebungsluft, dem Grundwasser oder dem Abwasser gespeicherte Wärme infrage. Die etablierte Technologie zur Umweltwärmenutzung ist die Wärmepumpe. Derzeit werden in Deutschland v. a. Luft/Wasser-Wärmepumpen installiert (Bundesverband Wärmepumpe e. V., 2022), welche jedoch zumindest aus technischer Sicht eine weniger effiziente Art der Wärmeversorgung darstellen als erdgekoppelte Wärmepumpen. Der Hauptvorteil bei der Nutzung der Erdwärme gegenüber der Umgebungsluft liegt in dem höheren Temperaturniveau während der Heizperiode.

Bei der Betrachtung der Potenziale für die Nutzung von Umweltwärme in der Gemeinde Kleinmachnow soll das erzielbare Maximum für den jährlichen Energieertrag angegeben werden. Da dieser bei der Nutzung von Geothermie als Wärmequelle im Allgemeinen am höchsten ist, wird im Folgenden das Potenzial der erdgekoppelten Wärmepumpen näher betrachtet.

Die in der Erde gespeicherte Wärme kann zur Wärmeversorgung der Gebäude in der Gemeinde Kleinmachnow 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.

Da die oberflächennahe Geothermie fast ausschließlich zu Heiz- und Kühlzwecken genutzt wird, findet eine Anwendung im städtischen und ländlich besiedelten Raum statt. Ca. 41 % der Fläche in der

Gemeinde Kleinmachnow werden als Siedlungs- und Verkehrsfläche ausgewiesen. Es kann abgeschätzt werden, dass aufgrund bestehender Bebauungen, Verkehrswegeflächen, grundstücksrelevanter Fragestellungen und wasserrechtlicher Restriktionen maximal 3 % der Siedlungs- und Verkehrsfläche für eine oberflächennahe geothermische Nutzung erschlossen werden können. Bei einer Gesamtfläche der Gemeinde von ca. 11,91 km², entspricht dies einer Fläche von ca. 0,31 km².

Einen Überblick über die Wärmeleitfähigkeit des Bodens bis 100m Tiefe liefert das Geoportal Brandenburg (Brandenburg L. , 2022).

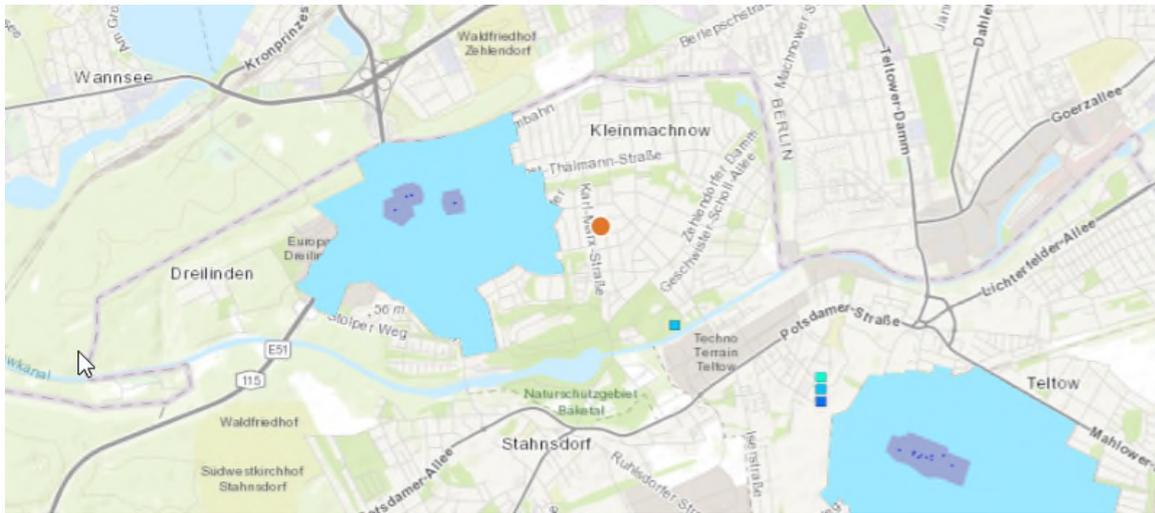


Abbildung 4-12: Ausschnitt Gemeinde Kleinmachnow: Wasserschutzgebiete und Untersuchungspunkt, Quelle: (Brandenburg L. , 2022)

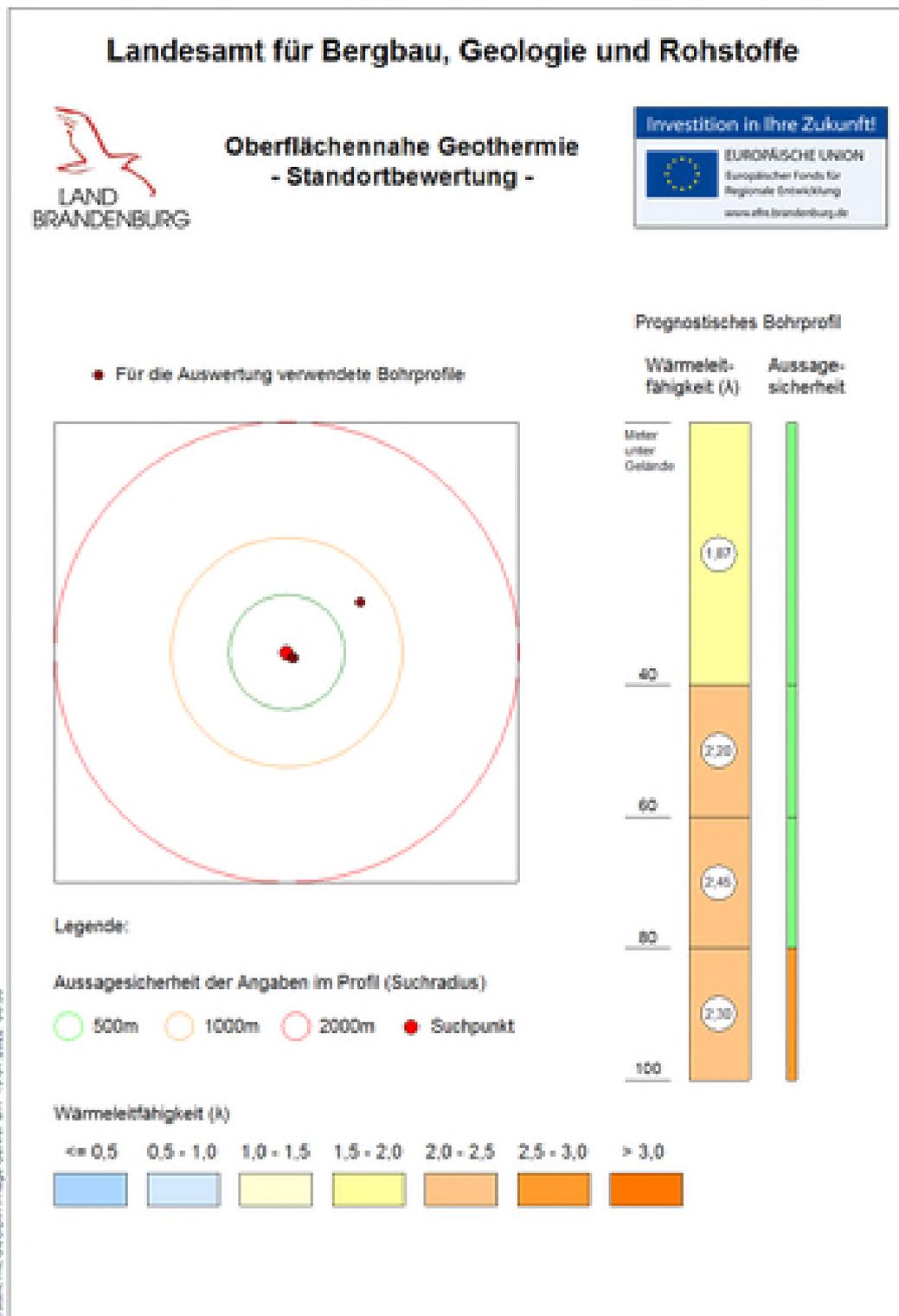


Abbildung 4-13: Wärmeleitfähigkeit des Bodens bis 100m Tiefe am Untersuchungspunkt in Kleinmachnow
 Quelle: (Brandenburg L., 2022)

Die Wärmeleitfähigkeit ist eine gesteinspezifische Eigenschaft, die vom Mineralgehalt, der Porosität und der Porenfüllung abhängt. Trockene Sedimente oberhalb des Grundwasserspiegels haben eine geringere Wärmeleitfähigkeit als wassergesättigte Gesteine. Je höher die Wärmeleitfähigkeit (angegeben in W/(mK)) des Gesteins, desto besser kann das Gestein Wärme transportieren und für Nachschub sorgen, wenn die Wärme durch eine geothermische Nutzung entzogen wird.

Abbildung 4-13 zeigt die Wärmeleitfähigkeit an einem Untersuchungspunkt in Kleinmachnow. Dieser liegt bis 40m Tiefe eher im unteren Bereich, darunter erhöht sich die Wärmeleitfähigkeit. Aus diesem Grund besteht fast für das gesamte Gemeindegebiet ein hoher Flächenbedarf bei der Verwendung Erdwärmekollektoren.

Im Allgemeinen kann nach VDI 4640 bei einer Wärmeleitfähigkeit von 1,5 -3 W/mK von einer spez. Entzugsleistung von 50 W/m ausgegangen werden. Somit wird für die Gemeinde Kleinmachnow bei 100 m Tiefe, 2.000 Betriebsstunden, Berücksichtigung des Mindestabstands der Erdwärmesonden, Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von 4 eine jährlich bereitgestellte Wärmemenge von 41 GWh angenommen werden.

Für die Errichtung von Erdwärmesonden ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. In Trinkwasserschutzgebieten der Zonen I und II ist die Errichtung von Erdwärmesonden grundsätzlich untersagt. In den anderen Zonen können auf Antrag im Rahmen des Erlaubnisverfahrens Einzelfallentscheidungen getroffen werden. Wie in Abbildung 4-12 zu erkennen, befindet sich ein größeres Gebiet der Gemeinde Kleinmachnow in Wasserschutzgebieten der Zone III und drei kleinere in der Wasserschutzgebietszone II.

Insgesamt ist festzustellen, dass insbesondere für Erdwärmesonden technisch nutzbare Potenziale vorliegen. Inwiefern diese Potenziale tatsächlich nutzbar sind, hängt von weiteren Faktoren wie die Wirtschaftlichkeit, die Akzeptanz und der Genehmigung von einzelnen Sondenanlagen durch die zuständige Wasserbehörde ab. Darüber hinaus sind die Ergebnisse stark abhängig von den gewählten Randbedingungen und Berechnungsansätze.

4.4.5 Industrielle Abwärme

Die Gemeinde Kleinmachnow hat keine Unternehmen mit größeren Abwärmepotenzialen.

4.4.6 Wasserkraft

Bereits 2012 gab es Voruntersuchungen zu einer möglichen Nutzung von Wasserkraft an der Schleuse Kleinmachnow. 2014 gab es dazu ein Gespräch mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Spree-Havel.

Eine Wasserkraftanlage (WKA) am Standort Kleinmachnow erscheint grundsätzlich möglich. Ein Einbau einer Turbine in den Wehrkanal ist aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der bautechnischen Gegebenheiten nicht möglich.

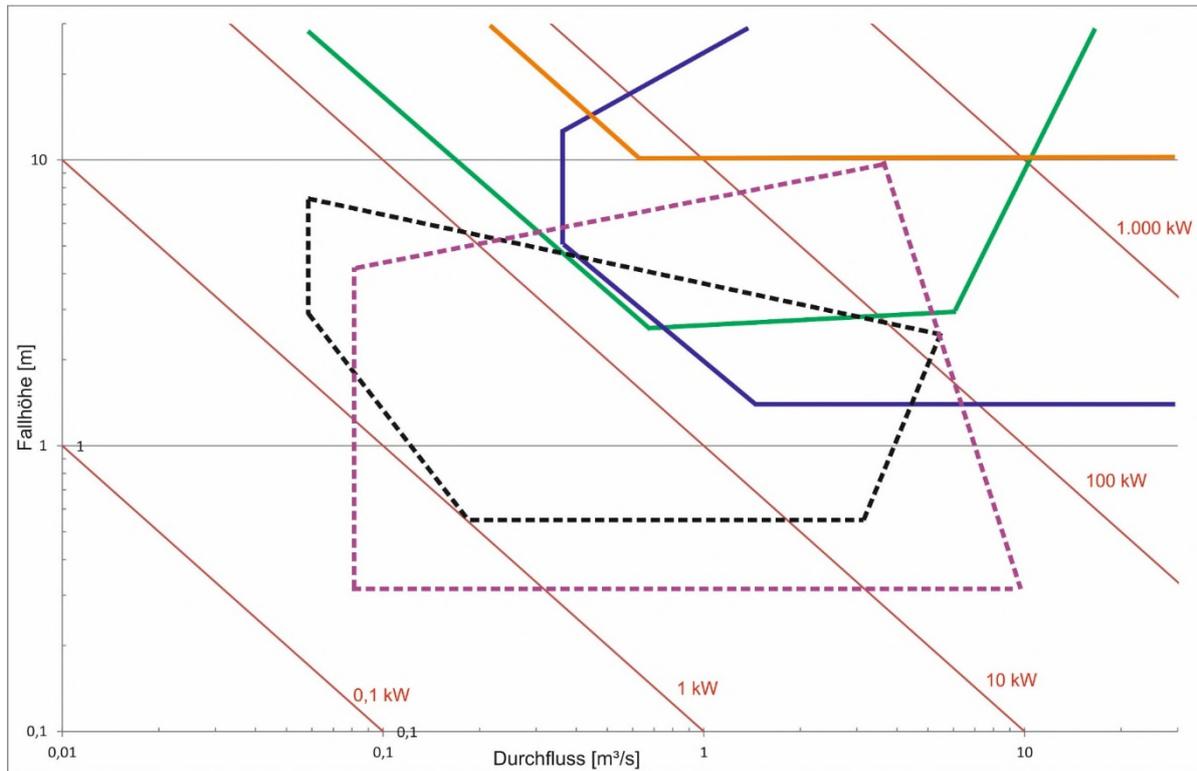
Voraussetzung für die Errichtung einer Wasserkraftanlage ist

- eine statisch-konstruktive Trennung von den Bauwerken des WSA Berlin (Schleuse mit War-testellen, Wehr und Brücke),
- jederzeit der ordnungsgemäße Wasserabfluss,
- in einem Parallelgerinne unter Beachtung der für das WSA Berlin freizuhaltenden Betriebs-/Vorhalteflächen,
- die Wasserstands- und Abflusssteuerung muss nach den Vorgaben des WSA Berlin erfolgen (auch kurzfristig!). Die Steuerung der WKA ist auf die Belange des WSA Berlin abzustimmen (wasserstands- und abflussbezogen).
- Unterhaltungs-/ Wartungsarbeiten an den Bauwerken der Wasser- und Schifffahrtverbandes (WSV) müssen uneingeschränkt möglich bleiben (Spree-Havel, 2014).

Bei Ansatz einer mittleren Fallhöhe von 2,94m und einer Laufzeit von 8.000 Stunden pro Jahr kann man beim Einsatz von verschiedenen Techniken von folgenden Parametern ausgehen:

Tabelle 4-2: Leistung und Ertrag bei verschiedenen Durchflussmengen, Quelle: (Graz, 2013)

| | Durchflussmenge | Leistung | Ertrag |
|---------|-------------------|----------|--------|
| | m ³ /s | kW | MWh |
| minimal | 4 | 115 | 923 |
| mittel | 8,6 | 248 | 1.984 |
| maximal | 15,2 | 438 | 3.507 |



--- Wasserrad - - - Wasserschnecke — Durchström — Kaplan — Francis

Abbildung 4-14: Einsatzgebiete verschiedener Technologien zur Nutzung von Wasserkraft in Abhängigkeit von Fallhöhe, Durchfluss und Leistung, Quelle: (Graz, 2013)

4.4.7 Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien

Nachfolgend werden die ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien zusammenfassend dargestellt. Diese sind differenziert nach Strom- und Wärmeertrag (vgl.

Tabelle 4-3). Der Vergleich zeigt, dass zur Stromerzeugung insbesondere im Bereich der Dachflächen- und Freiflächenanlagen ein großes Potenzial liegt. Der Wärmebedarf kann bei entsprechender Ausschöpfung der Potenziale insbesondere durch oberflächennahe Geothermie abgedeckt werden. Wie bereits in den einzelnen Unterabschnitten erläutert, handelt es sich bei den angegebenen Potenzialen um die Maximalpotenziale in der Gemeinde Kleinmachnow, deren Hebung im Einzelfall zu prüfen ist.

Tabelle 4-3: Potenzieller Strom- und Wärmeertrag durch erneuerbare Energien

| Potenzieller Stromertrag durch erneuerbare Energien | | | |
|--|---|--|--------------------|
| | Stromertrag im Bilanzjahr in MWh | Maximaler Stromertrag in MWh/a | Anteil in % |
| Windenergie | 0 | 0 | 0 |
| Dachflächenphotovoltaik | 598 | 56.580 | 94,2 |
| Freiflächenphotovoltaik | 0 | 0 | 0 |
| Biomasse | 0 | 0 | 0 |
| Wasserkraft | 0 | 3.507 | 5,8 |
| Summe | 598 | 60.087 | 100 |
| Potenzieller Wärmeertrag durch erneuerbare Energien | | | |
| | Wärmeertrag im Bilanzjahr in MWh | Maximaler Wärme-ertrag in MWh/a | |
| Solarthermie | 935 | 16.714 | 26,9 |
| Biomasse | 4.167 | 4.167 | 6,7 |
| Geothermie/Umwelt-wärme | 2.252 | 41.333 | 66,4 |
| Industrielle Abwärme | 0 | 0 | 0 |
| Summe | 7.355 | 62.214 | 100 |

5 Szenarien zur Energieeinsparung

Nachfolgend werden zu den Schwerpunkten Wärme, Mobilität und Strom jeweils ein Trend- und ein Klimaschutzszenario dargestellt. Dabei werden mögliche zukünftige Entwicklungspfade für die Endenergieeinsparung und Reduktion der Treibhausgase in der Gemeinde Kleinmachnow aufgezeigt. Die Szenarien beziehen dabei die in Kapitel 4 berechneten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und die Endenergieeinsparpotenziale für die Sektoren private Haushalte, Verkehr sowie Industrie und GHD (unter unterschiedlicher Nutzung des Trend- und Klimaschutzszenarios) mit ein.

Daran anschließend werden alle aufgestellten Trend- und Klimaschutzszenarien der vorangehenden Kapitel zusammengefasst als „End-Szenarien“ dargestellt, indem die verschiedenen Bereiche (Wärme, Mobilität und Strom) in Summe betrachtet werden. Dabei werden die zukünftigen Entwicklungen des Endenergiebedarfs sowie der THG-Emissionen bis zum Jahr 2045 differenziert betrachtet.⁴

5.1 Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario

Wie bereits in der Einleitung zur Potenzialanalyse kurz beschrieben, werden in der vorliegenden Ausarbeitung zwei unterschiedliche Szenarien betrachtet: Das Trend- und das Klimaschutzszenario (vgl. Kapitel 4). Nachfolgend werden die Annahmen und Charakteristiken dieser beiden Szenarien etwas detaillierter erläutert.

Im **Trendszenario** wird das Vorgehen beschrieben, 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 jedoch bis 2045 die Marktanreizprogramme für Elektromobilität und damit sinkt der Endenergiebedarf in diesem Sektor ab. Die übrigen Sektoren erreichen auch bis 2045 keine hohen Einsparungen des Energieverbrauchs, da Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung und Nutzer/-innenverhalten nur eingeschränkt greifen. Effizienzpotenziale werden auch aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit nicht umgesetzt.

Im **Klimaschutzszenario** hingegen werden vermehrt klimaschutzfördernde Maßnahmen mit einbezogen. Hier wird davon ausgegangen, dass Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung, Effizienztechnologien und Nutzer/-innenverhalten 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 2045 die Marktanreizprogramme für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und damit sinkt der Endenergiebedarf in diesem Sektor stark ab. Zusätzlich wird das Nutzer/-innenverhalten positiv beeinflusst, wodurch die Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs sinkt und der Anteil der Nahmobilität am Verkehrssektor steigt. Und auch Erneuerbare-Energien-Anlagen, vor allem Photovoltaik-Anlagen, werden mit hohen Zubauraten errichtet. Die Annahmen des Klimaschutzszenarios setzten dabei zum Teil Technologiesprünge und rechtliche Änderungen voraus.

⁴ Bei den verwendeten Zahlen für das Ausgangsjahr handelt es sich um witterungskorrigierte Werte. Diese können nicht eins zu eins mit den Werten aus der Energie- und THG-Bilanz verglichen werden, da dort, konform zur BSKO-Systematik, alle Werte ohne Witterungskorrektur angegeben sind. Für die Betrachtung der Potenziale und Szenarien wird dagegen eine Witterungskorrektur berücksichtigt, um etwa den Einfluss besonders milder sowie besonders kalter Temperaturen, die ggf. im Bilanzjahr vorgelegen haben, auszuschließen.

5.2 Schwerpunkt: Wärme

Nachfolgend wird die Entwicklung des Wärmebedarfs in den beiden Szenarien Trend und Klimaschutz dargestellt. Die Verwendungskonzepte für die zukünftig verfügbaren Brennstoffe sind sektorübergreifend und umfassen die Brennstoffbedarfe der Sektoren private Haushalte, GHD und Industrie. Für das Klimaschuttszenario werden die Sektoren private Haushalte und Wirtschaft zudem zusätzlich getrennt dargestellt, um die Ausprägung der verschiedenen Energieträger in den unterschiedlichen Sektoren aufzuzeigen.

Trendszenario

Die nachfolgende Abbildung 5-1 zeigt den zukünftigen Brennstoff- bzw. Wärmebedarf der Gemeinde Kleinmachnow im Trendszenario:

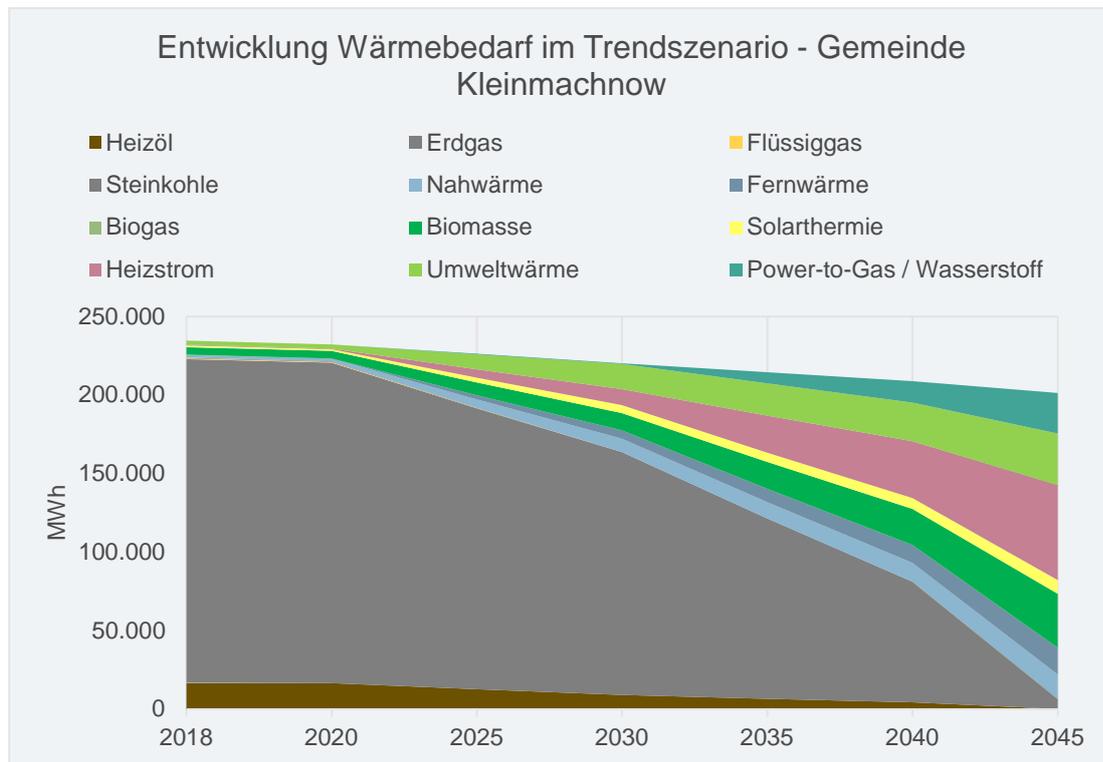


Abbildung 5-1: Entwicklung Wärmebedarf im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung)

Im Trendszenario nimmt der Endenergiebedarf bis zum Jahr 2045 leicht ab. Dies liegt etwa an einer angenommenen Effizienzsteigerung sowie der im Trendszenario angenommenen Sanierungsrate und -tiefe im Bereich der privaten Haushalte (vgl. Kapitel 3.1). Bis zum Jahr 2045 werden dabei die Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Steinkohle sowie Erdgas nahezu vollständig durch andere Energieträger substituiert. Auch im Trendszenario steigen demnach die Anteile an erneuerbaren Energien (Biomasse, Umweltwärme sowie Solarthermie).

Klimaschutzszenario

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

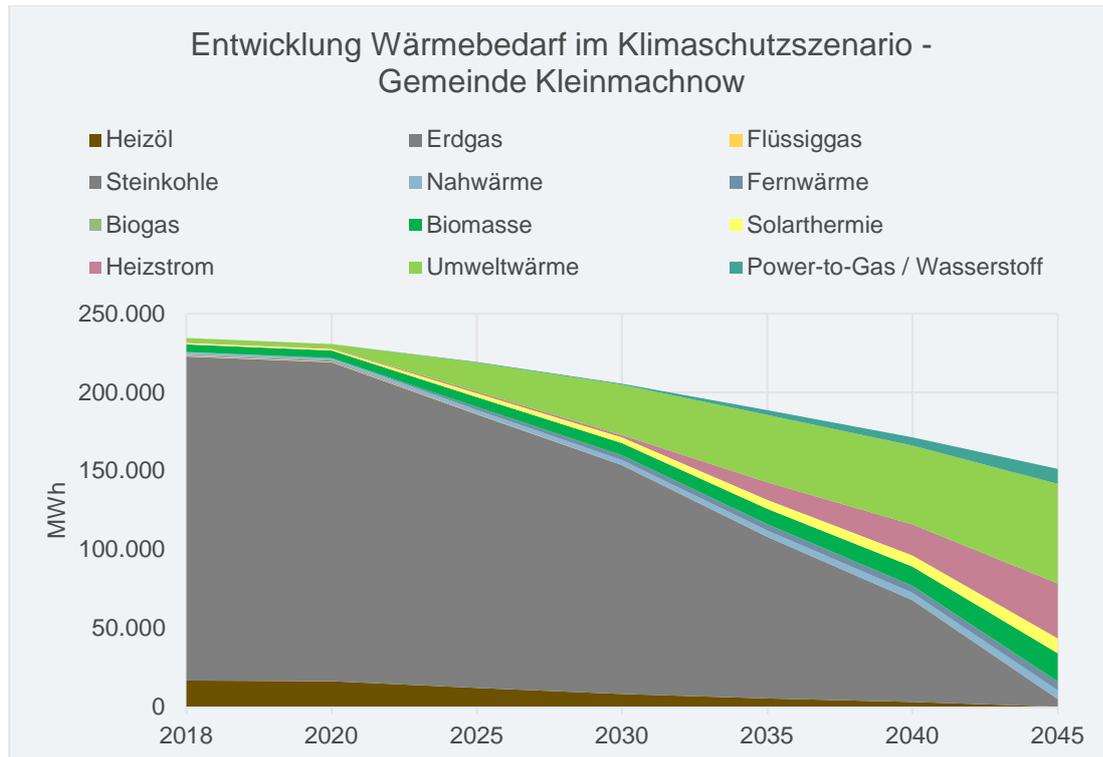


Abbildung 5-2: Zukünftiger Wärmebedarf im Klimaschutzszenario, Quelle (Eigene Berechnung)

Tabelle 5-1: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Klimaschutzszenario, Quelle: (Eigene Berechnung)

| | 2018 | 2025 | 2035 | 2045 |
|------------------|-------|--------|--------|--------|
| Heizöl EL | 7,1 % | 5,6 % | 3,1 % | 0,1 % |
| Erdgas | 88 % | 79,0 % | 53,5 % | 3,2 % |
| Biomasse | 2,1 % | 3,5 % | 8,0 % | 17,1 % |
| Nah- & Fernwärme | 0,8 % | 3,5 % | 8,8 % | 16,1 % |
| Solarthermie | 0,4 % | 1,3 % | 2,8 % | 4,3 % |
| Umweltwärme | 1,1 % | 4,2 % | 11,8 % | 16,2 % |
| Heizstrom/PtH | 0,2 % | 2,4 % | 17,3 % | 30,0 % |
| PtG | 0 % | 0,1 % | 6,5 % | 13,0 % |
| Gesamt | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

Durch die höheren Effizienzgewinne in allen Sektoren sowie die deutlich höhere Sanierungsrate und -tiefe im Sektor private Haushalte sinken die Energiebedarfe im Klimaschutzszenario deutlich stärker. Dadurch sinkt der Brennstoffbedarf im Klimaschutzszenario um rund 35 % auf 151.357 MWh im Jahr 2045. Im Besonderen die konventionellen Energieträger nehmen stark ab, sodass der Wärmemix im Jahr 2045 nahezu ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern besteht. Es wird lediglich von einem geringen Anteil nicht substituierter konventioneller Energieträger ausgegangen (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Wie in Kapitel 4.4.4 herausgestellt, besteht in der Gemeinde Kleinmachnow ein größeres Potenzial an Umweltwärme. Und auch die Energieträger Heizstrom bzw. Power-to-Heat (PtH) sowie Power-to-Gas (PtG) spielen im Klimaschutzszenario im Sektor Wirtschaft eine wesentliche Rolle und kompletieren die drei größten Energieträger im Jahr 2045.

Wärmebedarf nach Sektoren im Klimaschutzszenario

Die nachfolgenden Abbildungen Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4 zeigen eine getrennte Betrachtung des zukünftigen Brennstoffbedarfs für die Sektoren Haushalte und Wirtschaft im Klimaschutzszenario. Dabei wird der sinkende Brennstoffbedarf im Bereich der Haushalte deutlich, wie er bereits in Kapitel 3.1 dargestellt wurde. Im Wirtschaftssektor sinkt der Brennstoffbedarf und der Wirtschaftsstruktur (abgeleitet aus Anzahl der Betriebe und Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe sowie der Sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) nur leicht ab. Des Weiteren wird erkenntlich, dass der Energieträger Umweltwärme überwiegend im Bereich der privaten Haushalte angesiedelt ist, während die Energieträger Heizstrom und PtG im Wesentlichen im Wirtschaftssektor genutzt werden.

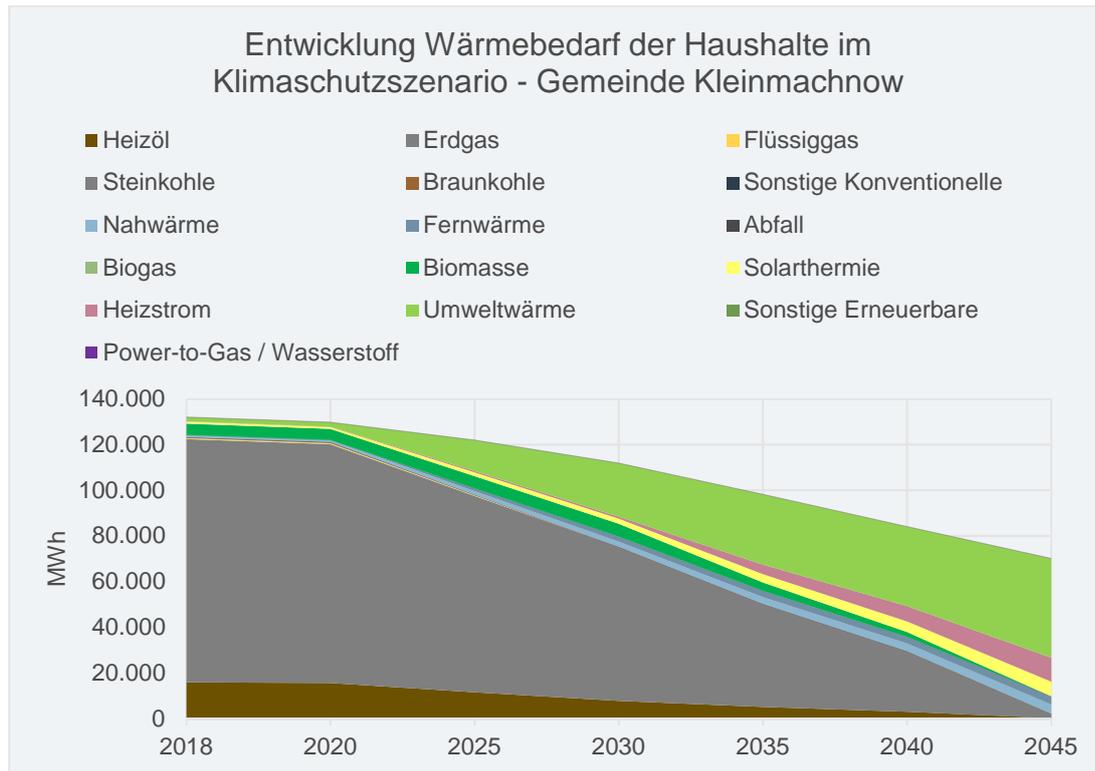


Abbildung 5-3: Entwicklung Wärmebedarf der Haushalte im Klimaschutzszenario, Quelle: (Eigene Darstellung)

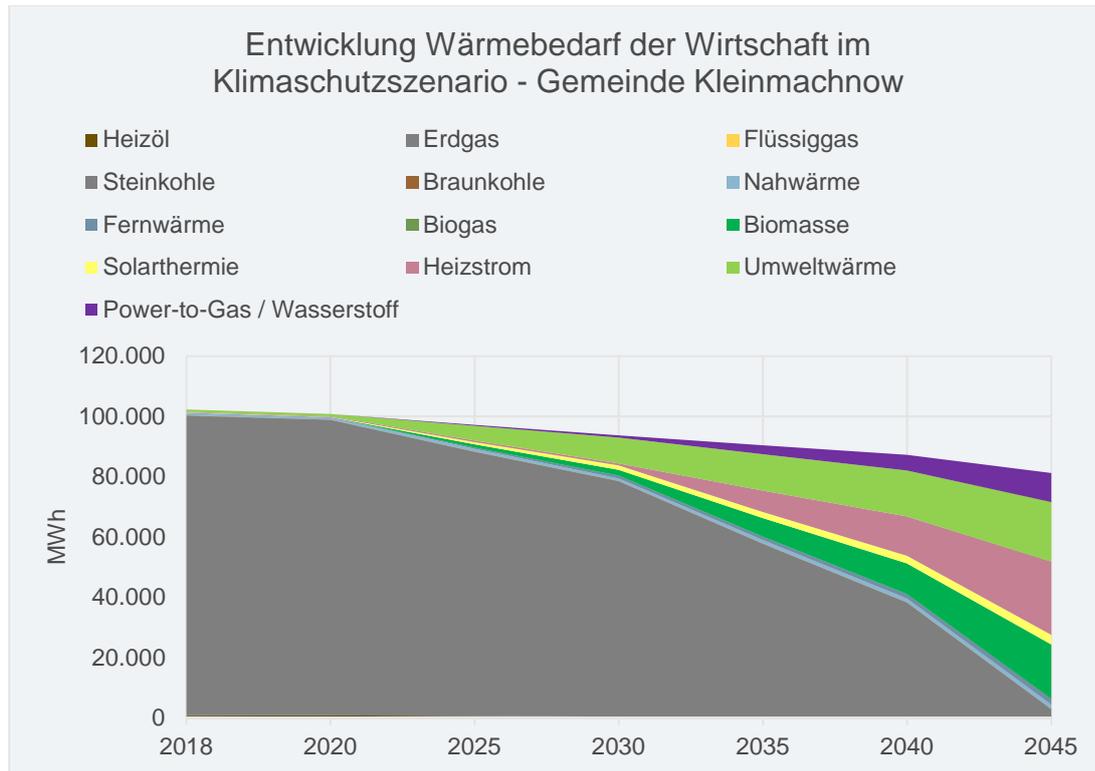


Abbildung 5-4: Entwicklung Wärmebedarf der Wirtschaft im Klimaschutzscenario, Quelle: (Eigene Darstellung)

5.3 Schwerpunkt: Verkehr

Aufbauend auf der Potenzialanalyse des Verkehrssektors in Kapitel 4.3 wird nachfolgend die Entwicklung des Kraftstoffbedarfs nach Antriebsart bis 2045 für das Trend- und das Klimaschutzscenario dargestellt. Die Szenarien basieren jeweils auf den Potenzialberechnungen des Straßenverkehrs ohne Autobahn und den damit verbundenen Annahmen und Studien.

Trendszenario

Die nachfolgende Abbildung 5-5 zeigt den zukünftigen Kraftstoffbedarf im Trendszenario. Dabei ist zu erkennen, dass auch im Zieljahr 2045 ein Großteil des Kraftstoffbedarfs auf die konventionellen Antriebe im Straßenverkehr zurückzuführen ist. Wie bereits in der Energie- und THG-Bilanz dargestellt, betrifft dies im Wesentlichen die Energieträger Diesel und Benzin (vgl. Kapitel 3.3.1). Wie bereits in Kapitel 4.3 erläutert steigt zudem der Anteil der alternativen Antriebe im Straßenverkehr dagegen nur moderat an. Insgesamt nimmt der Kraftstoffbedarf im Trendszenario um rund 35 % ab. Es wird davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen in erster Linie über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzer/-innenverhalten erfolgen.

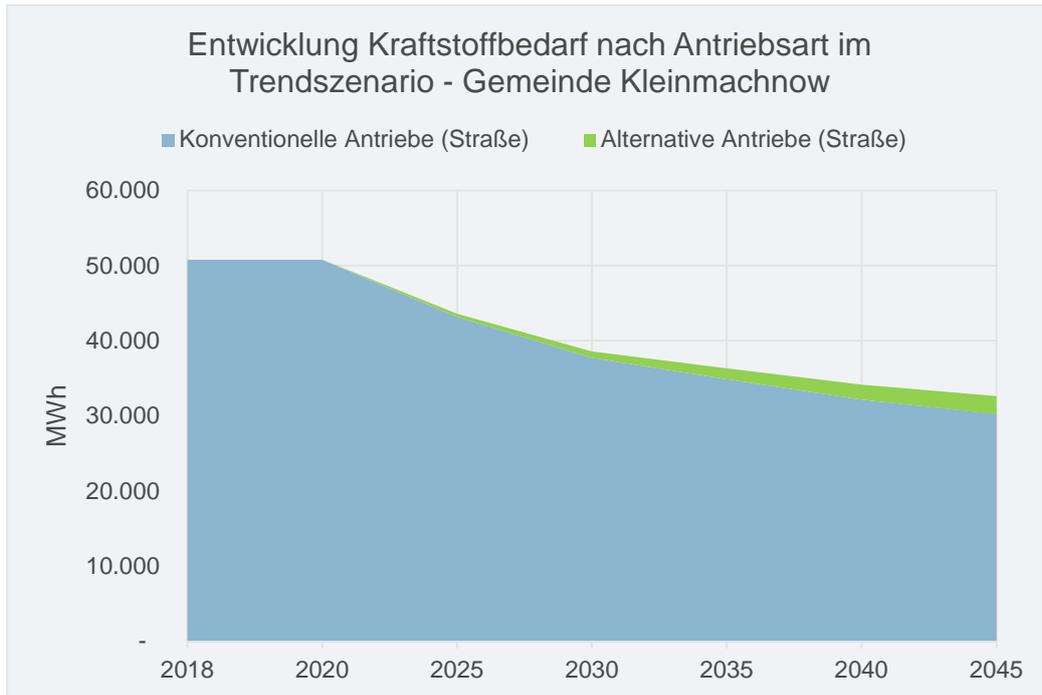


Abbildung 5-5: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

Klimaschutzszenario

In der nachfolgenden Abbildung 5-6 dargestellten Klimaschutzszenario nimmt der Endenergiebedarf im Verkehrssektor bis zum Jahr 2045 um ca. 62 % ab. Im Gegensatz zum Trendszenario findet hier zudem eine umfassende Umstellung auf alternative Antriebe statt. Im Zieljahr 2045 machen die alternativen Antriebe im Straßenverkehr rund 92 % am Endenergiebedarf aus. Im Klimaschutzszenario wird also davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen, jedoch auch der Energieträgerwechsel hin zu erneuerbaren Antrieben eine erhebliche Rolle spielt.

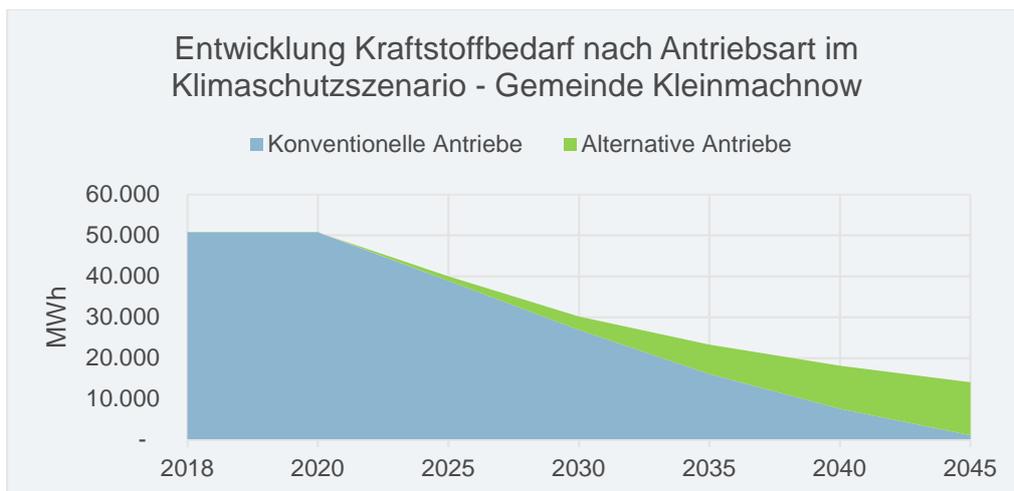


Abbildung 5-6: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Klimaschutzszenario, Quelle: (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

5.4 Schwerpunkt: Strombedarf und erneuerbare Energien

Um zu beurteilen, ob die Gemeinde Kleinmachnow ein Überschuss- oder Importstandort wird, werden nachfolgend die ermittelten erneuerbare Energien (EE)-Potenziale mit den Strombedarfen für 2045 abgeglichen. Dabei wird zunächst der Strombedarf der Gemeinde Kleinmachnow im Trend- und Klimaschutzszenario betrachtet und daraufhin die ermittelten EE-Potenziale dargestellt.

Der nachfolgenden Tabelle 5-2 sind die Entwicklungen des Strombedarfs in den beiden Szenarien (Trend und Klimaschutz) zu entnehmen. Während der Strombedarf im Trendszenario bis zum Jahr 2045 auf 269 % ansteigt, steigt der Strombedarf im Klimaschutzszenario auf 210 % an und ist damit um ein Vielfaches größer als im Bilanzjahr. 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 (Stichwort Sektorenkopplung). Dies wird auch in den nachfolgenden Abbildungen Abbildung 5-7 und Abbildung 5-8 deutlich, die die Entwicklung des Strombedarfs im Trend- und Klimaschutzszenario aufgeteilt nach Sektoren zeigen.

Tabelle 5-2: Entwicklung des Strombedarfes in den Szenarien, Quelle: (Eigene Berechnung)

| Szenario | Bilanzjahr | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Trend | 100% | 104% | 115% | 156 % | 193 % | 269 % |
| Klimaschutz 2045 | 100% | 103 % | 114 % | 144 % | 169% | 210 % |

Trendszenario

Wie bereits in der vorangegangenen Tabelle 5-2 dargestellt sowie in der nachfolgenden Abbildung 5-7 zu erkennen, steigt der Strombedarf im Trendszenario um 169 % an und beträgt im Zieljahr 2045 rund 180.749 MWh. Der Strombedarfs teilt sich dabei in etwa jeweils zur Hälfte auf den Haushaltssektor und den Sektor Wirtschaft auf. Bei Trendszenario wird davon ausgegangen, dass ein hoher Anteil des Wärmebedarfes durch Wärmepumpen bzw. direkt durch Heizstrom gedeckt wird.

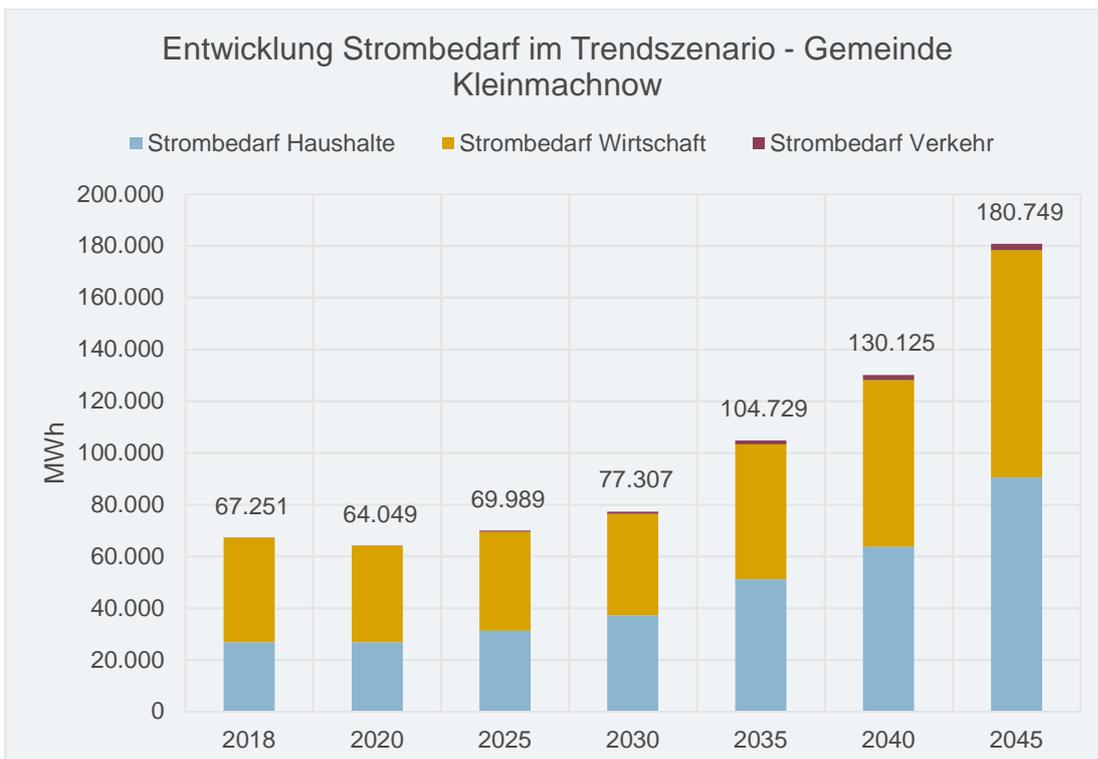


Abbildung 5-7: Entwicklung des Strombedarfs im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung)

Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario ist der Anstieg des Strombedarfes nicht so stark, da insbesondere im Sektor der privaten Haushalte die Effizienzsteigerungen dazu führen, dass der Einsatz von Heizstrom deutlich verringert werden kann (Abbildung 5-8).

In der Wirtschaft werden – anstelle von etwa Erdgas – zukünftig vor allem Heizstrom (PtH) und PtG-Anwendungen erwartet, die einen wesentlichen Anstieg des Strombedarfs implizieren, der jedoch in Kleinmachnow durch Effizienzsteigerungen wieder ausgeglichen werden kann.

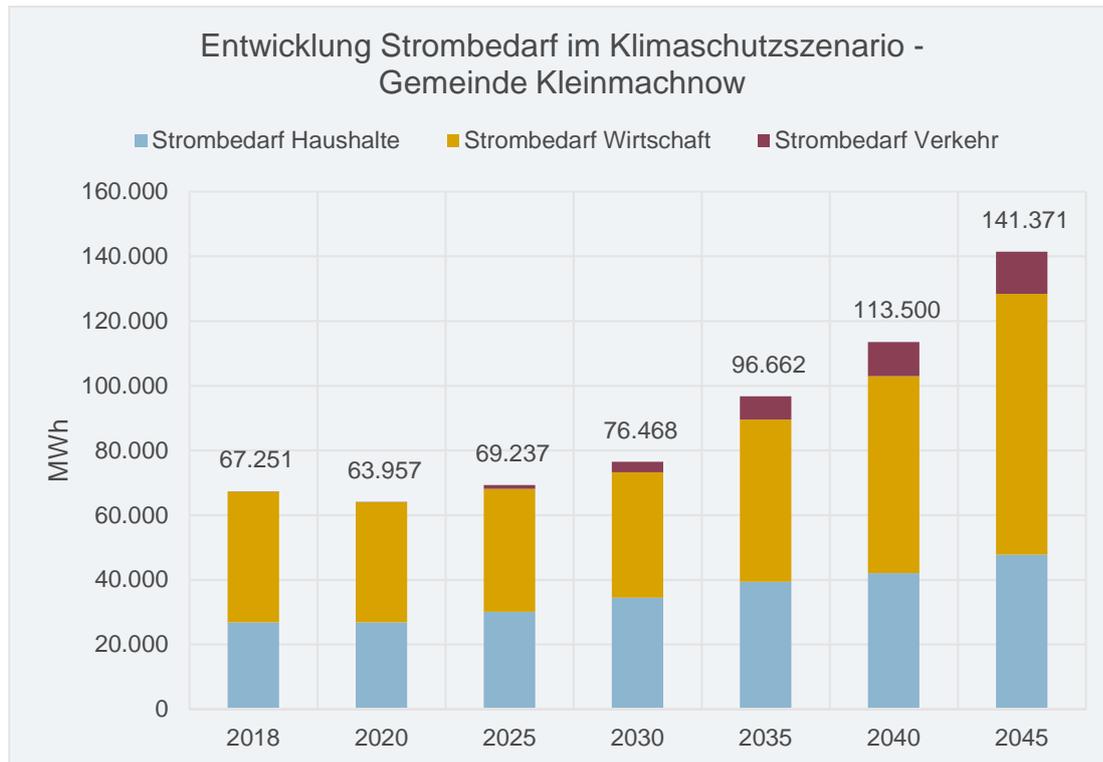


Abbildung 5-8: Entwicklung des Strombedarfs im Klimaschutzszenario, Quelle: (Eigene Berechnung)

Erneuerbare Energien

Die ermittelten EE-Potenziale beruhen auf den in Kapitel 4.4 dargestellten Inhalten. Insgesamt besitzt die Gemeinde Kleinmachnow ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien im Bereich Photovoltaik. Ein Potenzial in den Bereichen Bioenergie sowie Windenergie ist nicht vorhanden (vgl. Abbildung 5-9). Es gibt ein geringes Potenzial für Wasserkraft.

Wie beschrieben, muss das Stromsystem zukünftig 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 vor allem für Power-to-X-Anwendungen liefern. Wie der nachfolgenden Abbildung 5-9 zu entnehmen ist, reicht das Gesamtpotenzial dabei nicht aus, um den im Klimaschutzszenario prognostizierten Strombedarf der Gemeinde Kleinmachnow vollständig abzudecken. Der Deckungsanteil beträgt im Zieljahr 2045 lediglich 46 %.

Dies bedeutet, dass Kleinmachnow aufgrund der eigenen Potenziale es nicht schaffen wird, sich selbst mit Strom zu versorgen, sondern immer auf Importe aus anderen Regionen angewiesen sein wird.

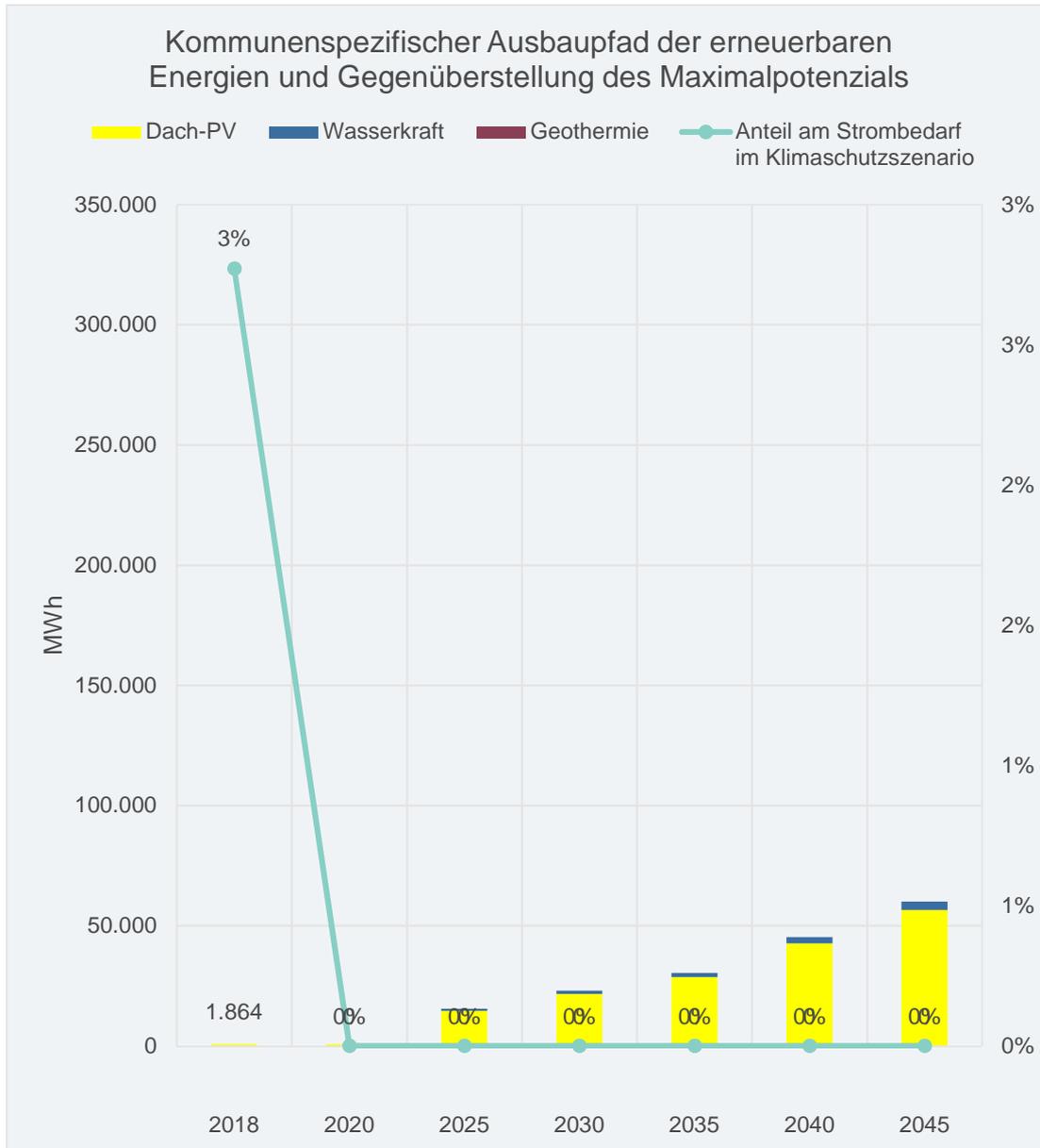


Abbildung 5-9: Kommunenspezifischer Ausbaupfad der Erneuerbaren Energien und Gegenüberstellung des Maximalpotenzials bis zum Zieljahr 2045, Quelle: (Eigene Berechnung)

5.5 End-Szenarien: Endenergiebedarf und THG-Emissionen

Nachfolgend werden alle vorangehenden Berechnungen in den beiden Szenarien (Trend und Klimaschutz) zusammengefasst als „End-Szenarien“ dargestellt. Dabei wird zunächst die zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfs nach den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr in 5-Jahres-Schritten bis zum Jahr 2045 aufgezeigt.

Trendszenario

In der nachfolgenden Abbildung 5-10 ist die Entwicklung des Endenergiebedarfs, ausgehend vom Basisjahr 2018, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Es zeigt sich, dass bis 2045 (bezogen auf das Bilanzjahr 2018) 18 % des Endenergiebedarfs eingespart werden können. Die größte prozentuale Einsparung ist im Bereich Mobilität zu erzielen, die größte absolute im Bereich Wirtschaft.

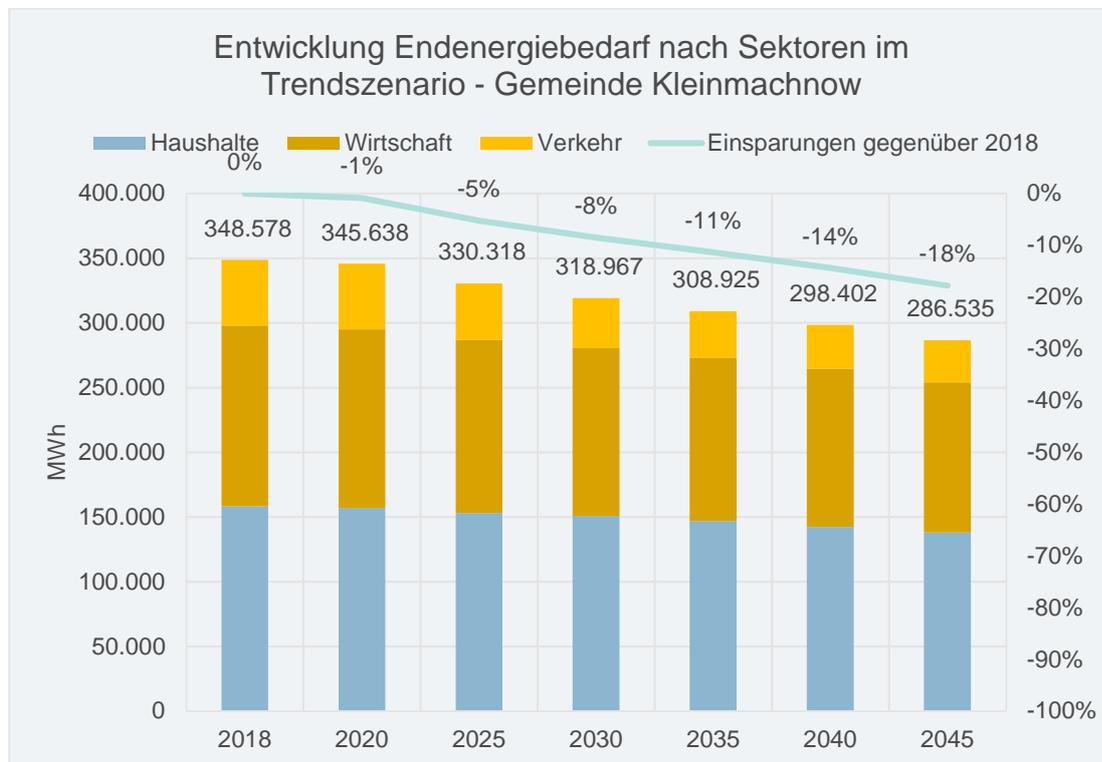


Abbildung 5-10: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnung)

Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario zeigt sich, dass bis 2030 (bezogen auf das Bilanzjahr 2018) 15 % und bis zum Zieljahr 2045 38 % des Endenergiebedarfs eingespart werden können. Die größte prozentuale Einsparung ist im Bereich Mobilität zu erzielen, die größte absolute im Bereich Haushalte. (vgl. Abbildung 5-11). Insgesamt geht der Endenergiebedarf auf 216.0863 MWh zurück.

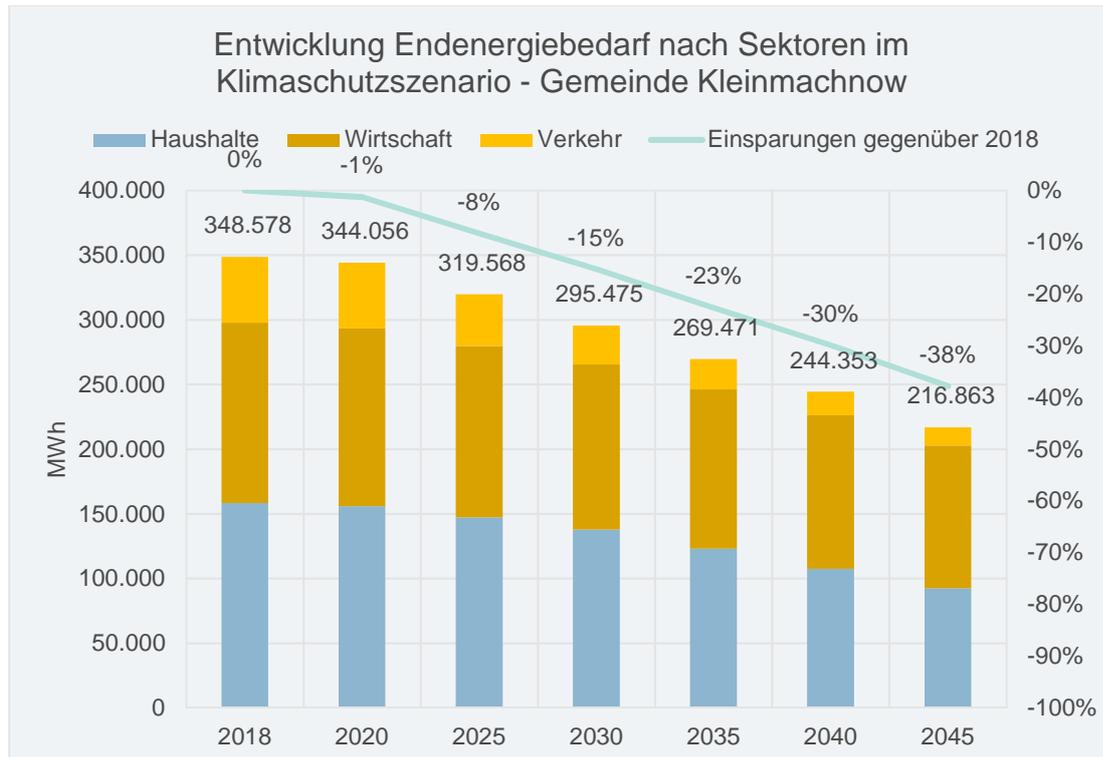


Abbildung 5-11: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzscenario bis 2045, Quelle: (Eigene Berechnung)

5.6 End-Szenarien: THG-Emissionen gesamt

Nachfolgend wird die zukünftige Entwicklung der THG-Emissionen nach den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr in 5-Jahres-Schritten bis zum Jahr 2045 aufgezeigt.

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 ein höherer EE-Anteil am Strommix angenommen wird. Dies bedeutet, dass die THG-Emissionen für die Gemeinde Kleinmachnow nicht mit dem lokalen Strommix bilanziert werden, sondern mit einem prognostizierten Bundesstrommix. Dieses Vorgehen ist mit der BSKO-Methodik konform.

Trendszenario

Für die Berechnung des Trendszenarios der THG-Emissionen wird im Jahr 2045 ein Emissionsfaktor von 333 g CO₂e/kWh angenommen (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015). In der nachfolgenden Abbildung 5-12 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2018, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Trendszenario ausgehend vom Ausgangsjahr 2018 um rund 30 % bis 2045.

Umgerechnet auf die Einwohner/-innen der Gemeinde Kleinmachnow entspricht dies 4,72 t pro Einwohner/-in und Jahr im Jahr 2035 und 3,73, t pro Einwohner/-in und Jahr im Jahr 2045. Im Ausgangsjahr 2018 betragen die THG-Emissionen pro Einwohner/-in und Jahr dagegen rund 5,32 t (vgl. Kapitel 3.3.2), sodass auch im Trendszenario mit einer Reduktion der THG-Emissionen zu rechnen ist. Diese ist jedoch nicht ausreichend, um die Klimaziele zu erreichen.

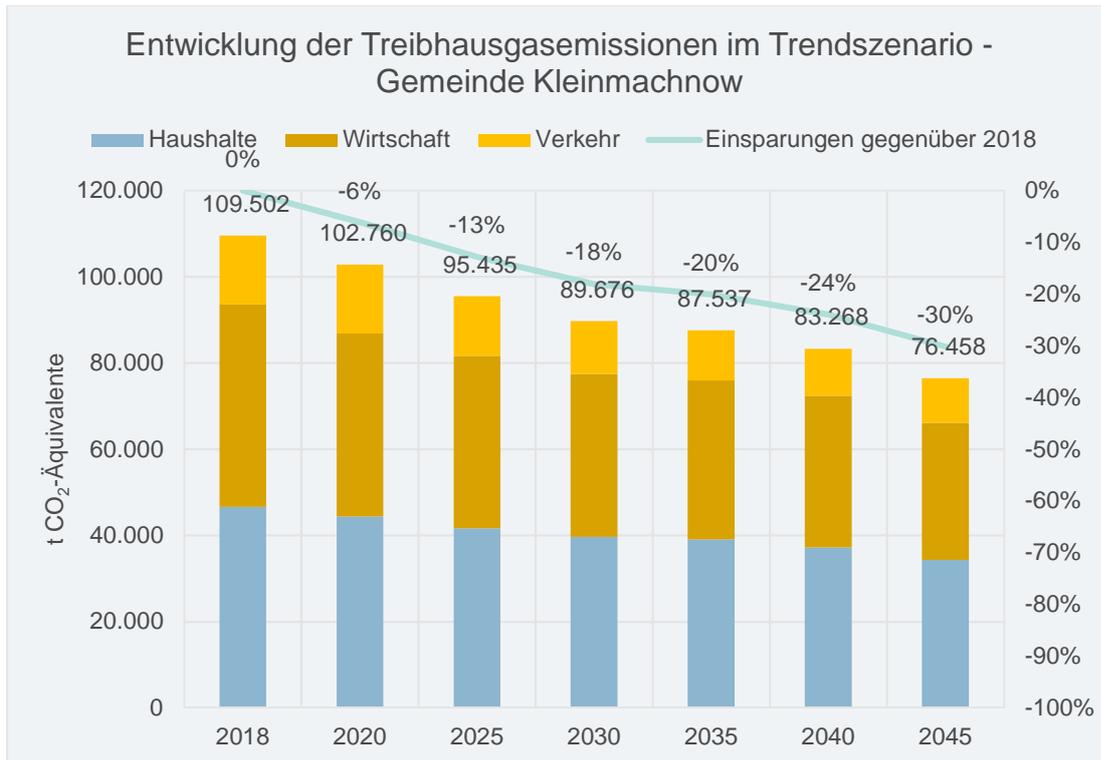


Abbildung 5-12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Trendszenario, Quelle: (Eigene Berechnung)

Klimaschutzszenario

Für die Berechnung der durch importierten Strom verursachten Emissionen innerhalb des Klimaschutzszenarios wird im Jahr 2045 ein LCA-Faktor von 72 g CO₂e/kWh angenommen (Angabe ifeu und ÖKO-Institut). In der nachfolgenden Abbildung 5-13 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2018, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Klimaschutzszenario vom Ausgangsjahr 2018 um 40 % bis 2030 und 88 % bis 2045. Das entspricht 2,44 t pro Einwohner/-in und Jahr in 2035 und 0,2 t pro Einwohner/-in und Jahr in 2045.

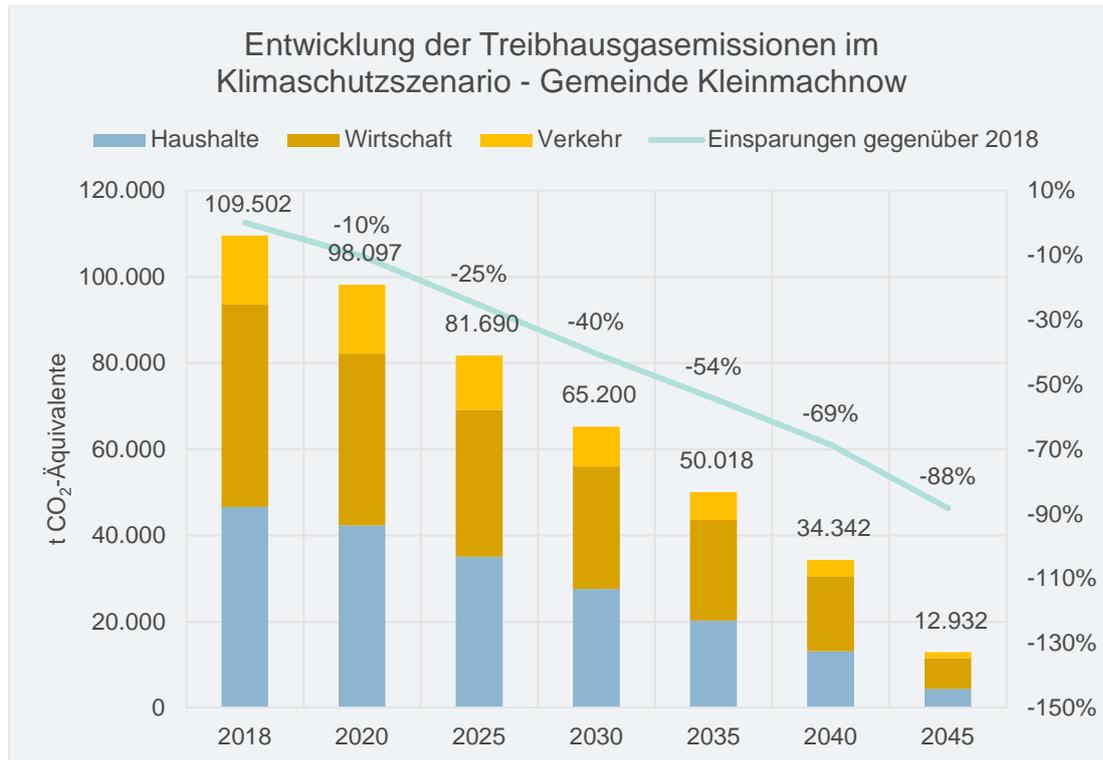


Abbildung 5-13: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario 2045, Quelle: (Eigene Berechnung)

5.7 Treibhausgasneutralität

Wie dem Kapitel 5.6 zu entnehmen, 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 vollständig auf fossile Energieträger verzichtet werden kann (z. B. Verkehr und Wirtschaft), aber auch darauf, dass selbst für erneuerbare Energieträger Emissionen anfallen (bspw. Photovoltaik verfügt über einen Emissionsfaktor von 40 g CO₂e/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 3.1. 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. Mögliche 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. Diese Möglichkeiten bestehen in Kleinmachnow jedoch nicht. Weitere Kompensationsmöglichkeiten könnten regional diskutiert werden.

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 (Luhmann & Obergassel, 2020).

5.8 Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für die Gemeinde Kleinmachnow

Die nachfolgende Tabelle stellt eine Zusammenfassung aus den aufgezeigten Potenzialen und Szenarien dar. Dabei wird nach den folgenden Handlungsfeldern bzw. Sektoren aufgeteilt:

- 1. Sanierung und Entwicklung Wärmemix:** Bis zum Zieljahr 2035 sind gemäß dieses Szenarios 34 % des Gebäudebestands der Gemeinde Kleinmachnow saniert, was zu Endenergieeinsparungen in Höhe von 36 % führt. Die restlichen 66 % werden dann bis zum Jahr 2045 saniert, um die mögliche Gesamtenergieeinsparung von 58 % zu erreichen. Die Sanierungsrate steigt im Klimaschutzszenario bis 2035 von 0,8 % auf bis zu 2,8 % pro Jahr an und muss dann von 2035 auf 4,0 % pro Jahr steigen, um bis 2045 eine Vollsaniierung zu erreichen. 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 2045 durch erneuerbare Energieträger substituiert werden. Für die Substitution wird vor allem auf Umweltwärme, Heizstrom/PtH und Biomasse gesetzt. Kleinere Mengen werden durch Sonnenkollektoren, Power-to-Gas und den Aufbau eines Fern- und Nahwärmenetzes (mit Geothermie) gedeckt. gesetzt.
- 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 19 % gesenkt werden (etwa durch Stärkung des Umweltverbunds und weitere entsprechende Maßnahmen). Der Anteil der alternativen Antriebe an der verbleibenden Fahrleistung muss rund 47 % betragen (auch hier sind entsprechende Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen).
- 3. Erneuerbare Energien:** Insgesamt besitzt die Gemeinde Kleinmachnow ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien in dem Bereich Photovoltaik. Das Potenzial in den Bereichen Windenergie, Bioenergie, Wasserkraft, Klär-, Deponien- und Grubengas sowie KWK ist im Verhältnis betrachtet als gering einzustufen. Für das Zieljahr 2035 der Gemeinde Kleinmachnow ergibt sich damit ein möglicher Stromertrag von 33.642 MWh. Inklusive der Berücksichtigung des Strombedarfs zur Herstellung von Power-to-Gas (PtG) ergibt sich damit ein Deckungsanteil von 35 % im Klimaschutzszenario - der Anteil am Strombedarf ohne PtG beträgt im Jahr 2035 37 %.

Tabelle 5-3: Zusammenfassung aus den Potenzialen und Szenarien Gemeinde Kleinmachnow

| Gemeinde Kleinmachnow | |
|---|---|
| Klimaschutzszenario 2035 | |
| Sanierung und Entwicklung Wärmemix | |
| Sanierungsrate | 0,8% zu Beginn, pro Jahr um 0,1% steigend, 34% saniert im Jahr 2035 Energieeinsparung von rund 36 % im Bereich der Wohngebäude; die restlichen 66 % der Wohngebäude können etwa mit einer Sanierungsrate von rund 4 % pro Jahr bis 2045 saniert werden (Gesamtenergieeinsparung von rund 58 % bei Vollsanierung) |
| Rolle der fossilen Energieträger | Heizöl: Reduktion um 70 % der Verbräuche bis 2035, vollständiger Ausstieg bis spätestens 2045 Erdgas: mehr als Halbierung der Verbräuche bis 2035, vollständiger Ausstieg bis spätestens 2045 Steinkohle und Flüssiggas: Ausstieg bis 2030 |
| Alternative zu den fossilen Energieträgern | Substitution durch: Umweltwärme, Heizstrom/PtH, Biomasse sowie zu geringen Teilen Solarthermie, PtG, Nah- und Fernwärme (in Form von Geothermie) |
| Mobilität und Verkehr | |
| Minderung Fahrleistung MIV | 19 % |
| Anteil alternativer Antriebe an der verbleibenden Fahrleistung | 47 % |
| 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 35 % im Jahr 2035. Sollten zukünftig alle Bedarfe an PtG importiert werden und die Produktion nicht auf dem Gemeindegebiet stattfinden, könnte Kleinmachnow den eigenen Strombedarf im Jahr 2035 zu 37 % selbst decken. |
| Wesentliche Erneuerbare Energien | PV-Dach, Maximalpotenzial 56.580 MWh |

6 Klimaziele der Gemeinde Kleinmachnow

Mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes stellt sich die Gemeinde Kleinmachnow den Herausforderungen von Klimaschutz und Klimawandel und damit einem großen gesellschaftlichen Thema dieser Zeit. Vorrangiges Ziel ist die Reduzierung der THG-Emissionen auf dem Gemeindegebiet. Zur Zielerreichung werden vorhandene Maßnahmen gebündelt, Akteure in der Gemeinde für klimarelevante Projekte und Maßnahmen zusammengeführt und neue Maßnahmen und Projekte entwickelt. Auf diese Weise unterstützt die Gemeinde Kleinmachnow nicht nur die Ziele der Bundesregierung, sondern sie verstärkt die kommunalen Klimaschutzaktivitäten und die regionale Wertschöpfung.

6.1 Quantitative Klimaziele

Die hier aufgeführten Klimaziele wurden für die Gemeinde Kleinmachnow unter der Berücksichtigung des Klimaschutzszenarios zum Endenergieeinsatz und der darauf basierenden Hochrechnung der THG-Emissionen sowie unter Berücksichtigung der nationalen und internationalen Klimaziele entwickelt.

Reduktion der CO₂-Emissionen gegenüber 2018

Die Gemeindevertretung hat im Sommer 2020 beschlossen, dass Kleinmachnow bis 2035 klimaneutral werden soll.

Erneuerbare Energien bis 2035

Ausbau der Leistung von Photovoltaik-Dachflächenanlagen der Gemeinde

Prüfung der Rahmenbedingungen zur möglichen Errichtung einer Windenergieanlage

Prüfung der Errichtung einer Wasserkraftanlage

Nutzung des Geothermiepotenzials

Gebäudesektor

Steigerung der Sanierungsquote auf 2,8 Prozent mit Beachtung einer nachhaltigen Sanierung.

Anzumerken ist, dass die beschriebenen Klimaziele als Mindestziele zu verstehen sind, deren Erreichung keineswegs ein Endpunkt. Vielmehr ist die Erreichung eines gesteckten Ziels als Ansporn für weitere Anstrengungen zu sehen. Daher ist die Fortschreibung und mögliche Anpassung der Ziele in einem Zeitraum von 5 bis 10 Jahren zu empfehlen.

Gleichzeitig ist zu beachten, dass die Erreichung der Ziele im hohen Maße von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien der EU-, Bundes- und Landesregierung sowie zukünftigen Technologiesprüngen und Innovationschüben abhängig ist.

6.2 Qualitative Klimaziele

Neben quantitativen Zielen wurden zudem qualitative Ziele definiert. Diese stellen Leitgedanken dar, die bei der Umsetzung der Maßnahmen und allen weiteren Aktivitäten in der Kleinmachnow Berücksichtigung finden sollen. Die Ziele wurden für die verschiedenen Handlungsfelder und deren Maßnahmen formuliert. So werden die Bemühungen in allen Bereichen der Klimaschutzarbeit an klaren Maximen ausgerichtet. Folgende Ziele sind an dieser Stelle zu nennen:

- Ausbau der erneuerbaren Energien nach Möglichkeiten und Potenzialen
- Nachhaltige Gestaltung der Gemeinde
- Entwicklung einer umweltfreundlichen Mobilität
- Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels zum Schutz der Bevölkerung
- Stete Information und Transparenz bei der Zielerreichung für die Bevölkerung

7 Handlungsfelder und Maßnahmen

Die Erläuterungen zu den Maßnahmen und die konkreten Maßnahmensteckbriefe können der Anlage 1 zur DS-Nr. 084/22 entnommen werden.

8 Verstetigungsstrategie

Klimaschutz ist eine freiwillige, fachbereichsübergreifende, kommunale Aufgabe und bedarf daher der Unterstützung durch die Verantwortlichen der Gemeindeverwaltung und der Politik. Den Rahmen für einen effektiven Klimaschutz bilden u. a. die politische Verankerung des Themas sowie die Festlegung von Klimazielen und Maßnahmen. Die Voraussetzungen für die interdisziplinäre Umsetzung der Klimaziele und der Maßnahmen sind in der Gemeinde Kleinmachnow bereits vorhanden.

Für ein zielführendes und dauerhaftes Engagement für den Klimaschutz sind interne organisatorische Maßnahmen wichtig. Denn innerhalb der Gemeindeverwaltung kann es aufgrund von unterschiedlichen Fachbereichszuständigkeiten und Verfahrensabläufen zu parallelen Planungen oder zu Konfliktsituationen in der Umsetzung kommen. Ein genereller Austausch und eine verstärkte Kommunikation innerhalb der Gemeindeverwaltung zum Thema Klimaschutz sind daher von hoher Bedeutung.

Des Weiteren werden die Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Akteuren, den Kommunen, der Wirtschaft und den Einwohnerinnen und Einwohnern ohne eine entsprechende Organisationsstruktur innerhalb der Gemeindeverwaltung häufig zu wenig genutzt (DifU, 2011). Eine zentrale Ansprechperson für Klimaschutz ist bereits seit 2021 eingerichtet, die eng mit den jeweils relevanten Fachbereichen und Fachabteilungen aber auch Akteuren aus Wirtschaft, Energieversorgung, Politik, Wissenschaft sowie überregionalen Netzwerken zusammenarbeiten muss.

Zur Umsetzung des anspruchsvollen Maßnahmenplans ist eine Aufstockung der Personalstellen erforderlich (siehe Maßnahme F2 und auch den Klimaschutzfahrplan).

9 Controlling der Klimaschutzarbeit

Das Controlling umfasst die Ergebniskontrolle der durchgeführten Maßnahmen unter Berücksichtigung der festgestellten Potenziale und Klimaschutzziele der Gemeinde Kleinmachnow. Neben der Feststellung des Fortschritts in den Projekten und Maßnahmen, ist eine stetige Anpassung an die aktuellen Gegebenheiten innerhalb der Gemeinde sinnvoll. Dies bedeutet, dass realisierte Projekte bewertet und analysiert werden und ggfs. erneut aufgelegt, verlängert oder um weitere Projekte ergänzt werden. Dabei wird es auch immer wieder darum gehen, der Kommunikation und Zusammenarbeit der Projektbeteiligten neue Impulse zu geben. Um den Gesamtfortschritt beurteilen zu können, empfiehlt es sich, in regelmäßigen Abständen eine Prozessevaluierung durchzuführen. Dabei sollten nachstehende Fragen gestellt werden, die den Prozessfortschritt qualitativ bewerten:

Zielerreichung: Wie sind die Fortschritte bei der Erreichung der Klimaschutzziele? Befinden sich Projekte aus verschiedenen Handlungsfeldern bzw. Zielbereichen in der Umsetzung? Wo besteht Nachholbedarf?

Ergebnis umgesetzter Projekte: Ergaben sich Win-Win-Situationen, d.h. haben verschiedene Partner von dem Projekt profitiert? Was war ausschlaggebend für den Erfolg oder Misserfolg von Projekten? Gab es Schwierigkeiten und wie wurden sie gemeistert?

Konzept-Anpassung: Gibt es Trends, die eine Veränderung der Klimaschutzstrategie erfordern? Haben sich Rahmenbedingungen geändert, sodass Anpassungen vorgenommen werden müssen?

Auswirkungen umgesetzter Projekte: Wurden Nachfolgeinvestitionen ausgelöst? In welcher Höhe? Wurden Arbeitsplätze geschaffen?

Umsetzung und Entscheidungsprozesse: Ist der Umsetzungsprozess effizient und transparent? Können die Arbeitsstrukturen verbessert werden? Wo besteht ein höherer Beratungsbedarf?

Beteiligung und Einbindung regionaler Akteure: Sind alle relevanten Akteure in ausreichendem Maße eingebunden? Besteht eine breite Beteiligung der Bevölkerung? Erfolgte eine ausreichende Aktivierung und Motivierung der Bevölkerung? Konnten weitere (ehrenamtliche) Akteure hinzugewonnen werden?

Netzwerke: Sind neue Partnerschaften zwischen Akteuren entstanden? Welche Intensität und Qualität haben diese? Wie kann die Zusammenarbeit weiter verbessert werden?

Für eine quantitative Bewertung werden die Finanzmittel (Eigen- und Fördermittel) für die Umsetzung von Projekten sowie ggfs. für Nachfolgeinvestitionen dargestellt und in Bezug zur Zielerreichung gesetzt, die Energie- und THG-Bilanz fortgeschrieben und ausgewählte Indikatoren jährlich verfolgt.

Energie- und THG-Bilanz

Eine Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz kann als quantitative Bewertung angesehen werden, in der die langfristigen Energie- und THG-Reduktionen erfasst und bewertet werden. Eine Fortschreibung wird hier in einem Zeitraum von zwei bis drei Jahren empfohlen, da dieses Instrument nur sehr träge reagiert und gleichzeitig keine oder nur sehr geringe Rückschlüsse auf die genauen Gründe der Veränderung zulässt. Dennoch können mit Hilfe der Bilanz und der dafür zu erhebenden Daten Entwicklungstrends für die gesamte Gemeinde oder einzelne Sektoren wiedergegeben werden, die auf andere Weise nicht erfasst werden können.

Gebäudesanierung

Befragungen der Wohnungsgesellschaft und Immobilienbesitzer:innen können erste Erkenntnisse zu Sanierungen liefern. Darüber hinaus ist eine regelmäßige Erhebung von Sanierungsförderungen durch die KfW anzustreben. Über die Daten der Schornsteinfeger kann in einer Zeitreihe die Entwicklung der Altersklassen der Feuerungsanlagen und damit die Sanierung von Heizungsanlagen nachverfolgt werden.

Erhebung von installierter Leistung und erzeugter Arbeit erneuerbarer Energien

Über die WFBB werden jährlich die installierten Anlagen, die installierte Leistung und die jährlichen Einspeisemengen für Strom und Wärme je Energieträger (Wind, Solar Biomasse und Umweltwärme) zur Verfügung gestellt. Diese Daten sollten in einer zeitlichen Reihe dargestellt werden, um die Ausbauraten jährlich verfolgen und mit dem Zielpfad vergleichen werden können.

Indikatoren für jede Maßnahme

Im Rahmen des Controllings sind für viele Maßnahmen teilweise gleichlautende Indikatoren anzusetzen, die im Folgenden genannt werden. Die Herleitung dieser Indikatoren ist jedoch auf unterschiedliche Weise zu gewährleisten. Diese wird nachfolgend je Maßnahme dargestellt.

- **Überprüfung der Erfolgsindikatoren**

Bei jeder Maßnahme sind Erfolgsindikatoren (z.B. durchgeführte Beratungen, zusätzlich installierte PV-Anlagen). benannt worden, die jährlich überprüft werden sollten. Diese Indikatoren sind z.T. mit einem bestimmten Zeitpunkt verknüpft worden, um verbindliche Ziele zu setzen. Dieses bildet ein zeitliches Raster für das Controlling.

- **THG-Einsparung pro Jahr [tCO₂e/a]**

Dieser Indikator ist nicht zwingend für jede Maßnahme ermittelbar, da Maßnahmen teilweise nur mittelbaren Einfluss auf die THG-Emissionen haben.

- **CO₂-Einsparung pro 1.000 eingesetzten € und Jahr [tCO₂e/1.000€*a]**

Für eine quantitative Bewertung werden die Finanzmittel (Eigen- und Fördermittel) für die Umsetzung von Projekten sowie ggfs. Für Nachfolgeinvestitionen dargestellt und in Bezug zur Zielerreichung gesetzt.

10 Kommunikationsstrategie

Den Klimaschutz in der Gemeinde Kleinmachnow zu verankern, wird nicht nur Aufgabe der Verwaltung sein. Klimaschutz ist eine Gemeinschaftsleistung aller Menschen im Gemeindegebiet und kann nur auf diesem Wege erfolgreich gelebt und umgesetzt werden. Eine transparente Kommunikation im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes hilft, Vertrauen aufzubauen und zu halten. Informieren – sensibilisieren – zum Handeln motivieren, das muss der grundsätzliche Leitsatz sein. Ziel dieses Vorhabens ist es, die Bürgerschaft und lokalen Akteure über die Notwendigkeit des Klimaschutzes aufzuklären und Handlungsmöglichkeiten einschließlich finanzieller Einspareffekte aufzuzeigen. Es wird erwartet, dass die Einwohner*innen und Akteure durch Verbesserung ihres Wissensstandes über wirksamen und wirtschaftlichen Klimaschutz stärker zu eigenen Maßnahmen angeregt werden.

Es wird ein auf den lokalen Kontext zugeschnittenes Vorgehen empfohlen, welches aufzeigt, wie einerseits die Inhalte des Klimaschutzkonzeptes in der Bevölkerung sowie bei weiteren relevanten Akteuren verbreitet und andererseits für die Umsetzung der dort entwickelten Maßnahmen ein breiter Konsens und aktive Mitarbeit erreicht werden können.

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Zielgruppen werden folgend Wege der Ansprache für die relevanten Akteursgruppen dargestellt, um auf ihre spezifischen Interessen, Bedürfnisse und Möglichkeiten einzugehen. Die bereits heute vielfältigen Kommunikationswege der Gemeinde Kleinmachnow dienen hierbei als Grundlage der zu erarbeitenden Kommunikationsstrategie. Hierzu finden insbesondere die städtischen und die örtlichen Medien sowie die sozialen Netzwerke und Verteiler ihre Berücksichtigung, die für Kampagnen genutzt werden und über die spezifischen Informationen verbreitet oder bestimmte Zielgruppen erreicht werden sollen.

10.1 Netzwerk Klimaschutzakteure

Dem schrittweisen Ausbau der Kooperation mit den örtlichen Akteuren in der Gemeinde Kleinmachnow ist eine zielgruppenorientierte Ansprache voranzustellen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass durch den unterschiedlichen Beratungsbedarf das Zusammenfassen von Akteuren zu Gruppen sinnvoll und zielführend ist. Die Ziele zur Energieeinsparung und Energieeffizienzsteigerung sowie zum Einsatz regenerativer Energieträger werden nur im Zusammenspiel der einzelnen Akteure erreichbar sein. Das konkrete Handeln verteilt sich auf den Schultern verschiedener Zielgruppen.

Die Gemeinde sollte bei den zukünftigen Aufgaben und der Entwicklung von Maßnahmen bzw. Projekten eng mit den ausführenden Akteuren verbunden sein und als Koordinator für die Energie- und Klimaarbeit auftreten. Eine Auswahl relevanter Akteure zeigt die nachfolgende Abbildung 10-1.

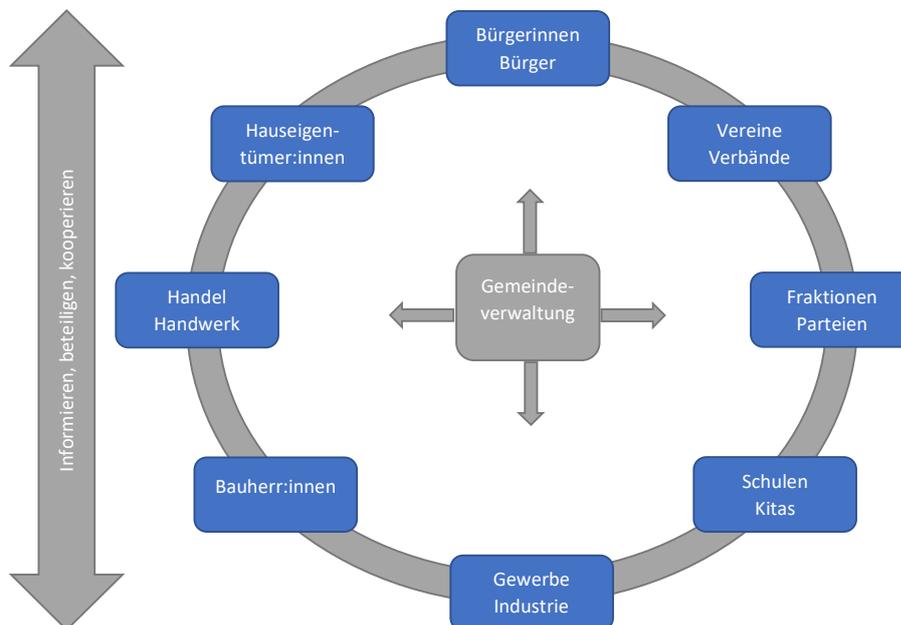


Abbildung 10-1: Akteursnetzwerk, Quelle: (DIFU 2011 – überarbeitet)

Die Partizipationsaktivitäten zur Akteursansprache sind vielschichtig. Insbesondere die folgenden Zielgruppen unterliegen einer besonderen Fokussierung:

- Gemeindeverwaltung
- Private Hauseigentümer/-innen
- Industrie und Gewerbe
- Verbraucher
- Jugendliche / Schülerinnen und Schüler

Die Vernetzung der Akteure untereinander ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für ihre Partizipation. Durch die Transparenz zwischen allen Mitwirkenden können Innovationen angeregt und gegenseitiges Verständnis bei Umsetzungsproblemen geweckt werden.

Die Akteure des bestehenden Akteursnetzwerks dienen ebenso als Multiplikatoren und Ideengeber. In dieser Funktion sollen sie das Thema Klimaschutz in ihre Netzwerke tragen und über diese bereits bestehenden Netzwerkstrukturen eine jeweils zielgruppenspezifische Ansprache ihrer Netzwerkmitglieder ermöglichen (siehe Abbildung 10-2).

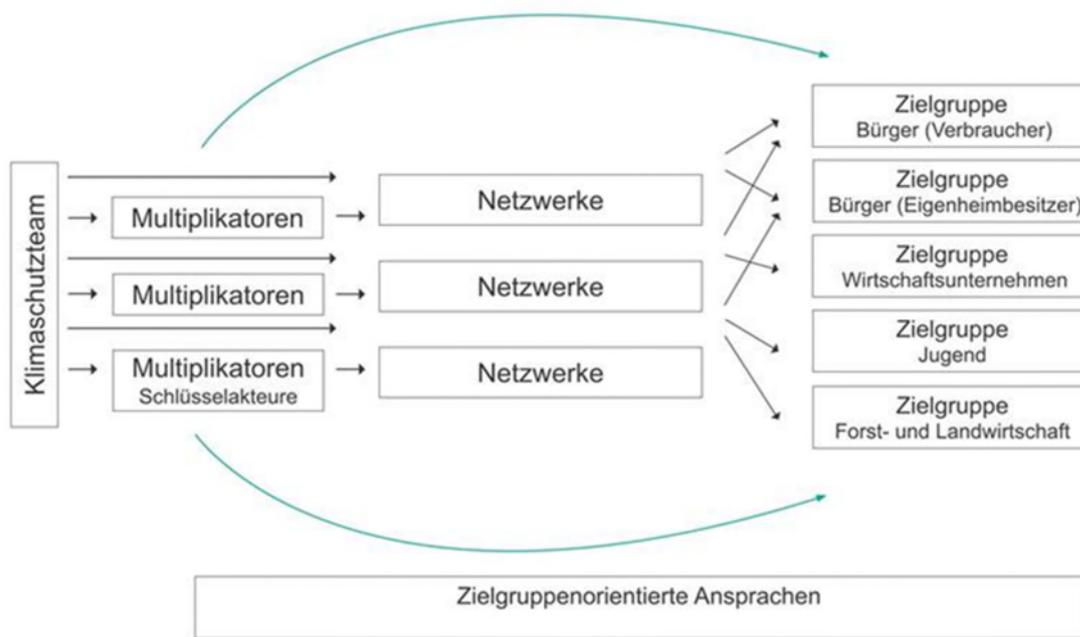


Abbildung 10-2: Struktur der Netzwerkarbeit

Neben der klassischen zielgruppenorientierten Ansprache der Akteure ist es wichtig, dass die Gemeindeverwaltung als Gesamtkoordinator und Vermittler auch innerhalb der eigenen Strukturen gut vernetzt ist. Die verschiedenen Fachbereiche und politischen Gremien müssen untereinander in stärkerem Maße im Austausch stehen und kommunizieren.

Um ein Netzwerk aufzubauen und zu festigen und um innovative Partner sukzessive zu erweitern, sollten zudem in regelmäßigen Abständen der Ist- und Soll-Zustand analysiert und bewertet werden.

10.2 Öffentlichkeitsarbeit

Bezogen auf die Akteursgruppen existiert eine unterschiedliche Einbindungsintensität (Abbildung 10-3). Von der Information und Motivation über die Beteiligung bis hin zur Kooperation mit unterschiedlichen Akteuren kann die Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung reichen (DIFU 2011, S. 133). Je nachdem, welche Einbindungsintensität angestrebt wird, können verschiedene Methoden für den Beteiligungsprozess herangezogen werden.

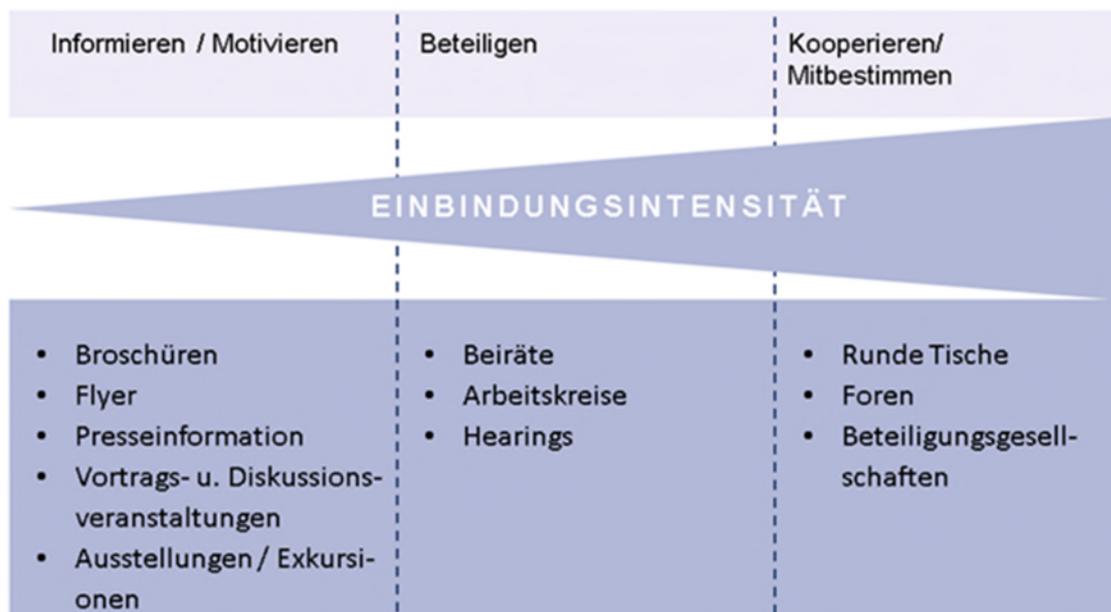


Abbildung 10-3: Einbindungsintensität in der Öffentlichkeitsarbeit, Quelle: (DifU, 2011)

Die wissenschaftlich erklärbaren Zusammenhänge von Klimaschutz und Verbraucherverhalten sind vielen Menschen nicht hinreichend bekannt. Hieraus folgt, dass dem Einzelnen oft nicht bewusst ist, wie das eigene Handeln den Klimawandel beeinflusst. Um ein entsprechendes Bewusstsein und klimafreundliches Verhalten zu fördern, ist daher eine intensive und vor allem transparente Kommunikation mit allen lokalen Akteuren notwendig.

Öffentlichkeitsarbeit stellt in der Gemeinde Kleinmachnow ein themenübergreifendes Handlungsfeld dar. Jedes bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes betrachtete Thema bedarf einer eigenen Systematik und einzelnen individuellen Kommunikationsmedien, da die verschiedenen Handlungsfelder für unterschiedliche Zielgruppen von Relevanz sind und sich unterschiedlicher Informationsquellen bedienen. Eine Nutzung der entsprechenden Informationsquellen hinsichtlich der jeweiligen Zielgruppe ist hier somit unumgänglich.

Dabei wird die Öffentlichkeitsarbeit in der Gemeinde vor allem die Sensibilisierung der Bürgerinnen und Bürger als Schwerpunkt haben. Diese kann mit Beratungsangeboten und Informationen auf der Homepage der Gemeinde sowie des Kreises sowie in persönlichen Beratungsgesprächen durch Mitarbeiter der Gemeindeverwaltung bzw. dem Klimaschutzmanagement verbunden werden.

Die Öffentlichkeitsarbeit verfolgt dabei einerseits das Ziel, Bürger:innen in die Lage zu versetzen, eigene Maßnahmen umzusetzen und dazu zu motivieren, andererseits muss auf Sensibilisierung und Akzeptanzsteigerung gegenüber Klimaschutzmaßnahmen, wie beispielsweise erneuerbaren Energien-Anlagen, hingearbeitet werden.

Methodisch steht der Gemeinde Kleinmachnow eine Vielzahl von Instrumenten zur Verfügung, die bereits eingesetzt werden, um Projekte und Projektinformationen sowie weitere öffentlichkeitswirksame Informationen zu kommunizieren.

Die Gemeindeverwaltung verfügt über eine öffentlichkeitswirksame Internetseite (<https://www.kleinmachnow.de>) worüber Aktivitäten auf dem Gemeindegebiet sowie viele relevante Informationen und Hintergrundinformationen zu diversen Themen abrufbar sind und kommuniziert werden. So kann der Internetauftritt zukünftig um zusätzliche Informationen zu Projekten aus dem Klimaschutzkonzept erweitert werden.

Des Weiteren werden durch die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Gemeinde Kleinmachnow die presserelevanten Projekte und Informationen über die lokalen Tageszeitungen und Anzeigenblätter kommuniziert.

Eine stärkere Einbindung der Themen des Umwelt- und Klimaschutzes in die Marketingstrategien für die Gemeinde Kleinmachnow seitens der Gemeindewerbung und Öffentlichkeitsarbeit ist empfehlenswert. Hierfür bieten sich beispielsweise die lokalen Zeitungen, kostenlose Werbezeitungen sowie lokalen Radiosender an.

Tabelle 10-1: Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes

| Maßnahme | Inhalt | Akteure | Zielgruppe | | | |
|----------------------------------|--|--|-------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | Private Haushalte | Gewerbe/Industrie | Schulen und Kindergärten | Öffentlichkeit allgemein |
| Pressearbeit | Pressemitteilungen (über aktuelle Klimaschutzprojekte, Veranstaltungen, realisierte Maßnahmen, etc.); Presseverteiler | Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanagement, örtliche / regionale Presse | • | • | • | • |
| | Pressetermine zu aktuellen Themen | | • | • | • | • |
| Kampagnen | Auslobung von Wettbewerben | Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanagement, Produkthersteller, Schulen / Lehrerinnen und Lehrer | • | • | • | |
| | Nutzung bestehender Angebote | öffentliche Institutionen | • | • | • | |
| Informationsveranstaltungen | zielgruppen-, branchen-, themenspezifisch | Fachleute, Referent/innen, Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanagement, Hochschulen | • | • | • | |
| | Status quo Klimaschutz in der Gemeinde Kleinmachnow | | | | | • |
| Internetauftritt | Homepage: Information wie Pressemitteilungen, Allg. und spezielle Informationen, Verlinkungen, Downloads und soziale Netzwerke | Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanagement, öffentliche Institutionen, ggf. regionale Fachleute | • | • | • | • |
| Anlaufstelle / Beratungsstelle | Informations- und Koordinationsbüro mit Klimaschutzmanagement Einrichtung von Sprechzeiten | Gemeindeverwaltung, Klimaschutzmanagement, Verbraucherzentralen | • | • | • | |
| Beratungsangebot | flächiges Angebot sowie zielgruppenspezifische Energieberatung | Fachleute, Verbraucherzentralen, Handwerk | • | • | • | |
| Informationsmaterial | Beschaffung und Bereitstellung von Informationsmaterial (insb. Broschüren und Infoblätter) | Gemeindeverwaltung, öffentliche Institutionen, Verbraucherzentralen, Energieberatende | • | • | • | • |
| Erziehungs- und Bildungsangebote | Durchführung bzw. Initiierung von Projekten in Schulen sowie weiteren Bildungseinrichtungen | Gemeindeverwaltung, Lehrerinnen und Lehrer, öffentliche Institutionen, Fachleute, Referenten | | | • | • |

11 Zusammenfassung

Die Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts für die Gemeinde Kleinmachnow stellt die strategische Grundlage für die Energie- und Klimapolitik der Gemeinde in den nächsten Jahren dar.

Der Projektprozess umfasste verschiedene Module. Die Erstellung der Energie- und THG-Bilanz als Grundlage für weitere Analysen gibt zusammen mit den erhobenen Bestandsprojekten den aktuellen Status Quo wieder. Es zeigt sich, dass Kleinmachnow bereits vielfältig aktiv ist. Klimaschutz wird bereits seit vielen Jahren seitens der Gemeindeverwaltung betrieben und soll nun weiter forciert werden. Dies geschieht einerseits, indem neue Projekte initiiert, aber auch indem bereits bestehende Initiativen und Aktivitäten gestärkt und in die künftige Klimaschutzarbeit der Gemeinde integriert werden.

Der Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow beträgt 370.939 MWh im Jahr 2018. Die Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes für die Gebäude und Infrastruktur (umfasst die Sektoren Wirtschaft, Haushalte und Kommune) ergab für den Energieträger Strom im Bilanzjahr 2018 einen Anteil von rund 23,4 %. Bei den Brennstoffen kommt vorrangig Erdgas mit 67,6 % zum Einsatz.

Die aus dem Endenergieverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow resultierenden Emissionen summieren sich im Bilanzjahr 2018 auf 117.099t CO₂-Äquivalente (CO_{2e}). Werden die THG-Emissionen auf die Einwohner bezogen, ergibt sich ein Wert von 5,69 t/a. Damit liegt Kleinmachnow unter dem Bundesdurchschnitt von knapp 11,4 t/a.

Die regenerative Stromproduktion im Gemeindegebiet nimmt verglichen mit dem Stromverbrauch der Gemeinde Kleinmachnow einen Anteil von 1 % im Jahr 2018 ein, wobei ausschließlich Photovoltaik mit 100 % den Strom bereitstellt. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung weit unter dem Bundesdurchschnitt (30 %).

Aus diesen Grundlagen sowie den erhobenen Potenzialen für Energieeinsparung und Ausbau der erneuerbaren Energien konnten Szenarien für Energie- und THG-Einsparungen bis zum Jahr 2045 mit Zwischenschritten 2025, 2030, 2035 und 2040 abgeleitet werden.

Obwohl die Gemeinde Kleinmachnow den Beschluss gefasst hat, bis 2035 klimaneutral zu werden, wurden alle Berechnungen auf 2045 ausgelegt, da die Erreichung der Klimaneutralität aufgrund der bestehenden Ausgangslage und der Potenziale bis 2035 nicht machbar ist. Auch bis 2045 werden die Emissionen nach den Berechnungen „nur“ um 88% reduziert. Der Rest verbleibt wegen Emissionen aus den Vorketten, nicht vermeidbaren fossilen Energieträgern und muss kompensiert werden. Jedoch sind durch technologischen Fortschritt und Innovationen, die bisher noch nicht absehbar sind, weitere Reduktion denkbar.

Die wichtigsten Potenziale zur Verringerung des Endenergieverbrauches liegen in den Bereichen Wärme und Warmwasser sowie Mobilität. Anhand der Szenarien wurden Ziele für die Klimaschutzpolitik der Gemeinde Kleinmachnow in den nächsten Jahren hergeleitet. Hierbei wurden zum einen quantitative Ziele, bezogen auf das Referenzjahr 2018, sowie qualitative Leitziele entwickelt:

Quantitative Ziele:

Reduktion der CO₂-Emissionen gegenüber 2018

Die Gemeindevertretung hat im Sommer 2020 beschlossen, dass Kleinmachnow bis 2035 klimaneutral werden soll.

Erneuerbare Energien bis 2035

Ausbau der Leistung von Photovoltaik-Dachflächenanlagen der Gemeinde

Prüfung der Rahmenbedingungen zur möglichen Errichtung einer Windenergieanlage

Prüfung der Errichtung einer Wasserkraftanlage

Nutzung des Geothermiepotenzials

Gebäudesektor

Steigerung der Sanierungsquote auf 2,8 Prozent mit Beachtung einer nachhaltigen Sanierung.

Qualitative Ziele:

- Ausbau der erneuerbaren Energien nach Möglichkeiten und Potenzialen
- Nachhaltige Gestaltung der Gemeinde
- Entwicklung einer umweltfreundlichen Mobilität
- Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels zum Schutz der Bevölkerung
- Stete Information und Transparenz bei der Zielerreichung für die Bevölkerung

Im Zuge der Projektarbeit wurden Maßnahmenideen entwickelt und diese unter Berücksichtigung der Potenziale weiter konkretisiert. Insgesamt wurden 34 Maßnahmen vertieft, die sich auf folgende Handlungsfelder und konzipierten Maßnahmen für die nächsten Jahre verteilen:

- Energieversorgung (A1 – A4)
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (B1 – B2)
- Ortsentwicklung (C1 – C3)
- Private Haushalte (D1 – D5)
- Mobilität (E1 – E7)
- Klimafreundliche Kommune (F1 – F9)
- Klimaanpassung (G1 – G4)

Die genaueren Beschreibungen sind im Kapitel 7 des Klimakonzeptes den einzelnen Maßnahmensteckbriefen zu entnehmen.

Bei Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen des Konzeptes ist eine Reihe volkswirtschaftlicher Effekte zu erwarten, darunter Verlagerungseffekte in der Wertschöpfung oder auch Arbeitsmarkteffekte in den Sektoren Handwerk, Dienstleistung, Gewerbe und Industrie, beispielsweise durch Investitionen in Sanierungsprojekte und erneuerbare Energien.

Für den Umsetzungsprozess ist ein Akteursnetzwerk wichtig. Gleichzeitig muss die Umsetzung überwacht und gesteuert werden, damit das Konzept erfolgreich umgesetzt werden kann.

Es wird empfohlen, die Fortschreibung und mögliche Anpassung der Ziele und der Maßnahmen spätestens alle fünf Jahre vorzunehmen.

Klimaneutralität, als die höchste Neutralitätsform, zu erlangen, erfordert weitergehende Anstrengungen, von denen viele nicht im Handlungsbereich der Kommune liegen.

Wie dem Kapitel 5.6 zu entnehmen, 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 vollständig auf fossile Energieträger verzichtet werden kann (z. B. Verkehr und Wirtschaft), aber auch darauf, dass selbst für erneuerbare Energieträger Emissionen anfallen (bspw. Photovoltaik verfügt über einen Emissionsfaktor von 40 g CO₂e/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. Eine bilanzielle Treibhausgasneutralität ist mit dieser Systematik also nicht möglich.

12 Literaturverzeichnis

- 2030, L. B. (14.07.2021). Von <https://lbv.brandenburg.de/5319.htm> abgerufen
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (05. 02 2021). *Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung im Land Brandenburg*. Von https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen/stat_berichte/2019/SB_A05-03-00_2018j01_BB.pdf abgerufen
- Arbeit, B. f. (2022). Abfrage zu sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten für die Gemeinde Kleinmachnow.
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2018). *Energieverbrauch in Deutschland, Daten für das Quartal 1.-4. Quartal 2018*. Berlin.
- BMWi. (2014). *Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Brandenburg, E. (17. 07 2022). *Solaratlas Brandenburg*. Von <https://solaratlas-brandenburg.de/cms/inhalte/mein-dach/position/52.407,13.220,16> abgerufen
- Brandenburg, L. (18. 07 2022). *Geoportal Brandenburg*. Von <https://geo.brandenburg.de/?page=Geothermieportal> abgerufen
- Bundesregierung. (2021). *Klimaschutzgesetz 2021, Generationenvertrag für das Klima*. Abgerufen am 24. März 2022 von Die Bundesregierung: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672?view=renderNewsletterHtml>
- Bundesverband Wärmepumpe e. V. (20. Januar 2022). *Starkes Wachstum im Wärmepumpenmarkt*. Von <https://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/details/starkes-wachstum-im-waermepumpenmarkt/#content> abgerufen
- 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/>
- DifU. (2011). *Deutsches Institut für Urbanistik*. Abgerufen am 2017. 03 29 von Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden: <http://www.leitfaden.kommunalrerklimaschutz.de/sites/leitfaden.kommunalrerklimaschutz.de/files/pdf/klimaschutzleitfaden.pdf>
- Gemeinde Kleinmachnow. (01. 01 2021). *kleinmachnow.de*. Abgerufen am 19. 10. 2021 von <https://www.kleinmachnow.de/staticsite/staticsite.php?menuid=48&topmenu=3>
- Graz, I. f. (2013). *Vergleich von Nettofallhöhe, Durchfluss und erzielbarer elektrischer Leistung für Francis-/Kaplan-Turbinen, Wasserrad, Durchströmturbine und Wasserschnecke für den Einsatzbereich in der Kleinst- und Kleinwasserwirtschaft*. Graz.
- 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/>
- Klima-Bündnis. (2022). *Klimaschutzplaner*. Abgerufen am 2022 von <https://www.klimaschutzplaner.de/>
- LLUR. (2011). *Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes, Erdwärmekollektoren - Erdwärmesonden, Empfehlungen für Planer, Ingenieure und Bauherren*. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes, Flintbek.
- Luhmann, H.-J., & Obergassel, W. (27. 01 2020). Klimaneutralität versus Treibhausgasneutralität- Anforderungen an die Kooperation im Mehrebenensystem in Deutschland. *GAiA*, S. 27-33.
- 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.
- Postleitzahlen Deutschland*. (22. 08 2022). Von <https://www.suche-postleitzahl.org/> abgerufen
- Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Berlin: Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut;.
- Solar Institut Jülich der FH Aachen in Kooperation mit Wuppertal Institut und DLR. (2016). *Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung, Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz*. Aachen.
- Sonnberger, M. (2014). *Weniger provoziert Mehr. Energieeffizienz bei Gebäuden und der Rebound-Effekt*. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau, Stuttgart.
- Spree-Havel, W. u. (2014). Projektidee „Wasserkraftanlage an der Schleuse Kleinmachnow“. Berlin.
- Statistisches Bundesamt. (2011). *Ergebnisse des Zensus 2011*. Abgerufen am 10. September 2021 von <https://ergebnisse2011.zensus2022.de/datenbank/online>
- Umweltbundesamt. (2013). *Potenzial der Windenergie an Land, Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land*. Dessau-Roßlau.
- Wikipedia. (18. 01 2022). Von https://de.wikipedia.org/wiki/Kleinmachnow#cite_note-Metadaten_Einwohnerzahl_DE-BB-1 abgerufen