



Integriertes Klimaschutzkonzept Stadt Bad Schwartau

Bad Schwartau, 13. November 2024





Förderinformation:

Das Klimaschutzkonzept der Stadt Bad Schartau wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Projekttitle: „KSI: Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes durch ein Klimaschutzmanagement für die Stadt Bad Schartau“

(Förderkennzeichen: 67K18535).





Im Auftrag von:

Stadt Bad Schwartau
Markt 15
23611 Bad Schwartau

Erstellt von:



Hamburg Institut Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg
Ansprechpartnerinnen: Jana Kapfer (Projektleitung), Johanna
Bollow, Justus Börms



Stadt Bad Schwartau
Markt 15
23611 Bad Schwartau
Ansprechpartner: Thies Fellenberg



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
1 Einleitung	10
2 Energie- und Treibhausgasbilanz	11
2.1 Datenerhebung	11
2.2 Ergebnisse	13
3 Potenzialanalyse	17
3.1 Strom	17
3.1.1 Effizienz im Stromsektor	18
3.1.2 Solare Stromerzeugung	18
3.1.2.1 Dachflächen	18
3.1.2.2 Integrierte Photovoltaik	19
3.1.2.3 Parkplatzflächen	19
3.1.2.4 Freiflächen	20
3.1.3 Windenergie	25
3.1.4 Biomasse	26
3.2 Wärme	27
3.2.1 Effizienz im Gebäudebestand	27
3.2.2 Wärmenetze	29
3.2.3 Dezentrale Versorgung	31
3.2.3.1 Wärmepumpen	31
3.2.3.2 Solarthermie	31
3.2.3.3 Biomasse	31
3.3 Mobilität	32
3.3.1 Modal Shift	32
3.3.2 Entwicklung Personenkilometer	33
3.3.3 Antriebswechsel	34
4 Szenarien bis zum Jahr 2045	36
4.1.1 Übergeordnete Annahmen	36
4.1.2 Klimaschutz-Szenario	38
4.1.3 Trend-Szenario	41
4.1.4 THG-Minderungsziele	43
5 Akteursbeteiligung	45
5.1 Auftaktveranstaltung	45
5.2 Fachworkshop Potenzialanalyse	45



5.3	Präsentation der Ergebnisse	46
6	Maßnahmenkatalog	47
6.1	Beschreibung der Handlungsfelder	47
6.2	Maßnahmenkatalog	48
6.2.1	Erneuerbare Energien	50
6.2.2	Mobilität	53
6.2.3	Wärme- und Kältenutzung	60
6.2.4	Kommunale Liegenschaften	63
6.2.5	Flächenmanagement	64
6.2.6	Anpassung an den Klimawandel	67
6.2.7	Private Haushalte	70
6.2.8	Abwasser und Abfall	72
6.2.9	Straßenbeleuchtung	73
6.2.10	Gewerbe, Dienstleistung und Handel	74
6.2.11	Beschaffungswesen	75
6.3	Priorisierung der Maßnahmen	76
7	Verstetigungsstrategie	77
7.1	Klimaschutzmanagement	77
7.2	Netzwerke Klimaschutz	77
7.3	Klimaschutzkoordination des Kreises Ostholstein	77
7.4	Öffentlichkeitsarbeit	78
8	Controlling-Konzept	79
8.1	Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz	79
8.2	Überarbeitung des Maßnahmenkatalogs	79
9	Literaturverzeichnis	80



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Endenergieverbrauch der Stadt Bad Schwartau nach Sektoren (stationäre Energie) im Jahr 2022.	13
Abbildung 2: Endenergieverbrauch der Stadt Bad Schwartau nach Energieträgern und Sektoren im Jahr 2022.	13
Abbildung 3: Verteilung der gefahrenen Kilometer des motorisierten Individualverkehrs (MIV) im Jahr 2022 nach Klima-Navi.	14
Abbildung 4: THG-Bilanz der Stadt Bad Schwartau nach Sektoren im Jahr 2022.	14
Abbildung 5: THG-Bilanz der Stadt Bad Schwartau nach Energieträgern und Sektoren im Jahr 2022.	15
Abbildung 6: Ermittlung des umsetzbaren Potenzials (Quelle: HIC Hamburg Institut Consulting GmbH).	17
Abbildung 7: Parkplatzflächen als PV-Potenzial in Bad Schwartau.	20
Abbildung 8: Gesamtpotenzial PV-Freiflächen in Bad Schwartau.	22
Abbildung 9: Für Freiflächen-PV geeignete Flurstücke.	23
Abbildung 10: Potenzialfläche Windenergie.	25
Abbildung 11: Wärmeliniendichten, Bestandsnetz und Wärmenetzpotenziale in Bad Schwartau.	30
Abbildung 12: Potenziale Veränderung Modal Split in Bad Schwartau.	33
Abbildung 13: Potenziale Veränderung der Verkehrsleistung in Bad Schwartau.	34
Abbildung 14: Bedarf an Wohnraum in Bad Schwartau 2019 bis 2044.	37
Abbildung 15: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im Klimaschutz-Szenario.	38
Abbildung 16: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Sektoren im Klimaschutz-Szenario.	39
Abbildung 17: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträgern im Klimaschutz-Szenario.	40
Abbildung 18: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren im Klimaschutz-Szenario.	40
Abbildung 19: Strombedarf und Stromerzeugung im Klimaschutz-Szenario bis 2045.	41
Abbildung 20: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im Trend-Szenario.	42
Abbildung 21: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträgern im Trend-Szenario.	43



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Daten für die Endenergie- und THG-Bilanz.	12
Tabelle 2: Indikatoren der Endenergie- und THG-Bilanz im Vergleich zum Bundesdurchschnitt.	15
Tabelle 3: Prioritätsstufen zur Einteilung der Potenzialflächen.	21
Tabelle 4: Mittlere jährliche Sanierungsrate bis 2030 bzw. 2045.	28
Tabelle 5: Jahresnutzungsgrade der Energieträger.	37
Tabelle 6: Quantitative Indikatoren zum Zielerreichungsabgleich.	43
Tabelle 7: Sektorbezogene Zwischenziele THG-Emissionen und Endenergiebedarf.	44
Tabelle 8: Maßnahmenkatalog.	49
Tabelle 9: Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen mit hoher Priorität.	76



Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Agri-PV	Agri-Photovoltaik (Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion und PV-Stromproduktion)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CO ₂ eq	Kohlendioxid-Äquivalente
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EW	Einwohnerinnen und Einwohner
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GPC	Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkm	Personenkilometer
PtX	Power-to-X-Verfahren
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas



Zusammenfassung

Das Integrierte Klimaschutzkonzept der Stadt Bad Schwartau basiert auf der Analyse sämtlicher Handlungsfelder der Kommune, die aus Sicht des Klimaschutzes relevant sind, um Potenziale und Anknüpfungspunkte für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen zu ermitteln (siehe Kapitel 3). Diese Potenziale wurden mit Maßnahmen hinterlegt, die der Erreichung der übergeordneten Zielsetzung dienen, um bis zum Jahr 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Zunächst wurde der Ausgangszustand durch die Hamburg Institut Consulting GmbH mithilfe einer Energie- und Treibhausgasbilanz für das Stadtgebiet für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr ermittelt (siehe Kapitel 2). Auf Basis der Potenzialanalyse wurden ein Trend-Szenario (Trendentwicklung ohne gesonderte Anstrengungen zum Schutz des Klimas) und ein Klimaschutz-Szenario (Treibhausgas-Minderung bei Umsetzung einer konsequenten Klimaschutzpolitik) erstellt. Die Szenarien orientieren sich an den Klimaschutzzielen der Bundesregierung und geben unter Einbeziehung der Zwischenziele 2030 und 2040 einen Ausblick ins Jahr 2045.

Der Stadt kommt im Bereich des Klimaschutzes in ihrer Rolle als Verbraucher und Vorbild, als Planer und Regulierer, bis hin zum Motivator und Berater eine gewichtige Aufgabe zu. Der Fokus der beschriebenen Klimaschutzmaßnahmen wurde daher auf Bereiche gelegt, auf die die Kommune unmittelbar Einfluss ausüben kann. Effektiver Klimaschutz kann nur als Querschnittsaufgabe in allen Bereichen der Gesellschaft gelingen, sodass die Stadt als positives Beispiel vorangehen und auf unterschiedlichen Ebenen die bestmögliche Wirkung erzielen möchte. Die Grundlage hierfür wird mit dem vorliegenden Konzept gelegt.

Für die verschiedenen Handlungsfelder wurden insgesamt 26 Maßnahmen ausgearbeitet. Um den Fortschritt der Umsetzung der Maßnahmen kontinuierlich zu analysieren und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen, was beispielsweise bei Änderungen der Förderkulisse erforderlich werden kann, wird ein Controlling der Maßnahmen mittels definierter Meilensteine und Indikatoren vorgesehen. Die Kommunikation der erzielten Erfolge und Fortschritte spielt eine gewichtige Rolle für die Umsetzung und den Erfolg von Klimaschutzmaßnahmen. Daher werden geeignete Informations- und Beteiligungsformate zukünftig bei in die Umsetzung geführten Maßnahmen bereits in der detaillierteren Planung berücksichtigt.



1 Einleitung

In der Stadt Bad Schwartau leben auf einer Fläche von 18,39 km² 20.169 Einwohnerinnen und Einwohner (Stand 31.12.2023; Statistikamt Nord, 2024). Daraus ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 1.101 EW/km². Die Stadt befindet sich im Kreis Ostholstein im Bundesland Schleswig-Holstein. Bad Schwartau ist ein staatlich anerkanntes Heilbad und grenzt im Süden an die Hansestadt Lübeck. Lübeck ist als Oberzentrum eng mit den Nachbarkommunen verflochten. Bad Schwartau ist als unmittelbar angrenzende Kommune Teil dieses strukturell eng verbundenen Ballungsraums.

Die Stadt Bad Schwartau gliedert sich in fünf Stadtteile (Cleverbrück, Groß Parin, Kaltenhof, Rensefeld, Schwartau). Gegenwärtig sind 11,1 km² des Stadtgebiets Vegetationsfläche (60,4 %). 5,4 km² Siedlungsfläche (29,4 %), 1,58 km² Verkehrsfläche (8,6 %) und 0,29 km² Gewässer (1,6 %). Insgesamt ist Bad Schwartau durch eine Vielzahl von Vegetationsflächen gekennzeichnet.

Die Stadtverordnetenversammlung der Stadt Bad Schwartau hat im Juni 2019 die Einrichtung eines Klimaschutzmanagements und -controllings beschlossen. Mithilfe dessen sollen die angestrebten Klimaziele der Bundesregierung fokussiert verfolgt werden. Mit Inkrafttreten des novellierten Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 hat Deutschland sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen. Die Zwischenziele auf dem Weg dorthin sehen vor, dass die Treibhausgase bis 2030 um 65 % gegenüber 1990 verringert werden und bis 2040 um mindestens 88 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024). Das im Koalitionsvertrag der Landesregierung Schleswig-Holsteins vereinbarte Ziel der Treibhausgasneutralität wird in der Novelle des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein bereits bis zum Jahr 2040 vorgesehen.

Nach 2050 werden seitens der Bundesregierung negative Emissionen angestrebt, was durch die Einbindung von Treibhausgasen in natürlichen Senken erreicht werden soll. Zu diesen zählen etwa Wälder und Moore, welche Kohlenstoff speichern und bedeutsam sind, um unvermeidbare Restemissionen zu binden (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2022).

Mit der Stelle des Klimaschutzmanagements sowie der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes soll eine lokale Grundlage für eine Klimaschutzarbeit von hoher Qualität geschaffen werden. Hierdurch wird ein aktiver Beitrag zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft geleistet. Wesentlicher Grundgedanke ist es, kommunales Handeln mit den Aktivitäten und Interessen aller weiteren Akteure im Gemeindegebiet zu verbinden. Mit der Unterstützung von Akteuren in der Gemeinde soll zielgerichtet auf eigene Klimaziele hingearbeitet werden.

Das Klimaschutzmanagement soll die vorhandenen Einzelaktivitäten und Potenziale bündeln und in Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren nachhaltige Projektansätze sowie Multiplikatoren- und Synergieeffekte schaffen und nutzen. Hierbei dient das integrierte Klimaschutzkonzept als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für zukünftige Klimaschutzaktivitäten. Es soll den Klimaschutz als Querschnittsaufgabe nachhaltig in der Kommune verankern und sicherstellen, dass Klimaschutz als Querschnittsthema bei Entscheidungen und Beschlüssen berücksichtigt wird.

Um konkrete Handlungsfelder und Maßnahmen abzuleiten, wurden zunächst mit der Endenergie- und Treibhausgasbilanz eine Analyse des Ist-Zustandes durchgeführt sowie eine Potenzialanalyse erarbeitet und Szenarien zur Treibhausgasreduktion berechnet. Die Hamburg Institut Consulting GmbH unterstützte die Stadt Bad Schwartau von Februar bis Oktober 2024 mit der Erarbeitung der genannten Inhalte und gab zudem erste Empfehlungen zur Ableitung von Klimaschutzmaßnahmen. Das integrierte Klimaschutzkonzept stellt einen umfassenden Handlungsleitfaden für die Stadt Bad Schwartau dar, der als Grundlage für ein Controlling der kommunalen Klimaschutzstrategie herangezogen werden kann sowie eine interkommunale Vergleichbarkeit erlaubt.



2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Für die Stadt Bad Schwartau wurde bisher keine differenzierte Energie- und Treibhausgasbilanz für alle klimarelevanten Handlungsfelder aufgestellt. Zur Beschreibung der Ausgangssituation sollen erstmalig alle Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionen in allen klimarelevanten Handlungsfeldern im Stadtgebiet erfasst werden. Die Erstellung der Treibhausgasbilanz erfolgte nach der Methodik der Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO). Dafür wurde die Software „Klima-Navi“ genutzt, welche das Land Schleswig-Holstein allen landesangehörigen Kommunen zur Verfügung stellt. Dabei wurden die Sektoren private Haushalte, kommunale Einrichtungen, Verkehr, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) betrachtet. Weitere Grundsätze der Methodik sind folgende:

- Bilanzierung nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip für den stationären Energieverbrauchsbereich und für den Sektor Mobilität;
- Berechnung der Treibhausgas-Emissionen bei Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen nach Carnot-Methode (exergetische Allokation);
- keine Witterungskorrektur oder sonstige Korrekturen;
- Treibhausgas-Emissionsfaktoren als CO₂-Äquivalente inkl. Vorketten;
- Nutzung des Bundesstrommix bei der Bewertung der Emissionen durch Stromverbrauch.

Eine Endenergie- und Treibhausgasbilanz dient als Ist-Analyse und Kommunikation gegenüber Politik, Verwaltung und den Bürgerinnen und Bürger.

Im Folgenden wird die Datenerhebung für die Endenergie- und THG-Bilanz erläutert sowie deren Ergebnisse dargestellt und bewertet.

2.1 Datenerhebung

Als Bilanzjahr wurde das Jahr 2022 festgelegt. Die Ermittlung von Energieverbräuchen in den Sektoren der stationären Energie erfolgte auf Basis kommunaler Daten. Für den Wärmesektor wurden im Klima-Navi folgende Energieträger bilanziert: Biomasse, Steinkohle, Braunkohle, Diesel, Fernwärme, Umweltwärme, Heizöl, Ottokraftstoffe, Flüssiggas und Solarthermie. Die Daten für Strom und Erdgas stammen aus Datensätzen des lokalen Netzbetreibers TraveNetz GmbH. Die Verbräuche von nicht leitungsgebundenen Energieträgern wurden über Schornsteinfegerdaten erhoben.

Für den Sektor Verkehr wurde der Endenergieverbrauch von Pkw, leichten Nutzfahrzeugen, motorisierten Zweirädern, Lkw, Reise- und Linienbussen miteinbezogen. Hierfür nutzt das Klima-Navi das deutschlandweit anerkannte TREMOD-Modell (Transport Emission Model) des ifeu-Instituts. Für die gefahrene Strecken der Linienbusse auf dem Stadtgebiet Bad Schwartaus wurden die Gesamtfahrleistungen von der Autokraft GmbH sowie der Stadtwerke Lübeck Mobil GmbH übermittelt. In Tabelle 1 werden die erhobenen Daten inklusive Angabe zur Datenquelle und Datengüte zusammenfassend dargestellt.



Tabelle 1: Erhobene Daten für die Endenergie- und THG-Bilanz.

Sektor	Erhobene Daten	Datenquelle	Datengüte
Private Haushalte, Industrie, GHD	Energieverbrauch Strom & Erdgas	TraveNetz GmbH	A (Daten liegen auf Ebene der Kommune vor)
Private Haushalte, GHD	Heizöl-, Kohle-, Flüssiggas- & Biomasseverbrauch (über Leistung der Kessel)	Schornsteinfeger	B (durch Hochrechnungen vervollständigt)
Verkehr	Gesamtfahrleistung der Linienbusse	Stadtwerke Lübeck Mobil GmbH, Autokraft GmbH	A
Kommunale Einrichtungen	Verbrauchsdaten kommunaler Einrichtungen	Kommunales Energiemanagement	A
Private Haushalte, Industrie, GHD	Verbrauch Fernwärme	HanseWerk Natur GmbH (bereits im Klima-Navi hinterlegt)	A
Industrie	KWK-Wärmeerzeugung der Industrie	SCHWARTAUER WERKE GmbH & Co. KG	A
Erzeugungsdaten für Photovoltaik- und Biomasseanlagen	Schleswig-Holstein Netz AG	Marktstammdatenregister	A

Zusätzlich zur Endenergie- und THG-Bilanz, welche mit dem Emissionsfaktor des Bundesstrommix berechnet wird, wurde die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ermittelt, um lokale Ausbauerfolge sichtbar zu machen. Dafür wurden die Stromerzeugungsdaten durch Photovoltaik und Biomasse aus dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur entnommen.

Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgte über die Ermittlung des angefallenen Energieverbrauchs, der mittels Multiplikation mit einem entsprechenden im Klima-Navi hinterlegten Emissionsfaktor (standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS Datenbank) in die emittierte Menge THG umgerechnet wird. Die Bezeichnung THG-Emissionen beinhaltet dabei nicht nur den CO₂- Ausstoß, sondern auch weitere für den Treibhausgaseneffekt relevante klimaschädliche Gase wie Methan und Lachgas.



2.2 Ergebnisse

In der Stadt Bad Schwartau wurden im Jahr 2022 etwa 432 GWh Endenergie verbraucht, davon am meisten im Sektor private Haushalte mit 42 % (siehe Abbildung 1). Die zweitgrößten Verbräuche sind dem Verkehr mit 24 % zu zuschreiben. Die kommunalen Einrichtungen verzeichnen mit 1 % einen geringen und landesüblichen Beitrag zum Endenergieverbrauch Bad Schwartaus.

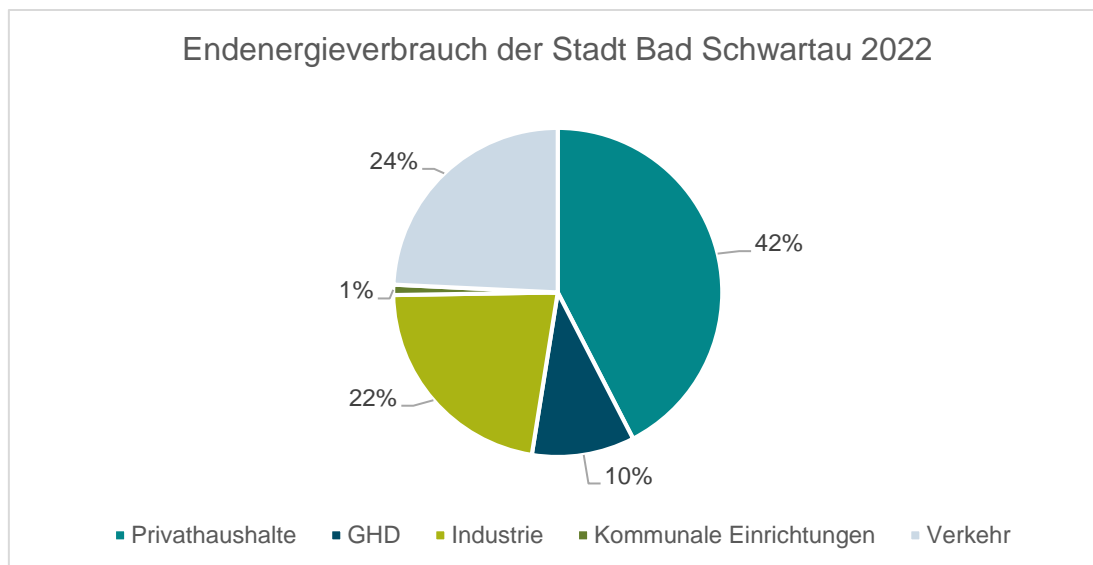


Abbildung 1: Endenergieverbrauch der Stadt Bad Schwartau nach Sektoren (stationäre Energie) im Jahr 2022.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, tragen aktuell in Bad Schwartau vor allem die Energieträger Erdgas, Kraftstoffe des Verkehrssektors und Strom zum Endenergieverbrauch bei. Die Sektoren private Haushalte und Industrie sind durch hohe Erdgasverbräuche geprägt.

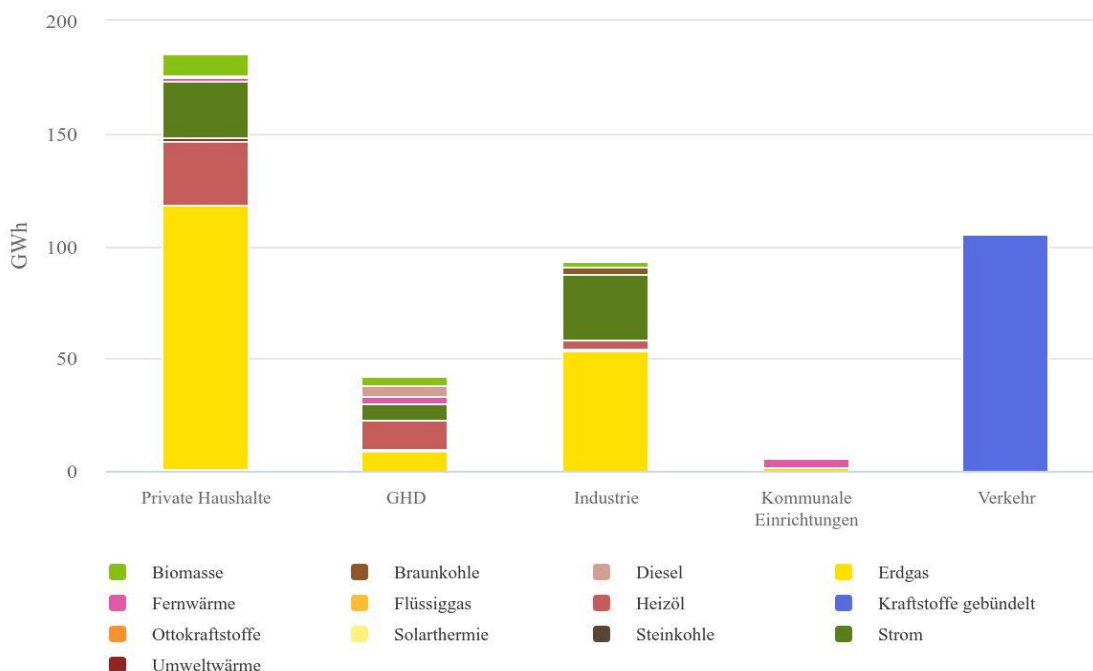


Abbildung 2: Endenergieverbrauch der Stadt Bad Schwartau nach Energieträgern und Sektoren im Jahr 2022.



Die Aufgliederung der auf dem Stadtgebiet Bad Schwartaus gefahrenen Kilometer in städtisch, außerorts und Autobahn legt die Bedeutung des auf dem Stadtgebiet liegenden Autobahnabschnitts der A1 für die Treibhausgasbilanzierung dar (siehe Abbildung 3). Die hier entstehenden Endenergieverbräuche und somit auch THG-Emissionen werden Bad Schwartau angerechnet.

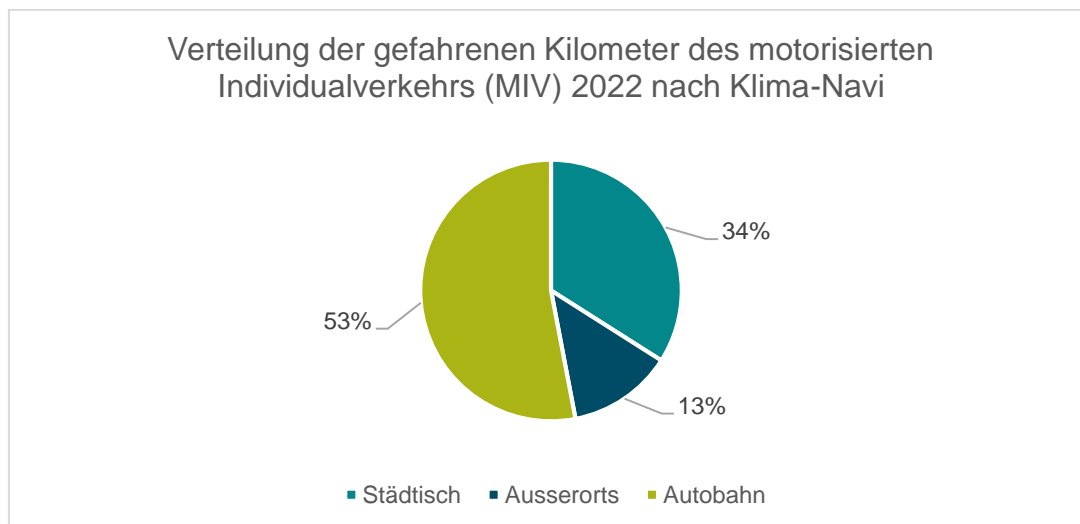


Abbildung 3: Verteilung der gefahrenen Kilometer des motorisierten Individualverkehrs (MIV) im Jahr 2022 nach Klima-Navi.

Aus diesen Endenergieverbräuchen ermittelt das Klima-Navi mittels hinterlegten Emissionsfaktoren (standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS Datenbank) die Treibhausgasemissionen.

Die Energieverbräuche in der Stadt Bad Schwartau führten im Jahr 2022 zu THG-Emissionen von insgesamt 127.936 t CO₂ eq. Ein Großteil der Treibhausgasemissionen in Bad Schwartau wird vom Sektor private Haushalte (40 %) verursacht. Knapp ein Viertel der Emissionen ist auf den Verkehr zurückzuführen, gefolgt von der Industrie mit einem Anteil von 23 % an den Gesamtemissionen in Bad Schwartau. Kommunale Einrichtungen nehmen auch hier mit 1 % den kleinsten Anteil ein (siehe Abbildung 4).

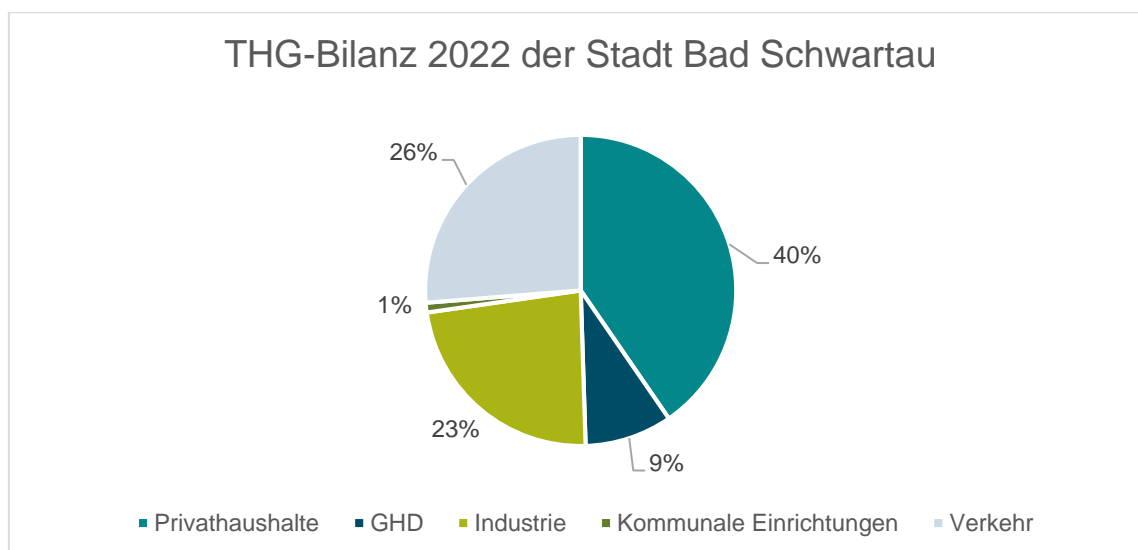


Abbildung 4: THG-Bilanz der Stadt Bad Schwartau nach Sektoren im Jahr 2022.

Die Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren in Bad Schwartau ähnelt der des Endenergieverbrauches (siehe Abbildung 5). Besonders die Erdgas- und Stromverbräuche in den



Sektoren private Haushalte und Industrie sowie die Kraftstoffe des Verkehrssektors führen zu hohen Emissionen.

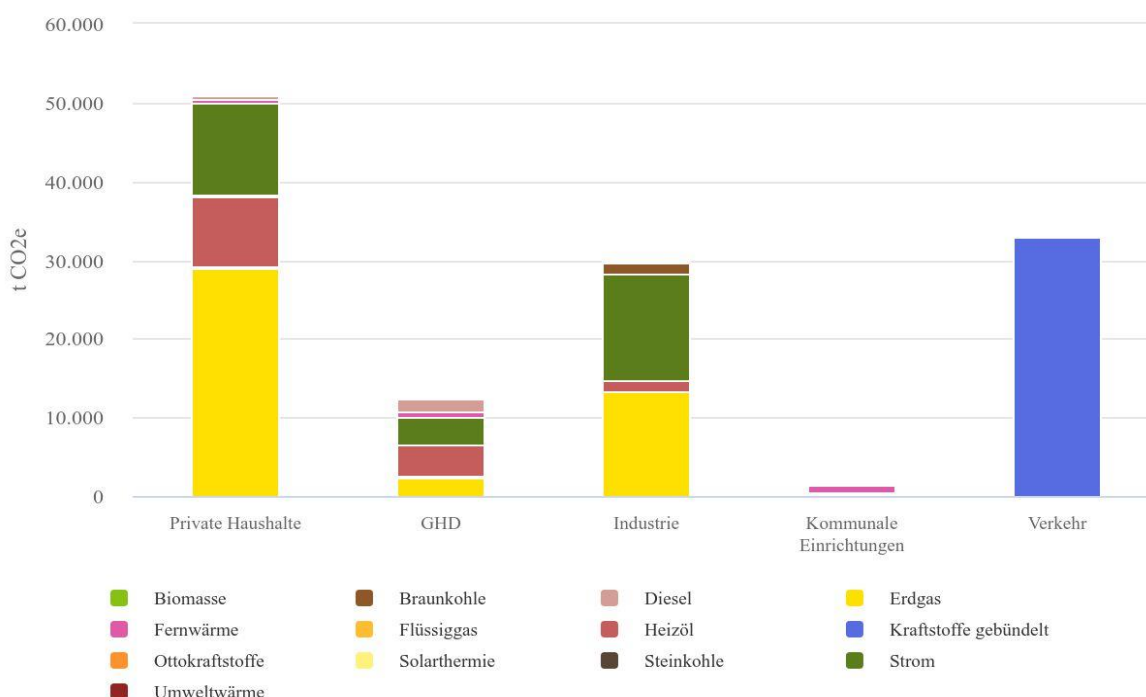


Abbildung 5: THG-Bilanz der Stadt Bad Schwartau nach Energieträgern und Sektoren im Jahr 2022.

Mittels der Berechnung von Treibhausgasemissionen durch Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozesse nach der Carnot-Methode (exergetische Allokation) lässt sich feststellen, dass 1.610 t CO₂ eq auf dem Stadtgebiet von Bad Schwartau auf die KWK-Prozesse der Blockheizkraftwerke zurückzuführen sind.

In Tabelle 2 sind zentrale Indikatoren auf Basis der Endenergie- und THG-Bilanz im Vergleich mit Bundesdurchschnittsdaten dargestellt.

Tabelle 2: Indikatoren der Endenergie- und THG-Bilanz im Vergleich zum Bundesdurchschnitt.

Indikator	Ergebnis Bad Schwartau	Bundesdurchschnitt
CO ₂ eq pro Einwohner bezogen auf die Gesamtemissionen der Kommune	6,3 t CO ₂ eq pro EW	7,7 t CO ₂ eq pro EW
CO ₂ eq pro Einwohner bezogen auf Emissionen aus dem Sektor private Haushalte	2,5 t CO ₂ eq pro EW	2,1 t CO ₂ eq pro EW
Energieverbrauch im Sektor private Haushalte pro Einwohner	9.144 kWh pro EW	8.045 kWh pro EW
Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch	Strom: 4.339.856 kWh = 7 %	41 %
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch	Wärme: 24.128.082 kWh = 8,8 %	15 %
Anteil Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) am Wärmeverbrauch	12.874.253 kWh = 4,7 %	9,9 %
Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD): Strom- und Wärmeverbrauch pro sozialversicherungspflichtig beschäftigter Person	5.577 kWh pro beschäftigter Person	14.249 kWh pro beschäftigter Person
Energieverbrauch durch motorisierten Individualverkehr (MIV) pro Einwohner	3.345 kWh pro EW	2.484 kWh pro EW



Insgesamt werden in Bad Schwartau mit 6,3 t CO₂ eq pro Einwohnerin und Einwohner geringere THG-Emissionen als im Bundesdurchschnitt mit 7,7 t CO₂ eq emittiert. Dies ist u.a. auf die relativ schwach ausgeprägte Wirtschaftsstruktur der Stadt im Bundesvergleich zurückzuführen. Diese spiegelt sich auch in dem nur ein Drittel des Bundesdurchschnittes umfassenden Energieverbrauch des GHD Sektors pro sozialversicherungspflichtig beschäftigter Person wider (5.577 kWh pro beschäftigter Person). In Bezug auf den Sektor private Haushalte besitzt Bad Schwartau jedoch überdurchschnittlich hohe Emissionen.

Der Anteil erneuerbarer Energien fällt in Bad Schwartau mit 7 % am Stromverbrauch und 8,8 % am Wärmeverbrauch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt sehr niedrig aus. Grund hierfür ist der aktuell geringe Ausbau von erneuerbarer Energie, bspw. Windkraft und Photovoltaik in Bad Schwartau. Dies ist auch durch die Gemeindestruktur begründet, da bspw. nötige Abstandsanforderungen für Windkraft hier nicht einhaltbar sind.

Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) am Wärmeverbrauch liegt mit 4,7 % bei etwa der Hälfte des bundesweiten Anteils. Dies lässt sich auf die überschaubare Größe des Wärmenetzes in Bad Schwartau zurückführen. Im Bundesschnitt tragen vor allem Großkraftwerke zur Versorgung großer Wärmenetze zum höheren KWK-Anteil bei.

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse beleuchtet den Erfolg bisheriger Klimaschutzmaßnahmen und bringt neue Erkenntnisse zu aktuellen technologischen, rechtlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen ein.

Die Klimabilanz von Kommunen wird maßgeblich von übergeordneten Rahmenbedingungen auf Bundes-, Landes- und Landkreisebene bestimmt, weshalb der Fokus dieser Potenzialanalyse auf den Handlungsspielraum der Stadt Bad Schwartau und ihrer Bürgerinnen und Bürger sowie der Unternehmen abstellt.

Die Ergebnisse einer Potenzialanalyse hängen stark von der jeweils zugrundeliegenden Definition dieses weiten Begriffes ab. In der nachfolgenden Grafik wird dieser Begriff strukturiert. In dieser Potenzialanalyse wird anhand der technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Hemmnisse ein für Bad Schwartau möglichst realistisches, aktuell umsetzbares Potenzial ermittelt (siehe Abbildung 6).

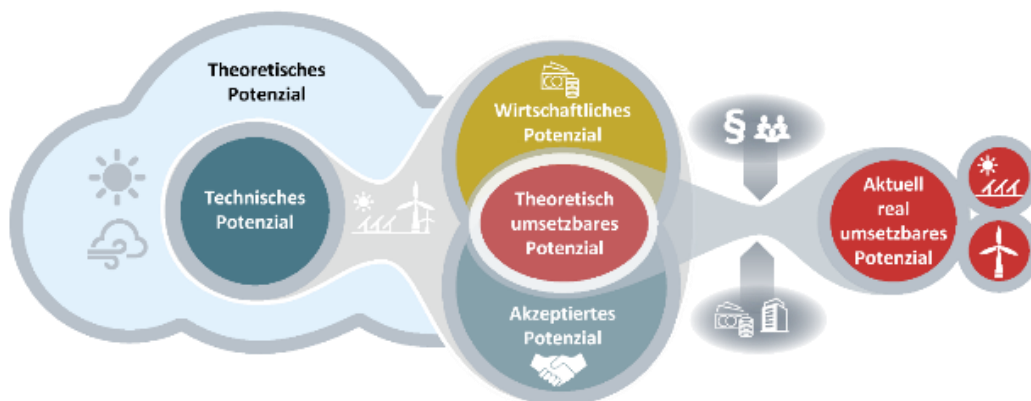


Abbildung 6: Ermittlung des umsetzbaren Potenzials (Quelle: HIC Hamburg Institut Consulting GmbH).

In dieser Ausarbeitung werden die identifizierten Klimaschutzpotenziale vorgestellt und aus fachlicher Sicht bewertet. Mit den hier ermittelten Potenzialen wurden im Anschluss zwei Szenarien ermittelt, die prüfen, welche Reduktionspfade auf dem Weg zum Ziel der THG-Neutralität ambitioniert und zugleich realistisch erscheinen.

Die Potenzialanalyse wurde in Bezug auf die drei thematischen Bereiche Strom, Wärme und Mobilität durchgeführt. Die BISCO-Sektoren private Haushalte, Industrie, Verkehr, kommunale Einrichtungen sowie GHD gehen in diesen drei Bereichen auf. Im Folgenden werden die identifizierten Potenziale erläutert und, wenn möglich, quantifiziert.

3.1 Strom

Der Weg in die Klimaneutralität bedeutet eine weitgehende Elektrifizierung des Energiesystems. Für Deutschland wird deshalb bis 2045 mit einer Steigerung des Strombedarfs um 80 % gerechnet (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Diese liegt unter anderem im Einsatz von Wärmepumpen und dem Ausbau der Elektromobilität begründet.

Für Bad Schwartau wurde untersucht, in welchem Maße auf dem Stadtgebiet zur Transformation des nationalen Stromsystems beigetragen und wie der Anstieg des Strombedarfs gedämpft werden kann.

Beide Größen, Stromerzeugung und -verbrauch, werden dabei bilanziell betrachtet. Die Stabilität des Stromnetzes bei volatiler Einspeisung wird auf regionaler Ebene durch die Übertragungsnetzbetreiber



gewährleistet und ist somit nicht Gegenstand einer kommunalen Klimastrategie. Im Folgenden wird dabei auf das Potenzial zur Energieeinsparung sowie das Ausbaupotenzial erneuerbarer Energiequellen zur Stromerzeugung eingegangen.

3.1.1 Effizienz im Stromsektor

Wie bereits einleitend erläutert, ist neben dem Ausbau der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien dessen effiziente Nutzung von großer Bedeutung für das Gelingen der Energiewende. Da die Handlungsmöglichkeiten der Kommune im Bereich der individuellen Nutzung oder dem Austausch von Geräten eher gering eingeschätzt werden, fokussiert sich die Analyse vor allem auf die Trends auf Bundesebene.

Im Haushalt zählen derzeit Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik, Kühlgeräte sowie Herde und weiße Ware zu den größten elektrischen Verbrauchern (vgl. BfEE 2020). Diese Anwendungen unterliegen nahezu vollständig der Ökodesignverordnung der Europäischen Union. Die Effizienz der Geräte im Bestand steigt somit automatisch durch den regulären Austausch der Geräte nach Ende der Lebensdauer.

Die BCG-Studie „Klimapfade für Deutschland“ zeigt auf, welche Entwicklungen des Energiebedarfs für Geräte und Prozesse in Privathaushalten und dem GHD-Sektor in Deutschland möglich erscheinen (vgl. BCG 2018). Im ambitioniertesten Szenario „95 %-Pfad“ wird in den Haushalten ein Reduktionspotenzial von 23 % zwischen 2015 und 2050 gesehen. Dabei sind auch gegenläufige Trends berücksichtigt. Bedingt durch mehr Hitzetage im Jahr wird erwartet, dass 20 % der Wohnflächen künftig klimatisiert werden. Damit einher geht ein höherer Strombedarf für Klimaanlage. Für den GHD-Sektor ergibt sich in der BCG-Studie eine Reduktion des Energiebedarfs um 16 %. Das größte Potenzial liegt hier im Austausch von Beleuchtung.

Übertragen auf Bad Schwartau ergeben sich auf Grundlage dieser Annahmen potenzielle Einsparungen in privaten Haushalten von rund 16,5 % und im GHD-Sektor von rund 11,5 % bis 2045. Diese Potenziale liegen jedoch nur im indirekten Einflussbereich der Stadt Bad Schwartau. Dienstleistungs- und Beratungsangebote können die Marktdiffusion effizienter Technologie dennoch beschleunigen.

3.1.2 Solare Stromerzeugung

Solarenergie ist eine der kostengünstigsten Erneuerbaren Energien und stellt einen wichtigen Teil der künftigen Stromversorgung dar. Nachteil der Solarenergie ist, dass sie starken Schwankungen im Laufe des Tages und des Jahres unterliegt. Während Photovoltaikanlagen von Privatpersonen und Unternehmen hauptsächlich auf ihren Dächern zur Stromerzeugung gebaut werden, gibt es zunehmend auch mehr Parkplatz- und Freiflächenanlagen, welche durch Kommunen, Unternehmen oder weitere Akteure errichtet werden. Zusätzlich gibt es innovative Ansätze zur Integration von Photovoltaik in Landwirtschaft, Gewässer oder Gebäude.

3.1.2.1 Dachflächen

Das nutzbare Potenzial der Dachflächen in Bad Schwartau wurde auf Basis der Auswertung des Solardachkatasters des Kreises Ostholstein ermittelt. In dem Kataster wird die Eignung der Dachflächen für PV- und Solarthermieanlagen sowie Gründächer bewertet. Zur Bestimmung des Potenzials für Dachflächen-PV wurden Dächer betrachtet, deren Eignung diesbezüglich als „hervorragend“ oder „gut“ bewertet wird. Es wurde darüber hinaus davon ausgegangen, dass 50 % der geeigneten Dachflächen mit PV belegt werden. Diese Reduktion wurde vorgenommen, um der Flächenkonkurrenz von Dachflächen-PV und Dachflächen-Solarthermie Rechnung zu tragen. In Summe sind demnach bis zu 100 MWp auf den Dachflächen zu installieren.



Die Volllaststunden wurden mit 750 h/a angesetzt um abzubilden, dass nicht alle Module optimal ausgerichtet, sondern unter anderem auch in Richtung Ost-West gebaut sein werden (vgl. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2020). Daraus ergibt sich ein Jahresertrag aus Dachflächen-PV von insgesamt 76,9 GWh/a.

3.1.2.2 Integrierte Photovoltaik

Eine weitere vielversprechende Entwicklung im Kontext innovativer PV-Technologien ist die integrierte Photovoltaik. Auch hier wird die solare Energieerzeugung in bestehende Anwendungen integriert und zum Beispiel auf bzw. in Fassaden angebracht. Da das Potenzial bisher kaum wirtschaftlich erschlossen werden kann und es keine speziellen Förderprogramme gibt, wird das Potenzial auf Grund der geringen Größe der zu erwartenden Projekte in der weiteren Betrachtung vernachlässigt.

3.1.2.3 Parkplatzflächen

Eine weitere vielversprechende Entwicklung im Kontext innovativer PV-Technologien ist die integrierte Photovoltaik auf Parkplätzen. Auch hier wird die solare Energieerzeugung in Überdachungen integriert. Laut §10 des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein (EWKG) müssen auf Parkplätzen, die nach dem 01.01.2023 errichtet wurden und mindestens 100 Stellplätze aufweisen, PV-Module installiert werden (laut Novelle des EWKG bereits ab 70 Stellplätzen).

Mit Blick auf die bereits bestehenden Parkplätze in Bad Schwartau liegt das Gesamtpotenzial für die PV-Nutzung der Parkplatzflächen bei ca. 10 GWh/a. Etwa 53 % der Gesamtfläche aller Parkplätze entfallen auf die größten zehn Parkplätze im Stadtgebiet Bad Schwartaus, die ein PV-Potenzial von ca. 5,3 GWh/a bei einer installierten Leistung von ca. 7.000 kWp bieten. Abbildung 7 zeigt die räumliche Verteilung der Parkplätze innerhalb der Stadt. Die zehn größten Parkplätze sind farblich abgesetzt. Im Rahmen dieser Studie wird davon ausgegangen, dass eine Umsetzung auf den zehn größten Parkplätzen bis 2045 realistisch ist.

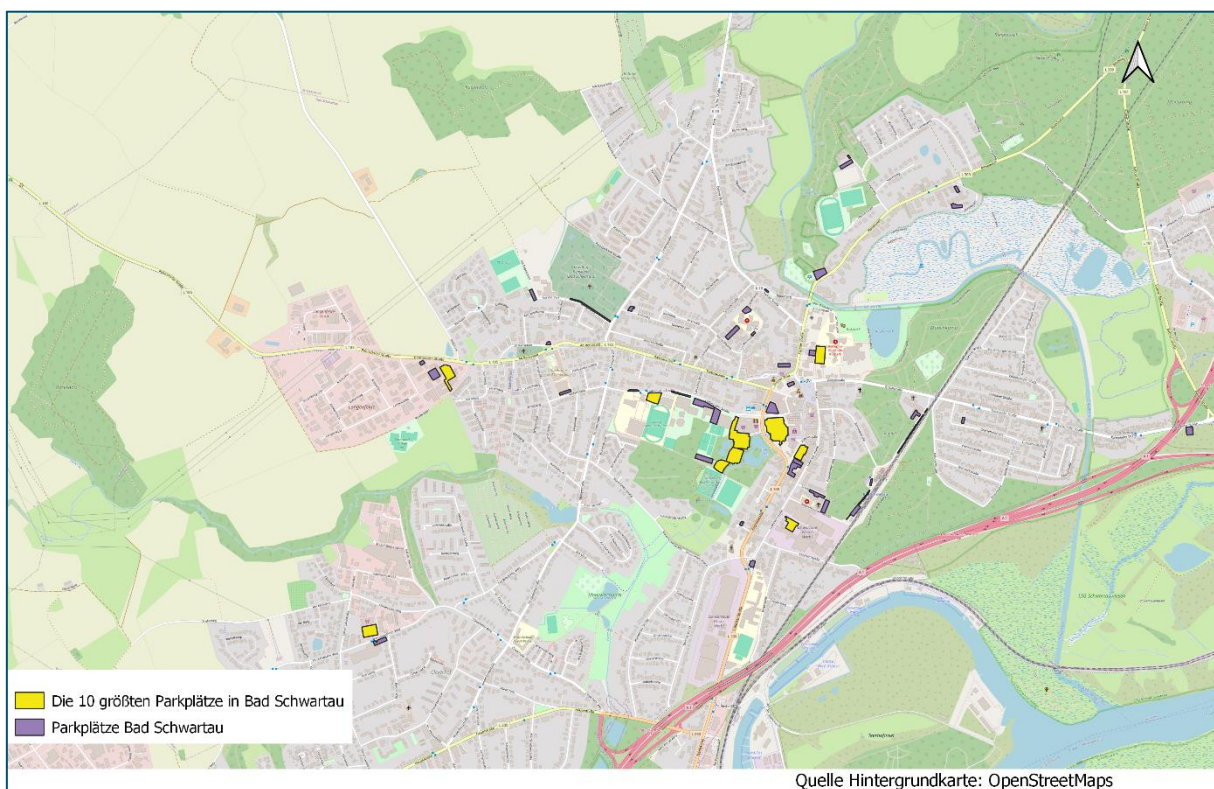


Abbildung 7: Parkplatzflächen als PV-Potenzial in Bad Schwartau.

(Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein 2024, Creative Commons Namensnennung – 4.0 International (CC BY 4.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)

3.1.2.4 Freiflächen

Ziel der Freiflächenanalyse ist die Ermittlung des PV-Potenzials auf Freiflächen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Kriterien. Grundvoraussetzung für die Potenzialausweisung ist in allen Fällen, dass die Flächen nicht in rechtlichen Ausschlussbereichen liegen und somit zumindest Genehmigungspotenzial aufweisen, welches für jeden Einzelfall im Rahmen der Bauleitplanung bzw. Baugenehmigung individuell geprüft wird.

Die vorliegende Analyse der Freiflächen-PV-Potenziale dient als erste Indikation und kann eine strukturierte (kommunale) Flächenanalyse nicht ersetzen. Die Berechnung der Stromerträge erfolgt auf Basis von Durchschnittswerten und ist daher ebenfalls als Abschätzung zu verstehen. Konkrete Werte ergeben sich zum Beispiel in Abhängigkeit des technischen Anlagen-Layouts.

Freiflächen-PV-Anlagen werden nach derzeit gültigem EEG (Stand 12/2023) auf folgenden Flächen gefördert:

- entlang von Autobahnen oder Schienenwegen im maximalen Abstand von 500 Metern;
- auf benachteiligten Gebieten (nach Länderöffnungsklausel);
- auf Konversionsflächen;
- innovative Projekte;
- mit einer maximalen Projektgröße von 20 MWp;



- im Geltungsbereich von vorhabenbezogenen Bebauungsplänen „Sonderbaufläche PV-Freiflächenanlagen“.

Eine Reihe von Ausschlusskriterien wurden für das Flächenscreening berücksichtigt. Dazu zählen Natura 2000-Gebiete, Biotop nach §30 Bundesnaturschutzgesetz, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete der Zone 1, FFH- und EU-Vogelschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete. Darüber hinaus wurden bebaute Flächen ausgeschlossen.

Neben den Ausschlusskriterien wurden auch Abwägungskriterien berücksichtigt, die einer Nutzung der Fläche für PV nicht grundsätzlich entgegenstehen. Diese umfassen Landschaftsschutzgebiete, Biosphärenreservate, Wiesenvogelkullissen, Verbundbereiche, Kompensationsflächen, alte Dauergrünlandstandorte, Dauergrünland auf Moorböden, Wasserschutzgebiete Schutzzone II, Vorranggebiete für den Naturschutz und Vorbehaltsgebiete für Natur Landschaft.

Als geeignete Suchräume (Positiv-Kriterien) kommen folgende Bereiche in Betracht:

- Bereits versiegelte Flächen;
- Konversionsflächen aus gewerblich-industrieller, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung und Deponien;
- Flächen entlang von Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Schienenwegen mit überregionaler Bedeutung oder;
- Vorbelastete Flächen oder Gebiete, die aufgrund vorhandener Infrastrukturen ein eingeschränktes Freiraumpotenzial aufweisen.

Trotz grundsätzlicher Eignung sind bei der weiteren Prüfung die fachrechtlichen Rahmenbedingungen zu beachten, die zu einem Ausschluss der Fläche führen können.

Bei der Bestimmung des Potenzials für Freiflächen-PV wurden anhand der fachrechtlichen Standortkriterien vier Prioritätsstufen definiert (Tabelle 3).

Tabelle 3: Prioritätsstufen zur Einteilung der Potenzialflächen.

Name	Kriterien
Prio 1	Keine Ausschluss- oder Abwägungskriterien, die entgegenstehen, und mindestens ein Positiv-Kriterium wird erfüllt
Prio 2	Keine Ausschlusskriterien, die entgegenstehen, und mindestens ein Positiv-Kriterium wird erfüllt
Prio 3	Keine Ausschluss- oder Abwägungskriterien, die entgegenstehen
Prio 4	Keine Ausschlusskriterien, die entgegenstehen

Die Prioritätsstufe 1 entspricht somit einer hohen Genehmigungswahrscheinlichkeit, während die Prioritätsstufe 4 einer geringen Genehmigungswahrscheinlichkeit entspricht. In Abbildung 8 sind die Potenzialflächen für Freiflächen-PV auf dem Gebiet der Stadt Bad Schwartau dargestellt.

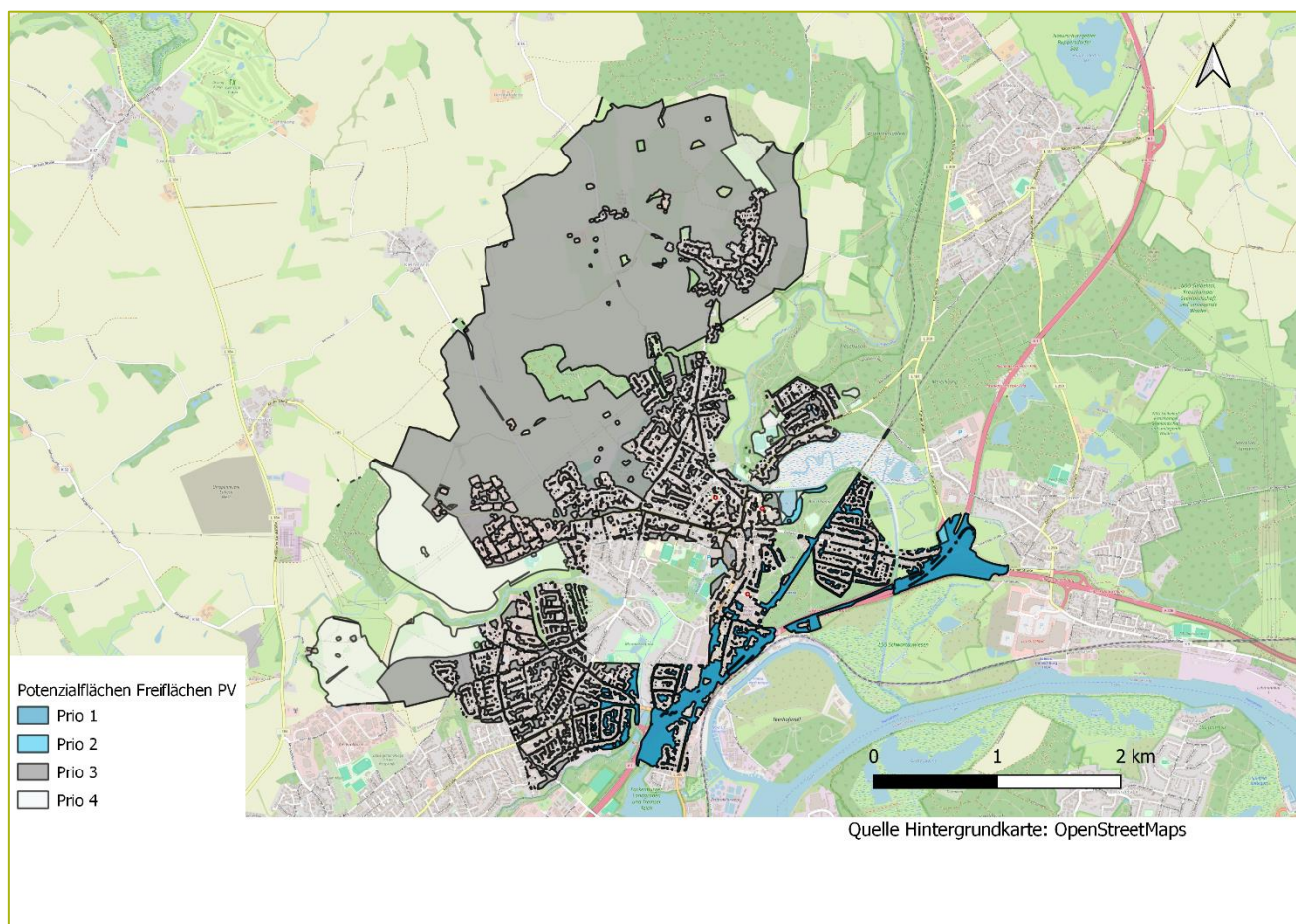


Abbildung 8: Gesamtpotenzial PV-Freiflächen in Bad Schwartau.

(Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein 2024, Creative Commons Namensnennung – 4.0 International (CC BY 4.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)

Es wird deutlich, dass im Innenstadtbereich und süd-östlich davon keine relevanten Potenziale für Freiflächen-PV vorhanden sind. Im Nord-Westen des Stadtgebiets finden sich hingegen größere landwirtschaftlich genutzte Flächen, auf denen die Installation von Freiflächen-PV-Anlagen grundsätzlich möglich wäre. Daher wurden in einem weiteren Schritt in diesem Gebiet Flurstücke markiert, die auf Basis einer Luftbild-Analyse für Freiflächen-PV geeignet scheinen. Diese sind in Abbildung 9 dargestellt. Hervorgehoben ist darüber hinaus ein Flächenverbund in der Nähe von Groß Parin, der bereits im November 2022 als mögliche Fläche für einen PV-Park im Ausschuss für Bauwesen und Stadtplanung der Stadt Bad Schwartau diskutiert wurde. Im Falle der Umsetzung müssten des Weiteren der Gemeinsame Beratungserlass für die Ausarbeitung der Abwägungs- und Ausschlusskriterien sowie der Landesentwicklungsplan herangezogen werden. Ebenso kann die Stadt eigene Ausschlusskriterien, wie die Entwicklung von Wohnflächen, formulieren, wodurch letztlich nicht alle der gelb markierten Flächen zur Verfügung stehen könnten.

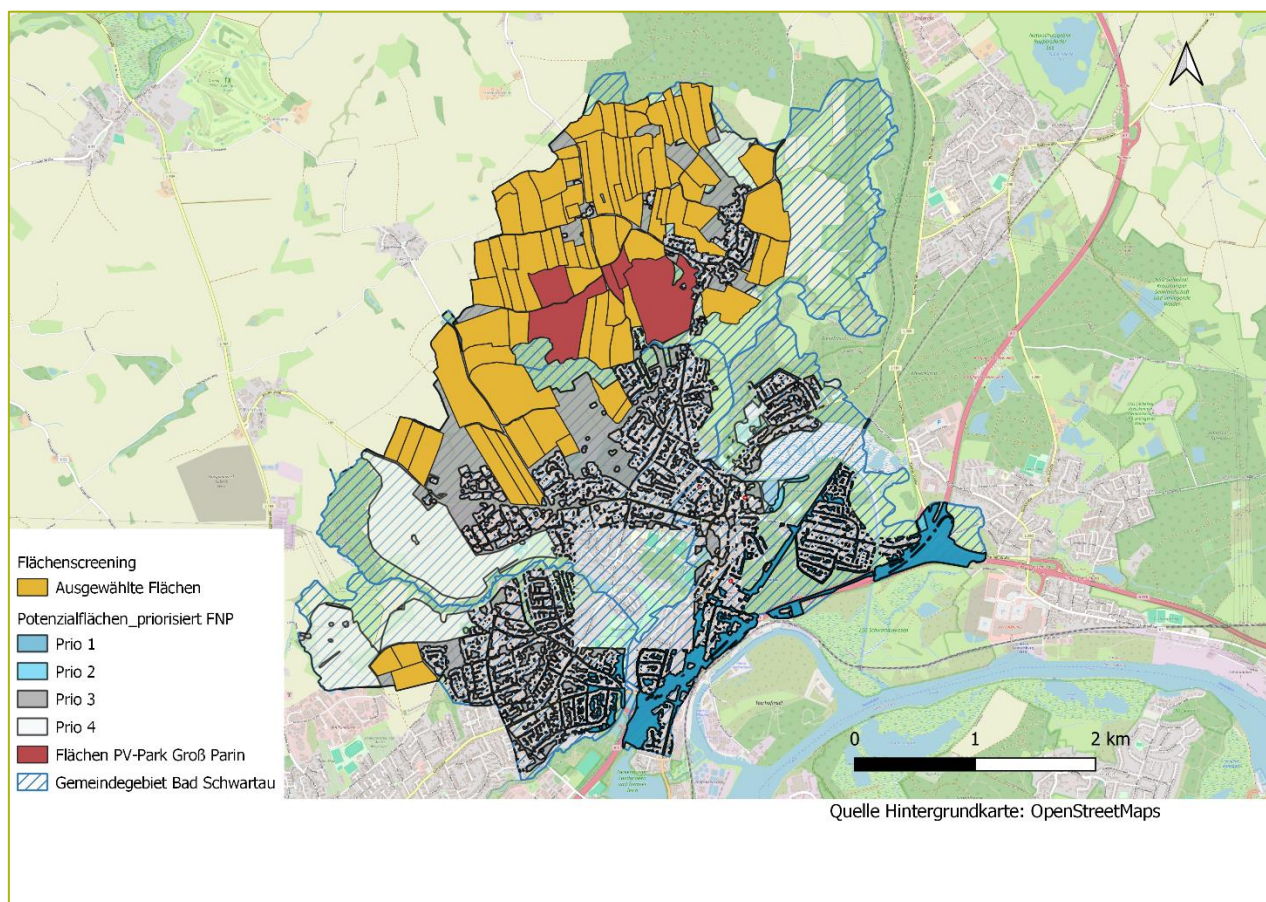


Abbildung 9: Für Freiflächen-PV geeignete Flurstücke.

(Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein 2024, Creative Commons Namensnennung – 4.0 International (CC BY 4.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)

Je Hektar können bis zu 1 MWp Photovoltaikleistung installiert werden, wenn der Flächenzuschnitt optimal genutzt werden kann. Inkl. Neben- und Zuananlagen sowie Zufahrtswegen werden in der Umsetzung vermutlich insgesamt bis zu 1,2 Hektar je MW benötigt, die aber auch außerhalb der genannten Korridore liegen können. Hieraus ergibt sich für die ausgewählten Flächen aus Abbildung 9 ein theoretisches Potenzial von 439 GWh/a. Das real umsetzbare Potenzial wird kleiner eingeschätzt. Es wird davon ausgegangen, dass das Potenzial die Lücke zwischen Strombedarf und erneuerbarer Stromerzeugung in Bad Schwartau füllen kann und dementsprechend 58 GWh/a bei einer installierten Leistung von 68 MWp beträgt. Hierfür ist eine Fläche von ca. 85 ha notwendig. Die rot markierten Flurstücke in Groß Parin sind 65 ha groß.

Perspektivisch ist für die energetische Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen die Technologie der Agri-Photovoltaik für Bad Schwartau von Interesse, die laut dem sogenannten „Osterpaket“ der Bundesregierung als Teil der EEG-Flächenkulisse vorgesehen ist (vgl. BMWK 2022). Um den Konflikt zwischen landwirtschaftlicher und energetischer Nutzung aufzulösen, wird derzeit in Pilotprojekten an Agri-Photovoltaik geforscht (vgl. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2022). Hierbei werden beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Felder mit hoch-aufgeständerten PV-Anlagen kombiniert. Durch die eingeschränkte Ackerfläche und deren Beschattung kann der landwirtschaftliche Ertrag zwar geschmälert werden, jedoch ergibt sich in Summe mit dem energiewirtschaftlichen Ertrag möglicherweise eine effizientere Landnutzung, sowohl ökologisch als auch ökonomisch. Bei Extremwetterereignissen kann insbesondere für den Obstanbau außerdem eine Schutzfunktion durch die PV-Module erreicht werden. Bislang fehlt dieser Technologie die Marktreife sowie ein förderlicher Gesetzesrahmen, der etwa die Auszahlung von landwirtschaftlichen Flächenprämien für solche Projekte regelt. Um die



Wettbewerbsfähigkeit der Agri-PV zu stärken, erhält diese in künftigen EEG-Ausschreibungen einen Vorzug (vgl. BMWK 2022). Die Förderung erfolgt in zwei Schritten: Erstens erhalten hoch aufgeständerte Agri-PV-Systeme einen Technologiebonus von 1,2 ct/kWh. Zweitens sind Agri-PV-Systeme auf allen landwirtschaftlichen Flächen (gemäß EEG 2023) förderfähig. Die Förderung gilt auch außerhalb von Anlagen entlang von Schienenwegen und Autobahnen oder benachteiligten Gebieten.

Aufgrund weniger Referenzprojekte in Deutschland kann jedoch derzeit keine sinnvolle Abschätzung zum technischen Potenzial der Agri-PV getroffen werden. Sobald die Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet belastbare Ergebnisse zu den landwirtschaftlichen Erträgen liefern, sollten die Rahmenbedingungen in Bad Schwartau bewertet und das technische Potenzial genauer ermittelt werden.



3.1.3 Windenergie

Windenergieanlagen bilden neben PV eine wesentliche Säule des klimaneutralen Stromsystems. Derzeit wird deren Ausbau in Deutschland maßgeblich durch mangelhafte oder unzureichende Ausweisung von Flächen und langwierige Genehmigungsverfahren gehemmt. Diese Hemmnisse sind Ausdruck des im Vergleich zur PV größeren Konfliktpotenzials von Windenergieanlagen.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind in Bad Schwartau keine Windenergieanlagen in Betrieb. In der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum III, Kapitel 5.7 (Windenergie an Land), des Landes Schleswig-Holstein wird eine Fläche von ca. 18 ha als Abwägungsbereich für Windkraft ausgewiesen. Die Fläche liegt im Nordwesten Bad Schwartaus auf der Gemeindegrenze zu Stockelsdorf. Die Fläche wird im Plan nicht als Vorranggebiet ausgewiesen, da sie sich mit dem Beeinträchtigungsbereich geschützter Raubvögel überlagert (Seeadler und Rotmilan). Die Fläche ist in Abbildung 10 dargestellt.

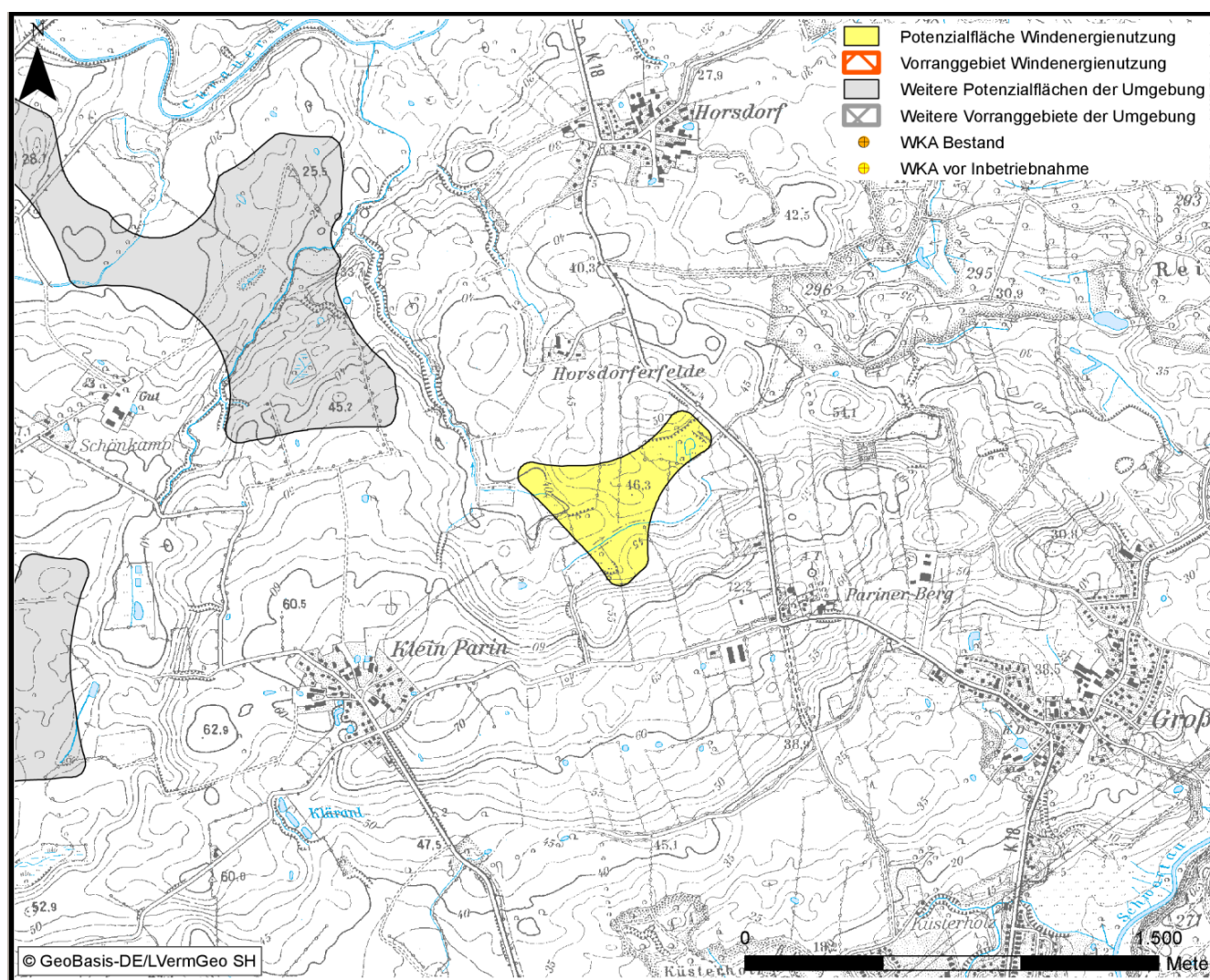


Abbildung 10: Potenzialfläche Windenergie.

(Quelle: Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein: Regionalplan für den Planungsraum III in Schleswig-Holstein Kapitel 5.7 (Windenergie an Land), https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/L/landesplanung/raumordnungsplaene/raumordnungsplaene_wind/fh_teilfortschreibung_lep_wind_RP3)

Auf der Fläche könnten unter Berücksichtigung der geltenden Abstandsregeln drei Windkraftanlagen mit einer Leistung von jeweils 5 MW und einem Rotordurchmesser von 138 m installiert werden. Das



Stromertragspotenzial dieser Anlagen beträgt insgesamt 53,9 GWh/a. Es gilt hierbei jedoch die Unsicherheiten dieses Potenzial aufgrund der Ausweisung im Regionalplan des Landes sowie lokalen Gegebenheiten wie der Topografie und den Windverhältnissen vor Ort zu berücksichtigen. Zur Konkretisierung des Potenzials ist daher eine gesonderte Eignungsprüfung durchzuführen.

3.1.4 Biomasse

Im Szenariorahmen der Agora Energiewende eines klimaneutralen Deutschlands bis 2045 wird die installierte Leistung an Bioenergie und auch die Nettostromerzeugung sukzessive abnehmen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Die Zukunft der Biomasse im Stromsektor liegt vor allem in der Nutzung als Leistungsreserve. Neuere Vergütungsmodelle zielen darauf ab, die Anlagen in einem netzdienlichen Betrieb fahren zu lassen, um das Stromsystem zu entlasten. Am wirtschaftlichsten lassen sich die Anlagen dann betreiben, wenn im Stromsystem Engpässe vorliegen und hohe Preise an der Strombörse zu entsprechenden Zeiten erzielt werden können. Biomasse-BHKW können flexibel auf diese Preissignale reagieren und die benötigte Leistung ins Netz einspeisen. Auf Basis der aktuellen wie zu erwartenden Förderbedingungen ist das Zubaupotenzial der Biomasse zur Stromerzeugung stark begrenzt.

Biomasse kommt in Bad Schwartau in gasförmigem Zustand im BHKW in der Ludwig-Jahn-Straße zum Einsatz, welches das Fernwärmenetz mit Wärme versorgt. Das BHKW hat eine elektrische Leistung von 527 kW. Wird von einem Betrieb von 4.000 Volllaststunden ausgegangen, so beläuft sich die aus Biogas erzeugte Strommenge auf 2,1 GWh/a.

Das Potenzial für Biomasse in Bad Schwartau wurde auf Basis regionaler Daten berechnet. Dort, wo diese Daten nicht vorlagen, wurde eine landesweite Potenzialanalyse verwendet, deren Ergebnisse je nach Art des Biomasse-Potenzials anhand des Flächen- oder Einwohneranteils auf Bad Schwartau heruntergerechnet wurden.

Unter der forstwirtschaftlichen Biomasse wird das energetisch nutzbare Waldholz gefasst, das den Wäldern nachhaltig entnommen werden kann. Beim Waldrestholz handelt es sich um die Nebenprodukte der Holzernte im Wald. Das Brennstoffpotenzial beträgt 2,89 GWh/a. Zusätzlich zum Waldrestholz kann auch bisher ungenutzter Holzuwachs verwendet werden.

Industrierestholz fällt in Bad Schwartau bei den Schwartauer Werken als Nebenprodukt an. Es handelt sich dabei um Fichten-Bruchholz. Das technische Potenzial liegt hier bei 260 MWh/a.

Bei Altholz handelt es sich um Holz, das bereits stofflich genutzt wurde. Die Nutzung im Energiesektor markiert das Ende des Nutzungsweges, nachdem das Holz beispielsweise schon im Bausektor oder als Verpackungsmaterial genutzt wurde. Für Bad Schwartau ergibt sich ein technisches Potenzial von 3,40 GWh/a.

Biomethan entsteht durch die Vergärung von Energiepflanzen, Gülle und Mist, sowie kommunale und industrielle organische Reststoffen (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013).

Der Energiepflanzenmix in Schleswig-Holstein besteht aus großen Mengen an Mais, Raps, Winterweizen und -gerste. Roggen, Ackergras und Zuckerrüben sind ebenfalls in geringerem Umfang vorhanden (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). Das technische Potenzial aus Energiepflanzen beträgt 0,04 GWh/a für Bad Schwartau. Dies ergibt sich aus einer rechnerischen Ernte von 567 t/a Energiepflanzen auf einer Fläche von 4.584 ha in Bad Schwartau (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019).

In Schleswig-Holstein stammen 22 % des massebezogenen Substrats von Bio- und Grünabfällen (Daniel-Gromke, et al., 2017). Insgesamt fallen in Bad Schwartau 1.472 t Bio- und Grünabfall pro Jahr an (Landesamt für Umwelt (LfU), 2024) Das energetische Potenzial aus Bad Schwartaus Bio- und Grünabfällen liegt nach dieser Berechnung bei ungefähr 1,35 GWh/a. Hinzu kommen Lebensmittelabfälle der Schwartauer Werke, u.a. in Form von Konfitüre, Müsliriegeln, Früchten und Fett. Das technische Potenzial dieser Abfälle beträgt 2,64 GWh/a.



Um die Menge an Tieren und das Energiepotenzial durch Gülle bzw. Mist in Bad Schwartau zu bestimmen, wird sich auf die Menge und den Anteil an Gülle in Schleswig-Holstein pro Tierart (Milchkuh, Mastschwein, Mastrind und Legehennen) bezogen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). Das Potenzial in Bad Schwartau für Biogas aus tierischen Exkrementen beträgt 300 MWh/a.

Das Gesamtenergiepotenzial durch Biogas liegt in Bad Schwartau auf Basis von Energiepflanzen, Bio- und Grünabfällen und Mist/ Gülle bei 6,33 GWh/a.

Die Potenziale einer Strohverbrennung wurden auf Basis einer bundesweiten Studie des DBFZ (vgl. Zeller et al., 2012) erfasst. Bei der Angabe des nachhaltigen Potenzials wurde berücksichtigt, dass auch anderweitige stoffliche Nutzungen bestehen und der Boden in einer ausgeglichenen Bodenbilanz bewirtschaftet werden kann. Das nachhaltige Potenzial im direkten Umkreis von Bad Schwartau beträgt 11,59 – 16 GWh/a.

Es besteht ein begrenztes Potenzial an nachhaltig erzeugter Biomasse, welches – ähnlich wie künftig bei Wasserstoff - eine klare Priorisierung des Einsatzes unausweichlich macht. Die schlechte Flächeneffizienz beim Anbau von Biomasse erlaubt dabei keine nennenswerte Steigerung der verfügbaren Kapazitäten. Es ist daher wichtig zu entscheiden, in welchem Umfang und in welchen Anwendungen die Biomasse als knappe Ressource als Energiequelle eingesetzt werden sollte (Bürger et al., 2021).

Des Weiteren steht die energetische Nutzung von Biomasse in direkter Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau. Verschiedene Organisationen stufen die energetische Nutzung nicht länger als klimaneutral ein. Die Deutsche Umwelthilfe, das Öko-Institut, der NABU sowie die Bundesregierung bevorzugen die stoffliche Nutzung von Biomasse gegenüber der energetischen Nutzung (Öko-Institut e.V., 2019; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2023; Ober & Werner, 2023; Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021). Eine energetische Nutzung wird empfohlen, wenn eine weitere stoffliche Nutzung nicht mehr möglich ist, also für Rest- und Abfallstoffe. Zudem erscheint eine energetische Nutzung vertretbar, wenn die Nutzung von Alternativen bisher nicht möglich ist.

Nach der Einordnung der jeweiligen Stoffe durch die Umweltverbände, sind einige Potenziale zu vernachlässigen. Die durch die Umweltverbände empfohlenen Stoffe setzen sich aus tierischen Exkrementen, Altholz und Bio- und Grünabfall zusammen. Insgesamt beträgt das Potenzial nachhaltig nutzbarer Anteile laut Einordnung von Umweltverbänden etwa 6,96 GWh/a. Hiervon sind für die Stromproduktion 2,44 GWh/a in Form von Biogas aus tierischen Exkrementen und Lebensmittelabfällen nutzbar. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich die aus Biomethan erzeugte Strommenge von 2,1 GWh/a im Jahr 2022 minimal auf 2,44 GWh/a im Jahr 2045 erhöhen wird.

3.2 Wärme

In Bad Schwartau prägen ausgedehnte Ein- und Mehrfamilienhausgebiete sowie Villenbebauungen und zwei größere Gewerbegebiete am nordwestlichen Stadtrand die Stadtstruktur. Hervorzuheben sind vor allem die Schwartauer Werke als größtes Unternehmen in Bad Schwartau mit Standort direkt am Rand der Innenstadt.

Die größten Potenziale für die Reduktion der THG-Emissionen im Wärmebereich liegen in der Sanierung des Gebäudebestands, der Erschließung von erneuerbaren Wärmequellen und dem Ausbau von Wärmenetzen.

3.2.1 Effizienz im Gebäudebestand

Eine wesentliche klimarelevante Maßnahme aus dem Bereich der Suffizienz ist die effiziente Nutzung der Wohnflächen. Je mehr Menschen sich Wohnraum teilen, desto weniger Fläche muss pro Kopf beheizt werden. Insbesondere große Wohnungen und Häuser von älteren Personen, die einst von der gesamten Familie bewohnt waren, stellen hierbei ein Einsparungspotenzial dar. Weitere relevante Maßnahmen sind



die Anpassung bzw. Verringerung der Raumtemperatur und die Optimierung und regelmäßige Kontrolle der Heizungsanlage. Der Einflussbereich der Stadt ist hierbei allerdings sehr begrenzt, da die Umsetzung von den Gebäudebesitzerinnen und -besitzern abhängt. Somit beschränken sich die Möglichkeiten der Stadt hauptsächlich auf Beratungs-, Förder- und Informationsangebote. Konkret könnte durch die Schaffung von seniorenrechtlichem Wohnraum in der Innenstadt oder in Mehrgenerationenhäusern ein Teil des Potenzials gehoben und der notwendige Neubau für Zugezogene verringert werden.

Das umsetzbare Potenzial der Suffizienz wird in Bezug auf den Reduktionspfad als gering eingeschätzt und lässt sich aufgrund der vielen Einflussparameter nicht quantifizieren. Es wird daher nicht explizit weiter betrachtet.

Durch die Dämmung der Außenwand, des Daches oder der Kellerdecke und den Austausch der Fenster im Rahmen einer energetischen Sanierung lässt sich der Heizwärmebedarf der Gebäude senken. In den vergangenen Jahren überwogen die Ansätze, die Emissionen vor allem durch die Reduktion des Raumwärmebedarfs zu verringern. Trotz der Förderprogramme konnte die bundesweite Sanierungsrate in den letzten Jahren nicht merklich gesteigert werden und stagniert weiterhin auf einem Niveau von 1 % pro Jahr (vgl. Cischinsky und Diefenbach, 2018). Der Bausektor und das Handwerk werden in den nächsten Jahren einen enormen Markthochlauf erfahren (müssen), wenn die angestrebten Sanierungsraten in unterschiedlichen Klimaszenarien erreicht werden sollen. Bis 2045 müssten sich laut Agora Energiewende die Kapazitäten auf 1,75 % pro Jahr steigern lassen, um Klimaneutralität zu erreichen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Insofern ist die größte Herausforderung für die Wärmewende im Gebäudesektor, begrenzte Sanierungskapazitäten auf der Zeitachse bis 2045 klug zu verteilen und die Sanierung mit der Umrüstung auf erneuerbare Wärme zu kombinieren.

Im weiteren Verlauf wird die Sanierungsrate als Prozentsatz der jährlichen Vollmodernisierungsäquivalente im Wohngebäudebestand nach Walberg und Gniechwitz (2016) bezeichnet. Sie ist das Produkt aus der Sanierungsquote in Zusammenspiel mit der Sanierungseffizienz bezogen auf eine Referenzsanierungstiefe. Über die Umrechnung in Vollmodernisierungsäquivalente lässt sich der Einfluss des Verhältnisses der Anteile zwischen Vollmodernisierungen und Teilsanierungen in einem Wert abbilden. Die aktuell realisierte Sanierungseffizienz in Deutschland wird bei 35 % angesetzt und gibt das Verhältnis zwischen Wärmebedarf vor der Sanierungsmaßnahme und dem Wärmebedarf nach erfolgter Sanierung an (vgl. BCG, 2021). Bis 2045 sollte dieser Wert in Deutschland auf 50 % steigen (vgl. Tschimpke et al., 2011).

Um 2045 klimaneutral zu werden, wird eine Sanierungseffizienz von 50 % angesetzt. Dies entspricht in der Regel einer Sanierung auf das Niveau des Effizienzstandards KfW 55 bis KfW 70 (vgl. Luderer et al., 2021).

Da davon ausgegangen wird, dass in Bad Schwartau keine deutlich höheren Sanierungsraten als im Rest von Deutschland umgesetzt werden können, werden die Sanierungsraten aus dem bereits genannten Szenario für ein klimaneutrales Deutschland 2045 verwendet (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Durch den Einsatz serieller Sanierungspläne lässt sich das Potenzial bei sinnvoller Umsetzung gegebenenfalls etwas steigern.

Die Sanierungsrate wird gemittelt auf den Bad Schwartauer Wärmebedarf angewandt. Die Sanierungsraten der einzelnen Sektoren sind in Tabelle 4 abgebildet.

Tabelle 4: Mittlere jährliche Sanierungsrate bis 2030 bzw. 2045.

Sanierungseffekte	Mittlere Sanierungsrate [Prozent/a]	
	Haushalte	GHD, Industrie, kommunale Einrichtungen
2024 - 2030	1,5 %	1,5 %
2030 - 2035	1,75 %	1,6 %
2030 - 2045	1,75 %	1,7 %



3.2.2 Wärmenetze

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz bietet im Vergleich zur dezentralen Objektversorgung gleich mehrere Vorteile:

- Der Effekt der Gleichzeitigkeit führt zu geringerer Installation von Gesamtkapazitäten;
- Skaleneffekte sorgen zudem für eine bessere Wirtschaftlichkeit (wenige große Anlagen im Vergleich zu vielen dezentralen Wärmeerzeugern);
- Geringerer Anpassungsbedarf der Hausinstallation (z.B. Anpassung von Heizflächen);
- Ein Energieträgerwechsel ist in Summe einfacher und schneller möglich;
- Möglichkeiten der Diversifizierung der Erzeugungseinheiten und Nutzung von Synergien;
- Raumgewinn in Gebäuden durch Ersatz der Erzeugungsanlagen durch eine kleinere Wärmeübergabestation;
- Geringere Instandhaltungskosten und wartungsärmerer Betrieb;
- Hoher Komfort für Verbraucherinnen und Verbraucher.

Der größte Vorteil ist jedoch, dass mit einem Wärmenetz eine größere Hebelwirkung bei der Umstellung hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung geschaffen wird.

Auch die Nachteile der leitungsgebundenen Wärmeversorgung sollten angesprochen werden:

- Zusätzliche Investitionen in den Trassenbau sowie zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen;
- Große Baumaßnahmen im öffentlichen Raum (viele Baustellen, teils langjährig und parallel);
- Zusätzliche Wärmebedarfe durch Wärmetransportverluste (Ausnahme kalte Nahwärme);
- Netze sind stets natürliche Monopole, sodass Monopolrenditen zu Lasten der Verbraucherinnen und Verbraucher vermieden werden müssen;
- Wärmenetze sind nur dann wirtschaftlich und verlustarm zu betreiben, wenn hohe Anschlussquoten erreicht werden.

Bei guten Rahmenbedingungen erzielen Wärmenetze gegenüber dezentraler Versorgung durch Skaleneffekte deutlich geringere Wärmeentstehungskosten im Vollkostenvergleich. Zudem kann das System Erzeugungsanlagen mit hohen Leistungsdichten (zum Beispiel Industrieabwärme oder Tiefengeothermie) einbinden, die in einer dezentralen Versorgung nicht eingesetzt werden können.

Entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist neben dem verfügbaren Potenzial an günstigen Wärmequellen die Wärmedichte in einem Gebiet. Die Wärmedichte gibt an, wie hoch der Wärmeabsatz auf einer bestimmten Fläche ist und bietet sich daher als erster Indikator dafür an, ob der Neubau eines Wärmenetzes näher geprüft werden sollte. Ist die Wärmedichte zu gering, steigen die Verluste aufgrund der langen Leitungen an und das Vorhaben wird eventuell unwirtschaftlich. Bei hohen Wärmedichten ist das Verhältnis von Leitungslänge zu Wärmeabsatz deutlich vorteilhafter und die Wärmeverluste sind nicht mehr so ausschlaggebend. Zwingende Voraussetzung ist, dass ausreichend hohe Anschlussquoten erreicht werden und alle geeigneten Gebäude auch tatsächlich an das Wärmenetz angeschlossen werden. Große öffentliche Gebäude sollten als Vorreiter (Ankerkunden) beim Anschluss an ein regeneratives Wärmenetz fungieren, um sicherzustellen, dass der Hochlauf des Wärmeabsatzes schnell genug geschieht.

In Bad Schwartau wird ein Fernwärmenetz betrieben, das Teile der Stadt Bad Schwartau und den Gemeindeteil Rensefeld mit Wärme versorgt. Die Wärme wird über ein Biogas-BHKW erzeugt. Der Absatz des Wärmenetzes betrug im Jahr 2022 7.976 MWh/a.



Das Potenzial für den Wärmenetzausbau in Bad Schwartau kann anhand der Wärmedichte bestimmt werden. Konkret kommt die Wärmelinien-dichte zum Einsatz, die den Wärmebedarf pro Meter Straßenlänge beschreibt. Ein Gebiet wird als für Wärmenetze geeignet eingestuft, wenn es eine Wärmelinien-dichte von mehr als 1,5 MWh/m aufweist. Es wird bei den Potenzialen zwischen Fern- und Nahwärme unterschieden. Fernwärme bezeichnet das Bestandsnetz und mögliche Erweiterungen. Nahwärme bezeichnet vom Fernwärmenetz unabhängige Inselnetze. Das Potenzial für Fernwärme in Bad Schwartau beträgt 12.459 MWh/a. Hierin sind die Bedarfe des Bestandsnetzes in Höhe von 7.976 MWh/a enthalten. Das Potenzial für Nahwärme beträgt 11.242 MWh/a.

In Abbildung 11 sind die Potenziale räumlich auf dem Gebiet Bad Schwartaus dargestellt. Das Fernwärmepotenzial befindet sich in einem Umkreis von 300 m um das Bestandsnetz. Das Nahwärmepotenzial beschreibt alle Wärmenetzpotenziale außerhalb dieses Bereiches. Die Nahwärmepotenziale liegen in den Stadtteilen Schwartau und Rensefeld, während in Cleverbrück und Groß Parin keine Potenziale ausgemacht werden konnten. Es wird davon ausgegangen, dass die Wärmenetzpotenziale bis zum Jahr 2045 linear erschlossen werden. Bezüglich der Erzeugung wird bis zum Jahr 2045 von einer vollständigen Deckung des Wärmebedarfes über Biogas ausgegangen. Eine detaillierte Betrachtung des Wärmenetzausbaus in Bad Schwartau sowie der Potenziale klimaneutraler Wärmeerzeugungstechnologien erfolgt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

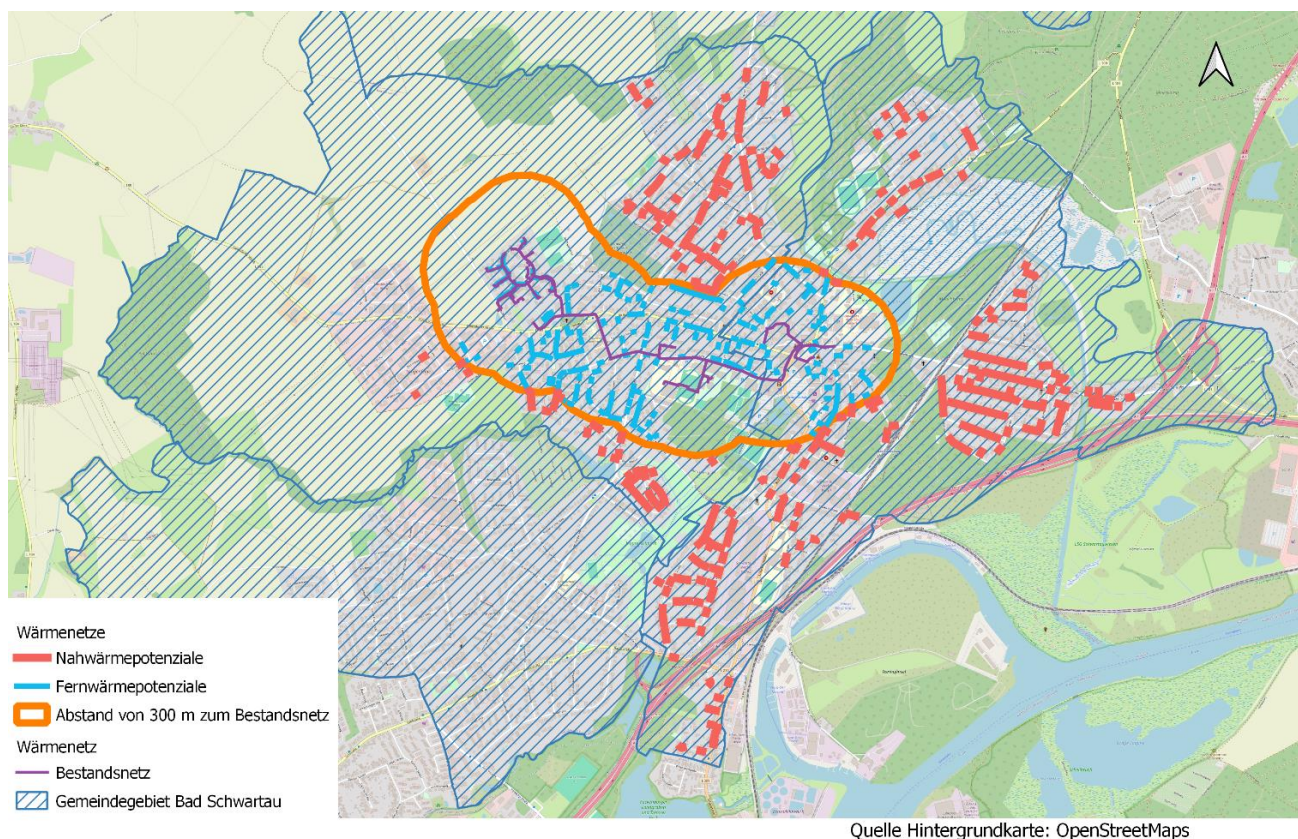


Abbildung 11: Wärmelinien-dichten, Bestandsnetz und Wärmenetzpotenziale in Bad Schwartau.

(Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein 2024, Creative Commons Namensnennung – 4.0 International (CC BY 4.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0)



3.2.3 Dezentrale Versorgung

Wo Netzlösungen aufgrund geringer Wärmeliniedichten und dementsprechender Verluste und hoher Investitionskosten nicht sinnvoll umgesetzt werden können, wird die treibhausgasneutrale Versorgung am Gebäude stattfinden müssen. Grundsätzlich kommen dazu drei Optionen in Betracht: die Erschließung von Wärmequellen am Gebäude über Wärmepumpen, die Nutzung solarer Strahlungsenergie durch Solarthermie oder die Nutzung nahezu treibhausgasneutraler Brennstoffe, die entweder aus Biomasse bestehen oder unter dem Einsatz von grünem Strom synthetisch hergestellt werden.

3.2.3.1 Wärmepumpen

Wärmepumpen, die Wärme aus der Umgebungsluft oder dem Boden entziehen und komprimiert auf höhere Temperaturen bringen, haben das größte Potenzial zur Erreichung der Klimaneutralität für den Wärmebereich in Bad Schwartau.

Im Szenario zur Klimaneutralität Deutschlands 2045 wird die Wärmepumpe neben dem Ausbau der Fernwärme als Schlüsseltechnologie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung gesehen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). In Kombination mit Wärmespeichern und Heizstäben können Spitzenlasten abgefangen und hohe Volllaststunden erreicht werden, um die Investitionskosten gering zu halten. Am Einzelgebäude kann vor allem die Umgebungsluft durch Luftwärmepumpen energetisch genutzt oder das Erdreich über Geothermie-Sonden energetisch erschlossen werden. Es wird davon ausgegangen, dass in Bad Schwartau dort Wärmepumpen zum Einsatz kommen, wo keine andere klimaneutrale Wärmeversorgungstechnologie möglich ist.

3.2.3.2 Solarthermie

Mit Hilfe von Solarkollektoren kann aus der Sonnenenergie Wärme für eine Bereitstellung von Wärme- und Trinkwarmwasser verfügbar gemacht werden. Dabei zirkuliert ein Wärmeträgermedium, meist eine frostsichere Solarflüssigkeit, in den Kollektoren, das über die an der Oberfläche absorbierte Solarstrahlung erwärmt und durch Pumpen in die Energieversorgung des Gebäudes eingebunden wird.

Das Dachflächen-Solarthermie-Potenzial für Bad Schwartau wurde mithilfe des Solardachkatasters entsprechend des Vorgehens für Dachflächen-PV bestimmt (siehe Kapitel 3.1.2.1). Da Solarthermie größere Vorteile in der Freifläche aufweist und auf Dachflächen vor allem als Lösung in Hybrid-Systemen, z.B. im Verbund mit Biomasse-Kesseln oder Erdwärmesonden, zum Einsatz kommt, wird von einem Belegungsgrad der geeigneten Dachflächen von 30 % ausgegangen. Damit beträgt das Potenzial für Dachflächen-Solarthermie 28.608 MWh/a.

3.2.3.3 Biomasse

Dezentrale Biomasseheizungen sollten nur dort eingesetzt werden, wo andere erneuerbare Optionen aufgrund technischer oder räumlicher Einschränkungen nicht umsetzbar sind. Dazu können unter anderem ältere Gebäude im ländlichen Raum mit hohem Energiebedarf und hohen Sanierungskosten zählen. Biomasse sollte in der Raumwärmeerzeugung nur im Härtefall in Betracht gezogen werden, wenn aufgrund individueller Beschränkungen ein Einbau von Wärmepumpen nicht möglich ist. Auf Grund aktueller Diskussionen zur Nutzung von Biomasse, deren Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit und Auswirkungen in Wohngebieten, wird in diesem Gutachten kein Ausbau der Biomassenutzung in privaten Haushalten angesetzt.

Von den in Kapitel 3.1.4 aufgeführten 9,96 GWh/a entfallen 2,44 MWh/a auf die Stromproduktion. Darüber hinaus verbrauchen auch private Haushalte im Jahr 2045 noch ca. 7,2 GWh/a an Biomasse, selbst wenn



kein aktiver Zubau von Biomasse-Heizungen erfolgt. Da damit bereits das nachhaltig nutzbare Biomasse-Potenzial ausgeschöpft ist, wird für die Sektoren GHD sowie Industrie der Anteil der Biomasse im Jahr 2045 anhand der Agora-Studie Klimaneutrales Deutschland 2045 definiert. In diesen Sektoren kann es Prozesse geben, die sich nach derzeitigem Stand sinnvoller über Biomasse bzw. Biomethan mit Wärme versorgen lassen als mit Hochtemperaturwärmepumpen. So sind bis 2045 auf Bundesebene bis zu 22 % der Gebäudefläche im Sektor GHD und 29 % der Gebäudefläche im Sektor Industrie über Biomasse zu beheizen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Es wird vereinfacht davon ausgegangen, dass sich der Wärmebedarf gleichmäßig über die Gebäudefläche der Sektoren verteilt.

Für den Sektor der kommunalen Einrichtungen wird, wie auch für die privaten Haushalte, von keinem Zubau der Biomasse ausgegangen. Da im Jahr 2022 in diesem Sektor keine Biomasse zu Heizzwecken eingesetzt wurde, wird davon ausgegangen, dass dies auch im Jahr 2045 nicht der Fall sein wird.

Um 2045 möglichst nicht mehr nachhaltig nutzbare Biomasse zu verbrauchen als lokal in Bad Schwartau bereitgestellt werden kann, gilt es, alternative Lösungen zu dezentralen Verbrennungsheizungen zu bewerben und gegebenenfalls regulatorisch zu bevorzugen.

3.3 Mobilität

Bad Schwartau gilt als zentraler Ort im Lübecker Verdichtungsraum sowie wichtiger Arbeits- und Einkaufsstandort im Kreis Ostholstein. Für die überregionale Anbindung im Straßenverkehr sorgt vor allem die am östlichen Stadtrand verlaufende Bundesautobahn A1, die Bad Schwartau u.a. mit Hamburg verbindet. Im öffentlichen Verkehr ist die Eisenbahnstrecke von Hamburg über Lübeck bis Kiel von übergeordneter Bedeutung. Das Siedlungsgebiet der Stadt Bad Schwartau ist relativ homogen und kompakt.

Aufgrund des Territorialprinzips des BSKO-Standards werden im Verkehrssektor sowohl Binnen- und Quellverkehr als auch Ziel- und Durchgangsverkehr bilanziert – also alle auf dem Stadtgebiet stattfindenden Verkehrsleistungen. Dies betrifft den Personenverkehr, aber auch den Güterverkehr. Alle genannten Verkehrsarten wurden auch für die Potenzialanalyse und Szenarienrechnung berücksichtigt. In Bezug auf die verschiedenen Verkehrsarten und -träger bestehen sehr unterschiedliche Einflussmöglichkeiten durch die Stadt Bad Schwartau.

Um den Verkehrssektor klimaneutral zu gestalten, werden vor allem eine ambitionierte technologische Entwicklung hin zu emissionsfreiem Antrieben, eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) zum öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und zur aktiven Mobilität (Radverkehr und Zu-Fuß-Gehen) als Schlüsselfaktoren gesehen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021).

Die Einflussbereiche der Stadt Bad Schwartau sind im Mobilitätssektor teilweise beschränkt, da die Verkehrsmittelwahl auf den individuellen Entscheidungen der Bürgerinnen und Bürger beruht. Zudem sind viele Rahmenbedingungen im Mobilitätssektor auf Bundesebene vorgegeben, was den Handlungsspielraum der Kommunen einschränkt.

3.3.1 Modal Shift

Die Veränderung des Modal Splits (Verkehrsmittelwahlverhaltens) ist eine zentrale Stellschraube für eine klimafreundlichere Mobilität. Die für die Zukunft angestrebten Wegeanteile der einzelnen Verkehrsträger geben das grundlegende Zukunftsverkehrsszenario vor und beschreiben die Eckpfeiler der verkehrspolitischen Zielsetzungen.

Als Datenbasis für den aktuellen Modal Split sowie die Verkehrsleistung wurden die Daten der Erhebung „Mobilität in Deutschland“ aus dem Small-Area-Verfahren für den Landkreis Ostholstein verwendet (vgl. Mobilität in Deutschland 2017). Die im Rahmen der Erstellung des Verkehrsentwicklungsplans 2017 für die



Stadt Bad Schwartau erhobenen Daten zum Modal Split eigneten sich aufgrund methodischer Differenzen zum kommunalen Standard für THG-Bilanzierung nicht für die Potenzialanalyse.

In Abbildung 12 wird die für Bad Schwartau angestrebte Veränderung der durchschnittlichen Wege pro Verkehrsmittel pro Tag und Person (Modal Split) für das Zielszenario 2045 aufgezeigt. Die hier aufgezeigte Veränderung des Modal Splits stellt keine passive Trendentwicklung dar, sondern vielmehr einen ambitionierten „Zukunftsfahrplan“, der die Umsetzung von unterschiedlichen Maßnahmen im Bereich von Angebot und Restriktionen nach sich zieht.

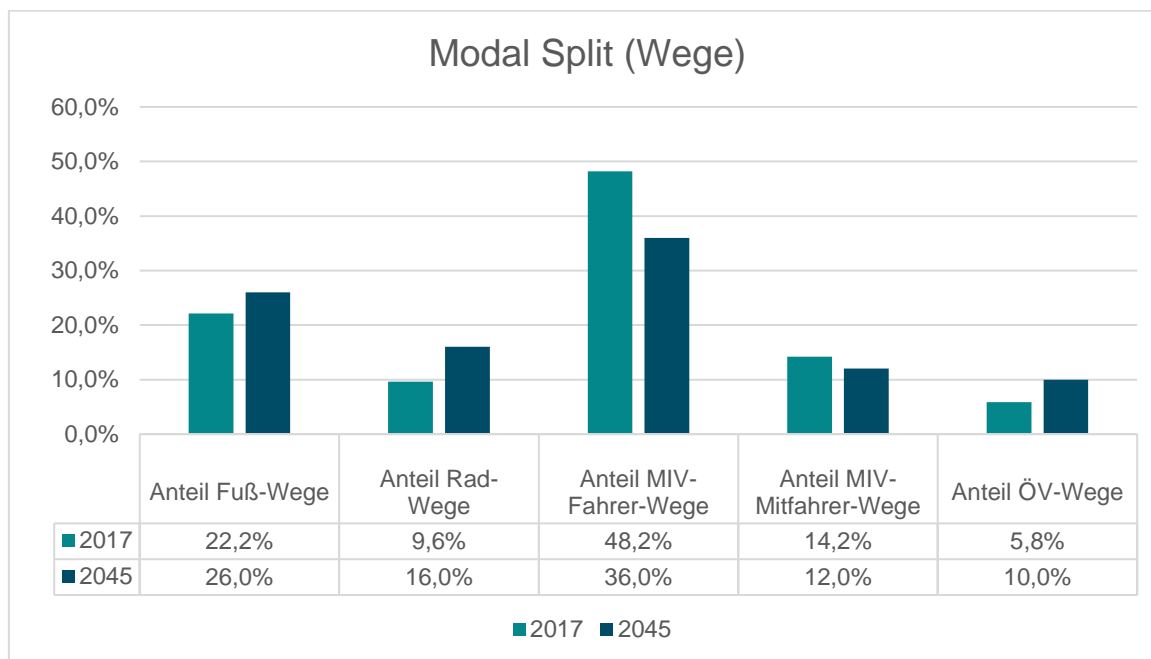


Abbildung 12: Potenzielle Veränderung Modal Split in Bad Schwartau.

Der bis 2045 angestrebte Modal Split sieht eine starke Förderung des Umweltverbundes vor. Der Radverkehrsanteil soll auf 16 % ansteigen, der Fußverkehrsanteil auf 26 % und der ÖPNV-Anteil auf 10 %. Damit sollen in Bad Schwartau zukünftig rund die Hälfte aller Wege im Umweltverbund zurückgelegt werden. Auf der anderen Seite ist eine deutliche Senkung des MIV-Anteils an den zurückgelegten Wegen auf 48 % vorgesehen.

Der MIV weist durch fossile Treibstoffverbräuche nicht nur negative Klimawirkungen auf, sondern auch Belastungen durch Stickstoffdioxid, Feinstaub, Lärm und Flächenverbräuche. Ziel ist es, ein nachhaltiges Zukunftsbild der Mobilität in Bad Schwartau zu entwickeln.

3.3.2 Entwicklung Personenkilometer

Für das Zielszenario wurden die Steigerungsraten des Modal Splits zugrunde gelegt und auf die Entfernungsklassen gewichtet nach den Verkehrsmitteln umgelegt. Im Zielszenario 2045 werden im Stadtgebiet Bad Schwartaus 3,2 % im Fußverkehr, 5,3 % im Radverkehr, 27,6 % im ÖPNV und 61,4 % im MIV zurückgelegt. Die Zusammenfassung der Verlagerungspotenziale in Bezug auf die Verkehrsleistung wird in Abbildung 13 dargestellt.

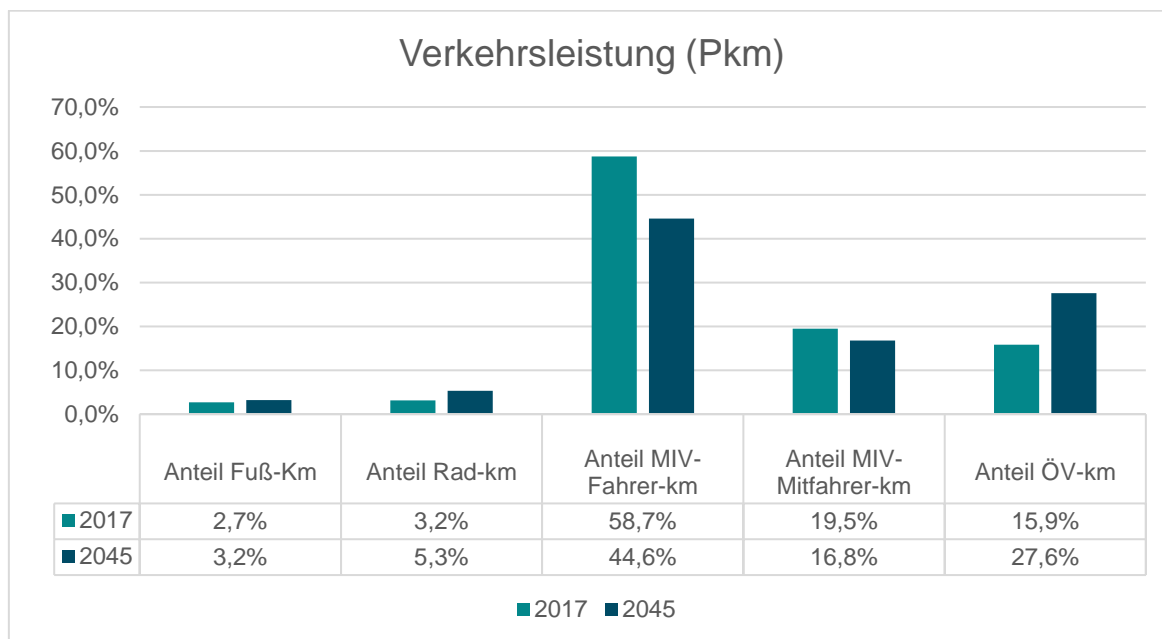


Abbildung 13: Potenzielle Veränderung der Verkehrsleistung in Bad Schwartau.

Exkurs: Auswirkungen der Fehmarnbeltquerung

Die Feste Fehmarnbeltquerung ist eine Verkehrsverbindung zwischen Dänemark und Deutschland. Die derzeit im Bau befindliche Tunnelquerung zieht den Ausbau der Schienen- und Straßenhinterlandanbindungen in Deutschland und Dänemark nach sich. Die Stadt Bad Schwartau wird von der Hinterlandanbindung stark betroffen sein, da die Schienentrasse gemäß Raumordnungsverfahren durch das Stadtgebiet verlaufen soll (vgl. Stadt Bad Schwartau 2024). Damit erhöht sich auch die Verkehrsleistung in Bezug auf den Schienenverkehr auf dem Stadtgebiet und damit auch die zukünftig in der Endenergie- und THG-Bilanz anfallenden Energieverbräuche und THG-Emissionen. Dieser Faktor soll auch in die Berechnung der Klimaschutzszenarien einbezogen werden. Nach Angabe der Deutschen Bahn gegenüber der Stadt Bad Schwartau sind zukünftig 70 Güterzüge pro Tag geplant. Die entsprechende Erhöhung der Energieverbräuche und THG-Emissionen wurden in den Szenarien berücksichtigt.

3.3.3 Antriebswechsel

Neben der Verlagerung des Verkehrs auf den Umweltverbund ist in Bezug auf die THG-Neutralität auch der Antriebswechsel relevant. Höhere Effizienzen von batterieelektrischen Fahrzeugen sowie ein zukünftig vermehrter Betrieb mit erneuerbar erzeugtem Strom sorgen für THG-Einsparungen im motorisierten Individualverkehr und Güterverkehr.

Da der Handlungsspielraum in diesem Bereich hauptsächlich auf Bundesebene liegt, wurden in diesem Bereich Annahmen bundesweiter Studien verwendet. Demnach liegt der Bestand batterieelektrisch betriebener Pkw im Jahr 2045 bei über 90 % des Gesamt-Pkw-Bestandes (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021).

In Bezug auf die Elektrifizierung des Bad Schwartauer Busverkehrs wurde auf Angaben der Verkehrsbetriebe zurückgegriffen, die sich auf eine vollständige Elektrifizierung der Busflotte bis 2045 berufen. In Bezug auf den Schienenverkehr wird von einer Elektrifizierung der Bahnstrecke im Jahr 2029 ausgegangen – dem Jahr der geplanten Inbetriebnahme der im Kontext der Fehmarnbeltquerung ausgebauten Schienenwege.



Für den Schienenpersonenverkehr und den Güterverkehr allgemein lagen keine kommunenspezifischen Daten in Bezug auf die zukünftige Entwicklung der Verkehrsleistung bzw. der THG-Emissionen vor. Daher wurde auch für diese Bereiche auf Annahmen aus bundesweiten Studien zurückgegriffen.



4 Szenarien bis zum Jahr 2045

Szenarien für die künftige Entwicklung in Hinblick auf Energiebedarf und THG-Emissionen liefern wichtige Grundlagen für die Strategieentwicklung und Steuerung der kommunalen Klimaschutzpolitik. Die Szenarientwicklung bildet die Grundlage für die Definition von Klimaschutzziele.

Im Folgenden werden zwei Szenarien skizziert: ein Trend-Szenario und ein Klimaschutz-Szenario. Das Erreichen von Klimaneutralität ist nur durch die gezielte Umsetzung von Maßnahmen zu erreichen. Die beiden Szenarien unterscheiden sich in ihren Ambitionen und ermöglichen damit einen Vergleich der unterschiedlichen Handlungsoptionen und ihres Beitrags zur Zielerreichung.

- Trend-Szenario: Einbeziehung von übergeordneten Trends ohne zusätzliche Anstrengungen der Stadt Bad Schwartau;
- Klimaschutz-Szenario: Einbeziehung von maximal ambitionierten, aber realistischen Zielwerten auf Grundlage der Potenzialanalyse.

Allgemeine Trends wie Bevölkerungsentwicklung, Klimafaktoren, Wirtschaftsentwicklung und die Entwicklung des Bundesstrommix werden in beide Szenarien einbezogen. Diese Annahmen werden im Folgenden kurz beschrieben. Die entwickelten Szenarien sind konform mit dem BSKO-Standard.

4.1.1 Übergeordnete Annahmen

Die Bevölkerungsentwicklung wurde entsprechend der Studie „Vorbereitende Untersuchungen (VU) gem. § 141 BauGB mit integriertem städtebaulichen Entwicklungskonzept (ISEK)“ der complan Kommunalberatung angenommen. In der Studie wird die historische Bevölkerungsentwicklung bis 2018 analysiert. Während die Bevölkerung zwischen 2009 und 2015 zunahm, stagnierte die Bevölkerungszahl in Bad Schwartau zwischen 2015 und 2018. Zwischen 2018 und 2022 lässt sich ein negativer Trend beobachten. Daher wurde angenommen, dass sich keine signifikanten Änderungen in der Bevölkerungszahl Bad Schwartaus bis 2045 ergeben.

Für die Entwicklung der Wohnflächennachfrage in Bad Schwartau wurden die Entwicklungen der Studie „Wohnflächennachfrage in Deutschland bis 2030“ des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung angenommen (vgl. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2015). Für die Jahre ab 2030 wurde der Trend von 2020 bis 2030 fortgesetzt. Suffizienzpotenziale wurden nicht in die Szenarienrechnung einbezogen, da aktuelle Verhaltenstrends eine gegenteilige Entwicklung aufweisen. In Abbildung 14 wird der Bedarf an Wohnraum in Bad Schwartau zwischen 2019 und 2045 dargestellt.



Bedarf Wohnraum

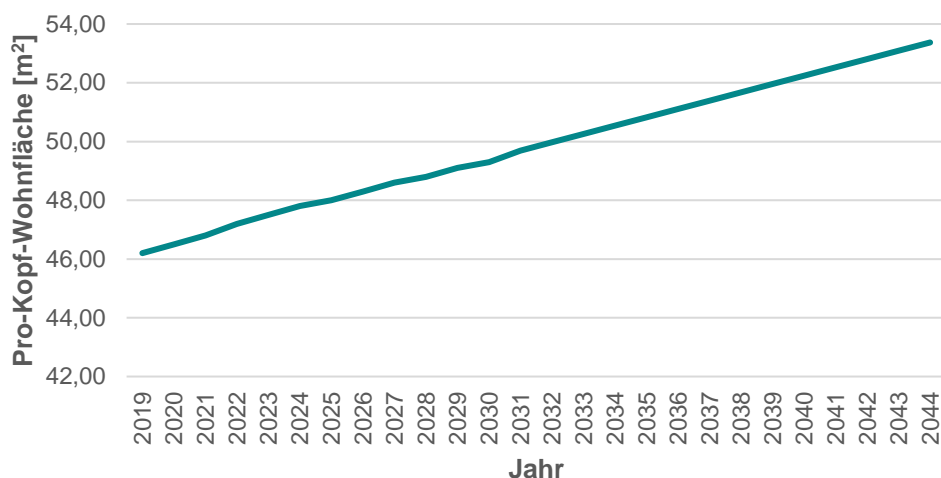


Abbildung 14: Bedarf an Wohnraum in Bad Schwartau 2019 bis 2044.

Für die Entwicklung des Raumwärmebedarfs ab 2022 wird von einem Bedarfsrückgang von 1,5 % je Dekade im Bereich Raumwärme ausgegangen (vgl. Eikmeier et al. 2020). Dementsprechend wurden die zukünftigen Klimafaktoren berechnet.

Die Emissionsfaktoren der Endenergieträger wurden aus unterschiedlichen Quellen ermittelt. Der Emissionsfaktor des Bundesstrommix wurde aus Icha et al. (2022) übernommen. Die Emissionsfaktoren der anderen Endenergieträger stammen aus Daten des Globalen Emissionsmodells integrierter Systeme (GEMIS), der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (vgl. KEA BW 2023), des Umweltbundesamts (vgl. Jurich 2016) sowie eigenen Berechnungen.

Die Jahresnutzungsgrade für Wärmeerzeugungsanlagen wurden gemäß von Angaben des Umweltbundesamtes folgendermaßen angenommen (vgl. Umweltbundesamt 2022).

Tabelle 5: Jahresnutzungsgrade der Energieträger.

Energieträger	Jahresnutzungsgrad
Strom	98 %
Fernwärme	85 %
Nahwärme	85 %
Erdgas	92 %
Flüssiggas	92 %
Heizöl	86 %
Kohle / Sonstige Fossile	74 %
Feste Biomasse	80 %
Biogas	80 %
Umweltwärme / -kälte	100 %
Erneuerbare Wärme	93 %
Wasserstoff	90 %
Abfall	50 %

Zudem wurde angenommen, dass der Jahresnutzungsgrad für Wärmeerzeuger über alle Sektoren gleich ist.



4.1.2 Klimaschutz-Szenario

Das Klimaschutz-Szenario folgt der Leitidee eines sehr ambitionierten Klimaschutzes in Bad Schwartau. Das Szenario wurde auf Basis der in Kapitel 3 beschriebenen Potenziale entwickelt. Es wurden sehr ambitionierte, aber dennoch realistische Annahmen in Bezug auf die sektorspezifischen Entwicklungen angesetzt.

Die Potenziale wurden als Zielwert ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die als realisierbar eingestuften Potenziale im Jahr 2045 voll ausgeschöpft werden. Bis dahin wurde ein linearer Verlauf des Zubaus der entsprechenden Energieträger bzw. weiterer Verschiebungen bspw. in Bezug auf den Verkehrssektor ab dem Jahr 2022 angenommen.

Abbildung 15 zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutz-Szenario bezogen auf die einzelnen Energieträger. Vergleichen mit dem Jahr 2022 können im Klimaschutz-Szenario bis 2045 52 % an Endenergie eingespart werden. Die in Abbildung 15 schraffiert dargestellte Umweltwärme wird hierbei nicht berücksichtigt. Den größten Anteil am Endenergieverbrauch im Jahr 2045 hat Strom, was in der zunehmenden Anzahl an Wärmepumpen begründet sein dürfte. Ein Hinweis hierauf ist der große Anteil an Umweltwärme, die über Wärmepumpen für Heizzwecke nutzbar gemacht wird. Ein weiterer Grund für den Anstieg des Strombedarfs ist die Elektrifizierung im Verkehrssektor. Deutlich kleinere Anteile als Strom haben 2045 Wärmenetze, feste Biomasse und erneuerbare Wärme, welche hier mit Solarthermie gleichzusetzen ist. Biomasse und Solarthermie nehmen bis 2040 zu, danach aber wieder ab. Dies dürfte darin begründet sein, dass diese Technologien als Brückentechnologien für Wärmenetze und Wärmepumpen dienen und ab 2040 durch die günstigeren Alternativen ersetzt werden. Wasserstoff und PtX-Energieträger machen nur einen kleinen Teil des Endenergiebedarfs aus. Beachtenswert ist, dass auch 2045 Erdgas in der Energieversorgung Bad Schwartaus eine Rolle spielen wird. Ursächlich hierfür sind wahrscheinlich Hochtemperaturprozesse in Industrie und Gewerbe, die auch 2045 noch auf Verbrennungsprozesse angewiesen sind. Durch die Elektrifizierung der Bahntrasse in Bad Schwartau machen fossile Kraftstoffe im Jahr 2045 einen verschwindend geringen Anteil aus.

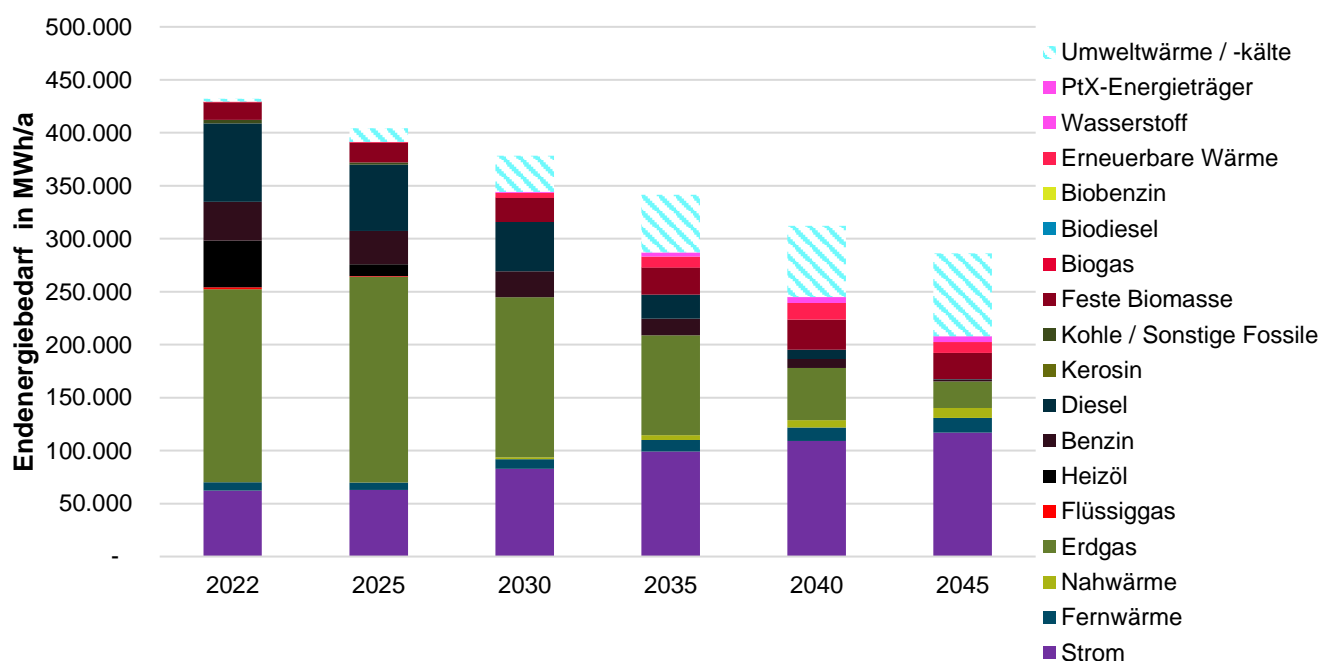


Abbildung 15: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im Klimaschutz-Szenario.



Abbildung 16 zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfs aufgeschlüsselt nach Sektoren. Das größte Einsparpotenzial weist der Sektor Verkehr auf, begründet in der Veränderung des Modal Split und dem Umstieg auf Elektrofahrzeuge. Haushalte und Gewerbe weisen ein mittleres Einsparpotenzial um 50 % auf, was auf den Rückgang im Raumwärmebedarf, vermehrte Sanierungsaktivitäten, vermehrten Eigenstromverbrauch durch Aufdach-PV und den Einsatz von effizienten Wärmepumpen zurückzuführen ist. Ein geringes Potenzial lässt sich für die Sektoren Industrie und Kommunale Einrichtungen identifizieren. Dies liegt bei der Industrie an den bereits erwähnten energieintensiven Prozessen, die zum Teil hohe Temperaturen benötigen. Beim Sektor Kommunale Einrichtungen kann das geringe Potenzial auf den ohnehin geringen Energiebedarf sowie den hohen Anteil an Fernwärme am Energiebedarf zurückgeführt werden. Im Jahr 2045 machen somit die kommunalen Einrichtungen den geringsten Teil des Endenergiebedarfs aus, während der größte Teil auf die Haushalte entfällt.

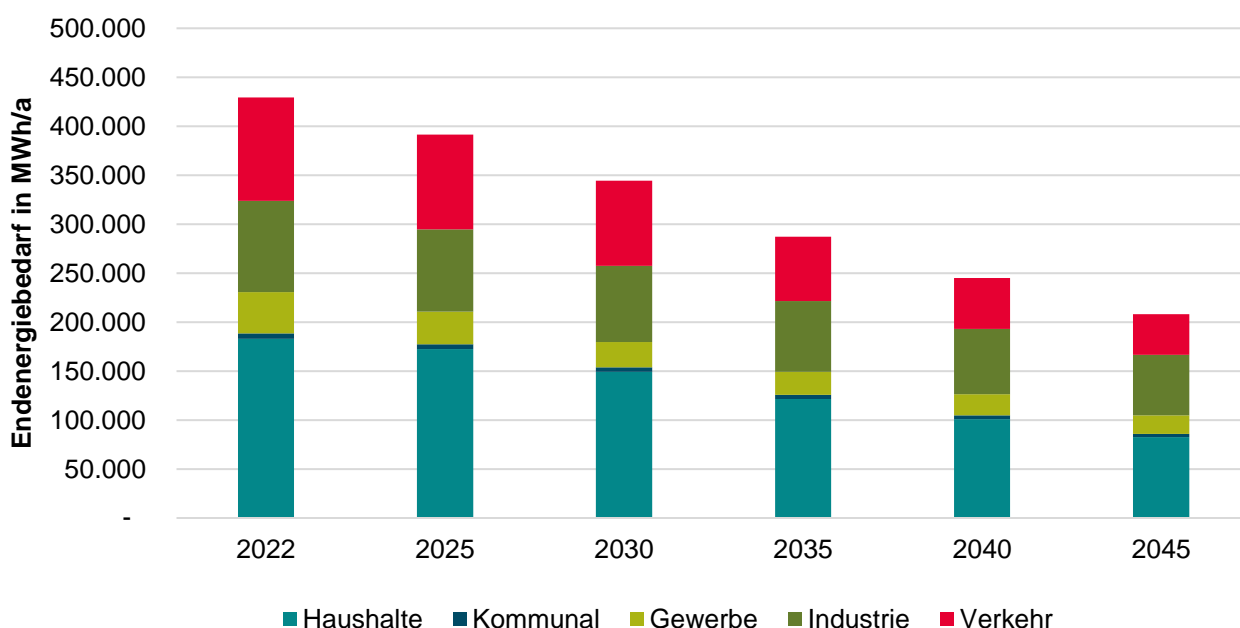


Abbildung 16: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Sektoren im Klimaschutz-Szenario.

Eine Senkung der THG-Emissionen um 89 % bis zum Jahr 2045 ist möglich, sofern alle Potenziale voll ausgeschöpft werden (siehe Abbildung 17). Die verbleibenden Restemissionen im Jahr 2045 verteilen sich in gleicher Größenordnung auf die Vorketten des Bezugs von Erdgas und Strom. Die absoluten Emissionen des Stromsektors sinken trotz des insgesamt steigenden Strombedarfs durch einen weniger THG-intensiven Strommix. Neben Erdgas und Strom macht die Fernwärme einen Teil der Restemissionen aus, was in der Annahme einer Wärmeerzeugung aus Biomasse begründet liegt. Fossile Kraftstoffe bilden einen weiteren, wenn auch sehr geringen Anteil der Restemissionen 2045.

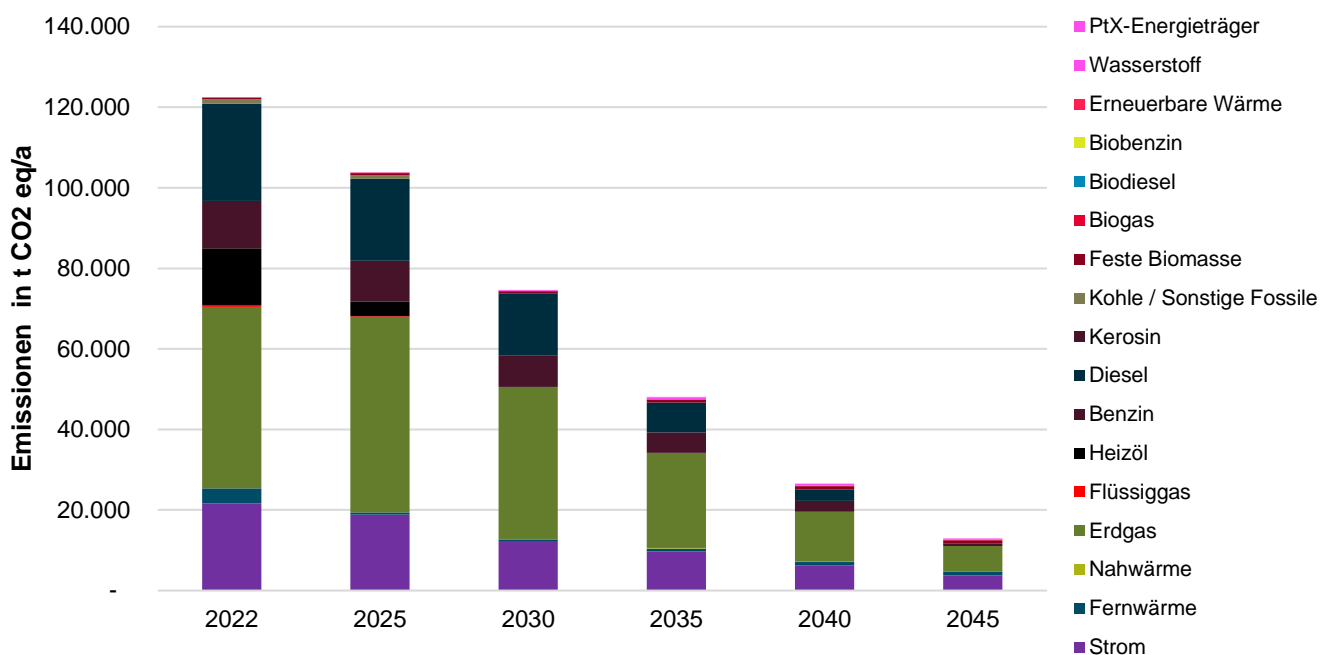


Abbildung 17: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträgern im Klimaschutz-Szenario.

Abbildung 18 zeigt den potenziellen Reduktionspfad zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 aufgeschlüsselt nach Sektoren. Der Großteil der Restemissionen entfällt auf die Industrie, gefolgt von den Sektoren Haushalte und Verkehr. Haushalte und der Verkehr weisen mit über 90 % das größte Einsparpotenzial auf, während in der Industrie bis 2045 weniger als 80 % eingespart werden können.

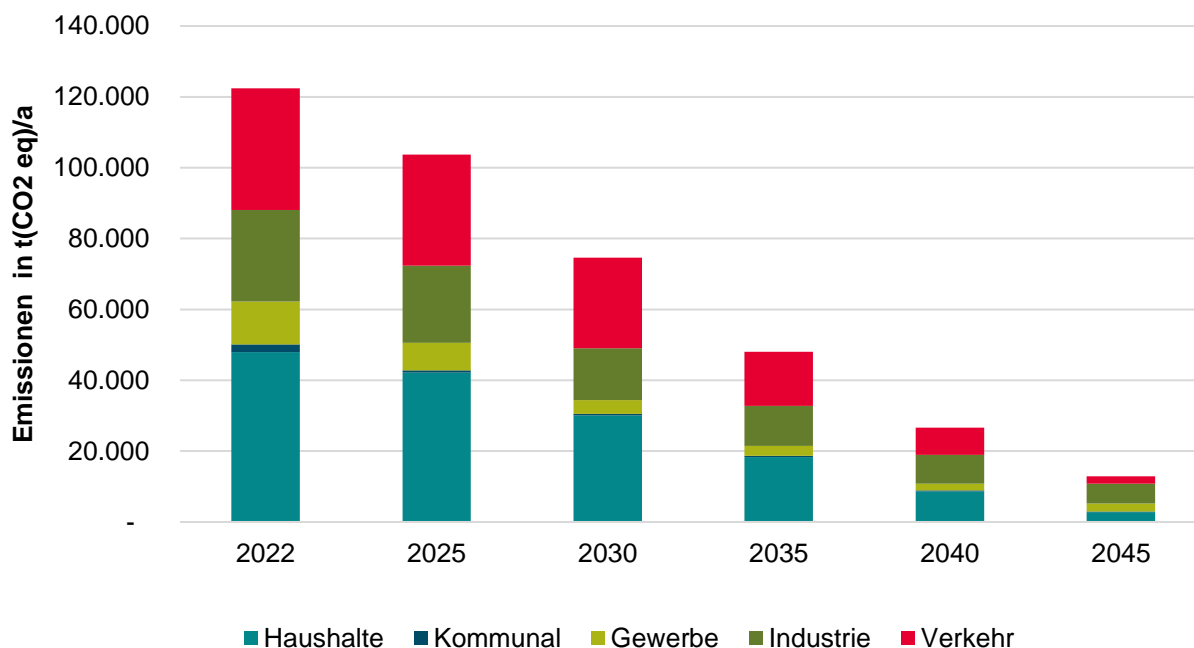


Abbildung 18: Verteilung der THG-Emissionen nach Sektoren im Klimaschutz-Szenario.

In Abbildung 19 ist der Verschnitt von Strombedarf und den identifizierten lokalen Stromerzeugungspotenzialen grafisch aufbereitet. Der Strombedarf steigt vor allem zwischen den Jahren 2025 und 2035 an, danach flacht die Zunahme ab. Insgesamt steigt der Strombedarf bis zum Jahr 2045 um 80 %. Eine bilanzielle Deckung des Strombedarfs mit lokal erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien ist ab 2034



möglich. Es wird hier von einem Ausbau von 4 MW/a Dach-PV, 3 MW/a Freiflächen-PV und 0,7 MW/a Windenergie ausgegangen. Der Leistungszubau der Freiflächen-PV-Anlagen entspricht einer Flächeninanspruchnahme von 4 ha/a. Ein ambitionierterer Ausbau könnte eine bilanzielle Deckung des Strombedarfs bereits vor 2034 ermöglichen.

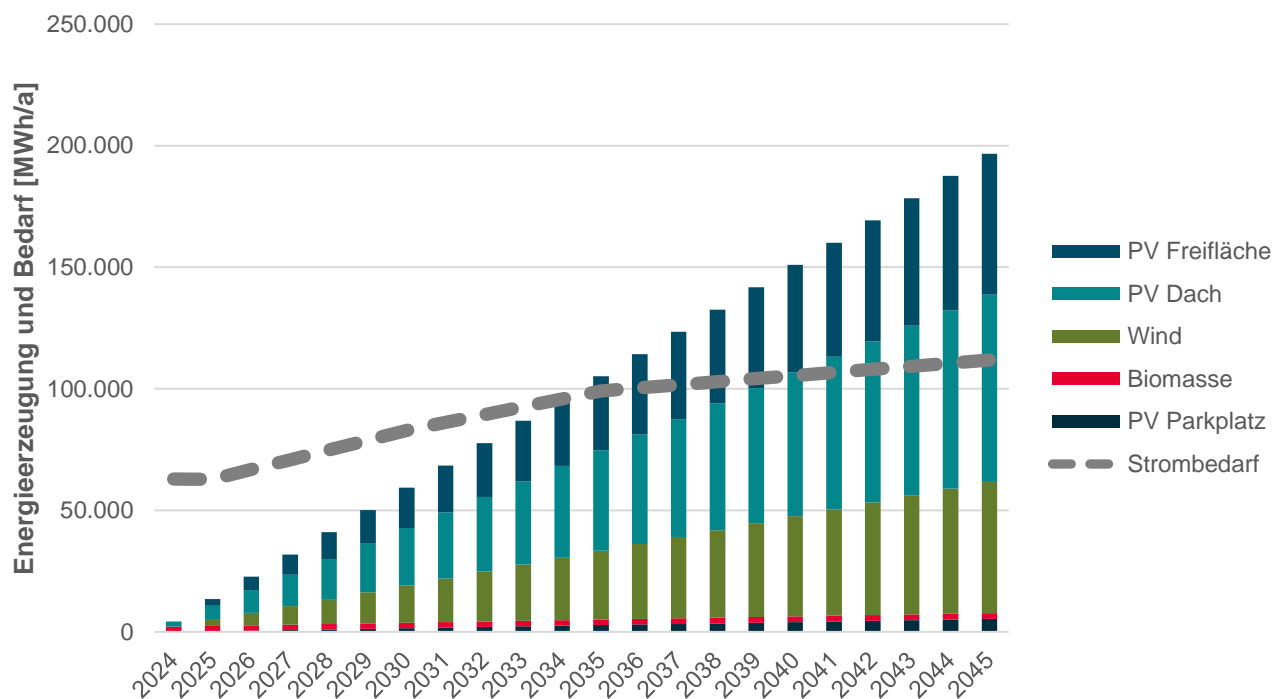


Abbildung 19: Strombedarf und Stromerzeugung im Klimaschutz-Szenario bis 2045.

Die Potenziale wurden nach derzeitigen Rahmenbedingungen als realistische, wenn auch sehr ambitionierte Zielwerte eingeordnet. Sollten sich die Rahmenbedingungen (beispielsweise auf Bundes- oder Landesebene) wesentlich ändern, ist eine Neubewertung der Potenziale notwendig.

Die Reduktion der verbleibenden Emissionen liegt überwiegend nicht in der Hand der Stadt Bad Schwartau und ist stattdessen abhängig von übergeordneten Entwicklungen (beispielsweise Antriebswechsel im Verkehr, Emissionsfaktor der Strom-Vorketten) und dem persönlichen Verhalten der Bürgerinnen und Bürger. Für Bad Schwartau gilt es deshalb umso mehr, den eigenen Handlungsbereich voll auszunutzen, Potenziale fortlaufend neu zu überprüfen und ggf. zu erschließen.

Die Restemissionen 2045 im Klimaschutz-Szenario betragen 12.860 t CO₂ eq, was einem Wert von 0,64 t CO₂ eq je Einwohnerin und Einwohner entspricht. Unter Toleranz eines Sockelbetrags von etwa 1 t CO₂ eq pro Einwohnerin bzw. Einwohner pro Jahr, scheint das Ziel der Klimaneutralität 2045 realistisch. Viele Kommunen beziehen sich auf diesen Sockelbetrag, um kommunale Klimaneutralität zu definieren. Vonseiten des Bundes gibt es keine einheitliche Definition kommunaler Klimaneutralität. Es wird daher für die Stadt Bad Schwartau empfohlen, das Klimaneutralitätsziel 2045 analog zur Bundesebene anzustreben und in der Definition der Klimaneutralität einen zulässigen Sockelbetrag an Restemissionen zu definieren.

4.1.3 Trend-Szenario

Das Trend-Szenario basiert auf der Fortschreibung der aktuellen Entwicklungen in Bad Schwartau. Die aktuellen politischen Rahmenbedingungen und (Mindest-)Anforderungen sowie bundesweite Trends dienen dabei als Orientierung. Das Trend-Szenario beinhaltet damit die Entwicklung der THG-Emissionen, die eintreten würde, wenn von Seiten der Stadt Bad Schwartau keine zusätzlichen Anstrengungen zur Erreichung der THG-Neutralität unternommen würden. Gleichwohl müssen auch im Trend-Szenario



Maßnahmen umgesetzt werden, um mit den Zielen konform zu sein, die das Land und der Bund setzen. Diese Maßnahmen erfordern ebenfalls nennenswerte Kapazitäten und Anstrengungen, werden eventuell aber durch entsprechende Förderungen und Maßnahmenprogramme auf Bundesebene gestützt. Anschaulich lässt sich die notwendige Erhöhung der Geschwindigkeit anhand des jährlichen Ausbaus von Photovoltaik auf Bundesebene erläutern. In den letzten Jahren (2021-2023) wurden pro Jahr zwischen 5-10 GW zugebaut. Um die Ziele der Bundesregierung zu erreichen, ist ab 2026 ein Ausbau von über 20 GW pro Jahr vorgesehen. Nahezu eine Verdopplung ist auch im Bereich der Sanierungskapazitäten notwendig, wenn die Sanierungsrate von aktuell etwa 1 % pro Jahr perspektivisch auf 1,75 % pro Jahr gesteigert werden soll.

Im Trendszenario sind, basierend auf dem Bundesziel, die Treibhausgasneutralität bis 2045 zu erreichen, angelehnt an Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021) folgende wesentliche Annahmen hinterlegt:

- Erschließung von 50 % des Fernwärmepotenzials bis 2045;
- Sanierungsrate analog zum Klimaschutz-Szenario (1,5 % bis 2030, 1,75 % 2030-2045);
- Verringerung des MIV auf 83 % bis 2045 verglichen mit 2022;
- Steigerung ÖPNV (Bus) auf 173 % bis 2045 verglichen mit 2022;
- Steigerung ÖPNV (Bahn) auf 190 % bis 2045 verglichen mit 2022.

Der Verlauf und die Aufteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern sind in Abbildung 20 zu sehen. Im Vergleich zu 2022 können bis 2045 42 % des Endenergiebedarfs eingespart werden.

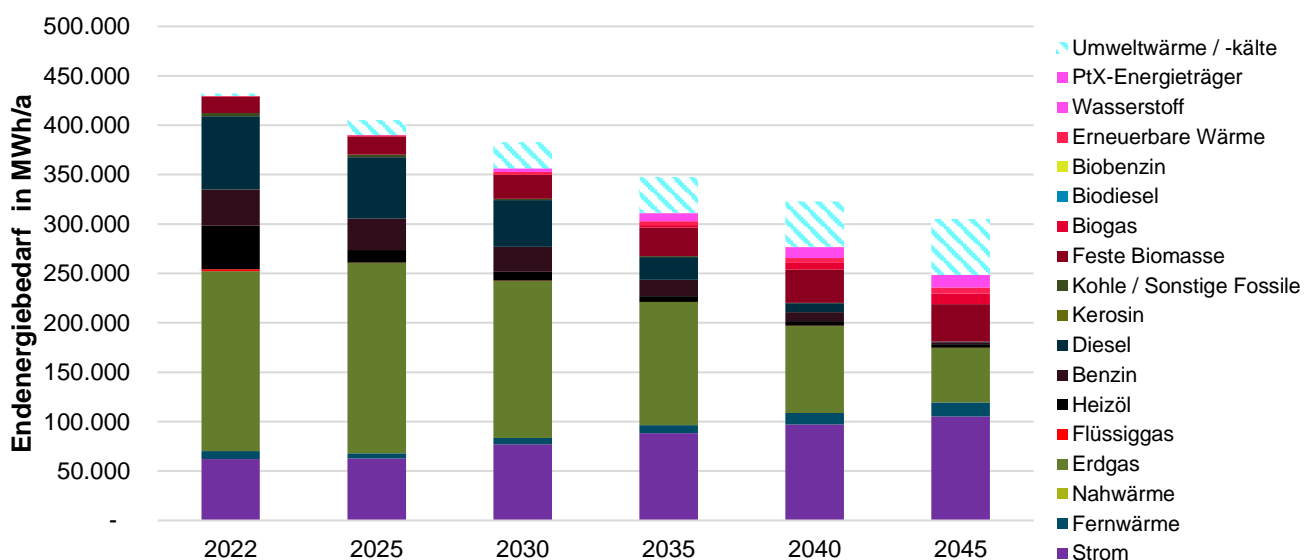


Abbildung 20: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern im Trend-Szenario.

Im Jahr 2045 werden demnach noch fossile Energieträger in Form von Erdgas, Heizöl und Kraftstoffen eingesetzt. Unter Umweltwärme ist der Anteil zu verstehen, der über Wärmepumpen der Umgebungsluft oder dem Erdreich entzogen und zur Räumwärmebereitstellung genutzt wird. Für die Fernwärmeerzeugung wurden die zuvor ermittelten Potenziale genutzt, sodass auch im Trendszenario ein Minderungspfad der Wärmenetzemissionen hinterlegt ist. Der Anteil der Gebäude, die über Fernwärme versorgt werden, ist im Trendszenario auf 50 % des Gesamtpotenzials begrenzt. PtX-Energieträger umfassen alle sonstigen Energieträger, die durch den Einsatz von Strom hergestellt werden können, unter anderem synthetische Kraftstoffe.

In Abbildung 21 ist dargestellt, wie sich die Emissionen bis 2045 in diesem Szenario entwickeln. Insgesamt können bis 2045 im Trend-Szenario 81 % THG-Emissionen eingespart werden. Den mit Abstand größten



Anteil machen im Jahr 2045 die Emissionen aus Erdgas aus, gefolgt von Strom. Weitere Bestandteile der Restemissionen werden durch Fernwärme auf Biomassebasis, Heizöl, fossile Kraftstoffe, Biogas und PtX-Energieträger ausgemacht.

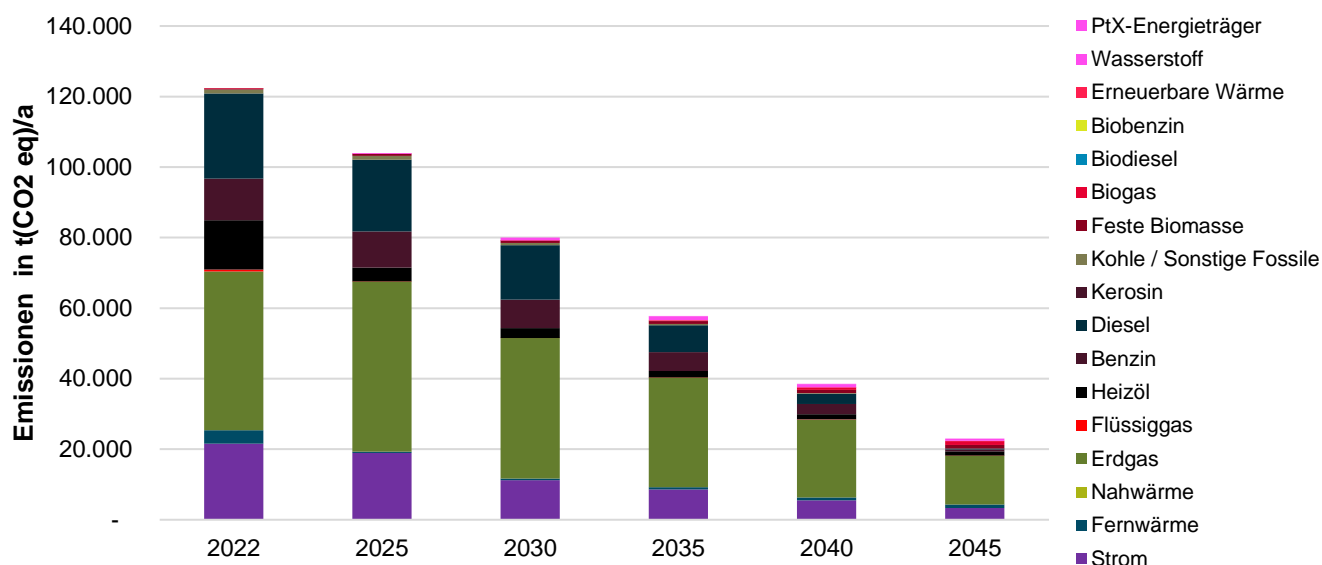


Abbildung 21: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträgern im Trend-Szenario.

4.1.4 THG-Minderungsziele

Für das Erreichen von Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 dienen eine Reihe von Meilensteinen zur Orientierung entlang des angestrebten Reduktionspfades. Tabelle 6 beinhaltet die Meilensteine auf dem Weg zur Zielerreichung, aufgeschlüsselt nach den übergeordneten Themenbereichen. Die Werte beziehen sich auf das Klimaschutz-Szenario.

Tabelle 6: Quantitative Indikatoren zum Zielerreichungsabgleich.

Thema	Indikator	Quelle	Zwischenziele			Ziel
			2030	2035	2040	2045
THG-Emissionen	Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2022	Kommunale THG-Bilanzen	-39 %	-61 %	-78 %	-89 %
Endenergiebedarf (exkl. Umweltenergie)	Minderung des Endenergiebedarfs im Vergleich zu 2022	Kommunale THG-Bilanzen	-20 %	-33 %	-43 %	-52 %
Strom	Installierte PV-Leistung Freifläche	Marktstammdatenregister	21 MW	38 MW	56 MW	68 MW
	Installierte PV-Leistung Aufdach	Marktstammdatenregister	30 MW	52 MW	75 MW	100 MW
Wärme	Reduktion des Gasverbrauchs im Vergleich zu 2022	Netzbetreiber	-17 %	-48 %	-73 %	-86 %



Die isolierte Betrachtung der BSKO-Sektoren private Haushalte, GHD, Industrie sowie Verkehr ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der Reduktionsziele. Die Zwischenziele für die Sektoren in Bezug auf THG-Emissionsminderung und Minderung des Endenergiebedarfs basierend auf dem Klimaschutz-Szenario sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Sektorbezogene Zwischenziele THG-Emissionen und Endenergiebedarf.

Sektor	Indikator	Zwischenziele			Ziel
		2030	2035	2040	2045
Private Haushalte	Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2022	-37 %	-62 %	-82 %	-94 %
	Minderung des Endenergiebedarfs im Vergleich zu 2022	-18 %	-34 %	-45 %	-55 %
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2022	-68 %	-77 %	-85 %	-81 %
	Minderung des Endenergiebedarfs im Vergleich zu 2022	-39 %	-44 %	-49 %	-55 %
Industrie	Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2022	-43 %	-56 %	-69 %	-78 %
	Minderung des Endenergiebedarfs im Vergleich zu 2022	-17 %	-23 %	-28 %	-34 %
Verkehr	Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2022	-26 %	-55 %	-78 %	-94 %
	Minderung des Endenergiebedarfs im Vergleich zu 2022	-18 %	-38 %	-51 %	-61 %
Kommunale Einrichtungen	Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2022	-78 %	-83 %	-88 %	-90 %
	Minderung des Endenergiebedarfs im Vergleich zu 2022	-15 %	-23 %	-30 %	-35 %



5 Akteursbeteiligung

Eine erfolgreiche Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen ist eng gekoppelt an die Einbindung relevanter Akteure. Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurden die betroffenen Verwaltungseinheiten, Energieversorger, Interessenverbände, die Bürgerinnen und Bürger sowie die politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger bei der Konzepterstellung eingebunden.

In einem partizipativ gestalteten Prozess wurden sämtliche relevante Akteure von Beginn an aktiv eingebunden, um so zum Engagement und zur Akzeptanz der Maßnahmen beizutragen. Auf diese Weise soll das Klimaschutzkonzept systematisch in der Stadt Bad Schwartau verankert werden. Hierfür ist es ebenso bedeutsam, dass nach der Ermittlung von Einsparpotenzialen und der Ableitung erster Maßnahmen die Zwischenergebnisse öffentlich präsentiert und das weitere Vorgehen diskutiert und abgestimmt wurden. Das beauftragte externe Dienstleistungsunternehmen Hamburg Institut Consulting GmbH übernahm die Moderation von drei Informationsveranstaltungen in der Stadt Bad Schwartau (Auftaktveranstaltung im März 2024, Präsentation der Potenzialanalyse im Juni 2024 und eine Veranstaltung zur Präsentation der Ergebnisse im Oktober 2024).

5.1 Auftaktveranstaltung

Im März 2024 fand die öffentliche Auftaktveranstaltung zum Klimaschutzkonzept der Stadt Bad Schwartau statt. Rund 50 Interessierte tauschten sich über die geplante Vorgehensweise und ihre Ideen für den Klimaschutz in Bad Schwartau aus. Die Anwesenden wurden eingangs durch die Bürgermeisterin motiviert, sich aktiv in den Prozess der Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes für Bad Schwartau einzubringen. Der Klimaschutzmanager der Stadt stellte das Vorhaben mit Blick auf die klimarelevanten Handlungsfelder der Kommune näher vor.

Einen detaillierten Einblick in die Vorgehensweise bei der Beschreibung des Ist-Zustands, der Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz und der Potenziale zur Treibhausgaseinsparung gaben die Mitarbeitenden von der Hamburg Institut Consulting GmbH. Die Verantwortung zur fokussierten Umsetzung von Maßnahmen, die unmittelbar durch die Stadt Bad Schwartau beeinflusst werden können und so einen Beitrag zur Verringerung der Treibhausgasemissionen leisten können, wurde im Laufe des Abends deutlich hervorgehoben.

5.2 Fachworkshop Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die im Stadtgebiet vorhandenen Potenziale in Bereichen wie Energieerzeugung (u.a. Ausbau Freiflächen-Solaranlagen), Wärmeversorgung (u.a. Wärmenetzpotenziale), Energieeffizienz, Mobilität (Modal Split, Antriebswechsel) etc. quantifiziert. Die Ergebnisse stellen eine wichtige Vorarbeit für die Ableitung von Szenarien sowie die Erstellung des Maßnahmenplans dar.

In einem Fachworkshop wurden im Juni 2024 im Rathaus der Stadt die Ergebnisse der Potenzialanalyse durch die Hamburg Institut Consulting GmbH präsentiert. Eingeladen zu diesem Termin waren Vertreterinnen und Vertreter des Netzbetreibers TraveNetz, Stadtwerke Lübeck Mobil, Stadtwerke Lübeck Energie, NEUE LÜBECKER Norddeutsche Baugenossenschaft, des Betreibers des Wärmenetzes HanseWerk Natur, Schwartauer Werke, Städtische Betriebe Bad Schwartau und der Verwaltung (Bauamt, Ordnungsamt und Amt für Bildung, Sport, Soziales und Kultur).

Mit insgesamt 24 Teilnehmenden war die Resonanz auf den Fachworkshop sehr positiv. An die drei Themenblöcke Strom, Wärme und Mobilität schlossen sich jeweils Diskussionsrunden mit zahlreichen Redebeiträgen an, die wertvolle Ergänzungen und Hinweise für die weitere Beschreibung der Potenziale im Stadtgebiet lieferten.



5.3 Präsentation der Ergebnisse

Im Oktober 2024 wurden die Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes im Rahmen einer öffentlichen Abschlussveranstaltung mit etwa 25 Teilnehmenden im Rathaus präsentiert. Die Hamburg Institut Consulting GmbH stellte hierbei die Ergebnisse der THG-Bilanzierung, der Potenzialanalyse sowie die Klimaschutz- und Trend-Szenarien bis zum Jahr 2045 vor. Des Weiteren wurde der Entwurf des aus diesen Vorarbeiten abgeleiteten Maßnahmenkatalogs diskutiert. Im Nachgang der Veranstaltung folgten die schriftliche Ausarbeitung des Klimaschutzkonzeptes und die politische Beschlussfassung zur Umsetzung des Konzeptes in den entsprechenden Ausschusssitzungen im November 2024.



6 Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog enthält umsetzungsorientierte Maßnahmen, die vorrangig auf den Ergebnissen der Energie- und Treibhausgasbilanz sowie der Potenzialanalyse beruhen. Für die Ausarbeitung der Maßnahmen wurden darüber hinaus die Mitarbeitenden der Stadtverwaltung nach Vorschlägen für sämtliche Handlungsfelder befragt, Erfahrungen mit anderen Kommunen auf Kreis- und Landesebene ausgetauscht und der Umweltbeirat der Stadt konsultiert.

Kommunen sind wichtige Akteure im Klimaschutz – so liegt die Umsetzung vieler Klimaschutzmaßnahmen in kommunaler Hand, wie etwa die planerische Gestaltung und Begleitung des Ausbaus der erneuerbaren Energien, der Bau von Fahrradwegen oder auch Beratungs- und Informationsleistungen für die Bürgerinnen und Bürger. Jedoch werden die gesetzlichen Grundlagen und Förderprogramme für diese und weitere Maßnahmen auf übergeordneter Ebene festgelegt. Die Gesetzgebung der Europäischen Union, des Bundes sowie des Landes Schleswig-Holstein sind entscheidend für das Erreichen der Klimaziele der Stadt Bad Schwartau. So wurde etwa mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) sowie dem Verbrenner-Aus auf europäischer Ebene die Geschwindigkeit für die Transformation des Strom-, Wärme- und Mobilitätssektors festgelegt. Diese und weitere Rahmenbedingungen beeinflussen die Geschwindigkeit der Emissionsreduktion in Bad Schwartau maßgeblich. Ändern sich die Rahmenbedingungen auf übergeordneter Ebene, verschiebt sich auch der Handlungsspielraum der Stadt Bad Schwartau. Daher gilt es für Kommunen, die Rahmenbedingungen zu beobachten, um zügig mit zielgerichteten Klimaschutzmaßnahmen nachzusteuern und zusätzlich Möglichkeiten zu nutzen sowie Einfluss auf die Landes- und Bundespolitik auszuüben, um einen ambitionierten Klimaschutz voranzutreiben.

Darüber hinaus ist das Erreichen kommunaler Klimaziele abhängig von den individuellen Entscheidungen der Bürgerinnen und Bürger. Die Wahl in Bezug auf die Installation einer Photovoltaik-Anlage, die Umsetzung einer Gebäudesanierung oder die Verkehrsmittelnutzung liegen in den meisten Fällen in den Händen von Privatpersonen sowie Unternehmen in Bad Schwartau. Die Stadt sollte daher darauf hinwirken, den Bürgerinnen und Bürgern möglichst gute Informations- und Beratungsangebote sowie kommunale Rahmenbedingungen bereitzustellen, sodass diese mit ihrem Verhalten zum Erreichen der städtischen Klimaziele beitragen können.

Die Umsetzung der Maßnahmen ist zum Teil von personellen und finanziellen Ressourcen abhängig. Dies beinhaltet auch, dass die Verfügbarkeit einer anteiligen Finanzierung durch Förderprogramme für die Realisierung der Maßnahmen von erheblicher Bedeutung sein kann. Bei der Zusammenstellung und Auswahl des Maßnahmenkatalogs war der Aspekt der unmittelbaren Einflussmöglichkeit der Stadt Bad Schwartau auf die Umsetzung von zentraler Bedeutung. Bereiche mit hohen Einsparpotenzialen, wie Wärme, Strom und Mobilität standen zusammen mit dem Hervorheben des Vorbildcharakters der Stadt bei der Umsetzung von Klimaschutzprojekten im Vordergrund.

6.1 Beschreibung der Handlungsfelder

Im Klimaschutzkonzept werden die folgenden Handlungsfelder betrachtet:

1. Erneuerbare Energien
2. Mobilität
3. Wärme- und Kältenutzung
4. Kommunale Liegenschaften
5. Flächenmanagement
6. Anpassung an den Klimawandel
7. Private Haushalte



8. Abwasser und Abfall
9. Straßenbeleuchtung
10. Gewerbe, Dienstleistung und Handel
11. Beschaffungswesen

Der Maßnahmenkatalog umfasst insgesamt 26 Maßnahmen. Dieser enthält eine Übersicht über bedeutsame bereits umgesetzte Klimaschutzmaßnahmen und beschreibt Klimaschutzmaßnahmen für die kommenden Jahre, die kurz- (bis drei Jahre), mittel- (drei bis sieben) und langfristig (mehr als sieben Jahre) umgesetzt werden sollen. In den Maßnahmensteckbriefen werden die wesentlichen Ziele, die Maßnahmenbeschreibung und Erfolgsindikatoren aufgeführt. Des Weiteren enthalten die Maßnahmensteckbriefe folgende Inhalte:

- Entscheidende Akteure für die Umsetzung;
- Angaben zum Minderungspotenzial der Treibhausgas-Emissionen;
- Informationen zur Finanzierung und Folgekosten (ggf. Hinweis auf Fördermöglichkeiten);
- Wesentliche Handlungsschritte;
- Auswirkungen der Maßnahme auf weitere Bereiche;
- Unterstützende Faktoren;
- Risiken und Hemmnisse;
- Weiterführende Informationen.

Klimaschutzmaßnahmen stehen in der Regel nicht für sich alleine, sondern haben stets einen Einfluss auf andere Maßnahmen. Dies sollte bei der Bewertung der Maßnahmen berücksichtigt werden und diese nicht allein anhand des THG-Einsparpotenzials einzelner Maßnahmen erfolgen. Für einige Maßnahmen ist die Abschätzung des Minderungspotenzials für Treibhausgasemissionen nur schwer möglich. Dies ist beispielsweise für Maßnahmen der Fall, die im Bereich Information und Öffentlichkeitsarbeit anzusiedeln sind. Die Wirkung solcher Maßnahmen kann dennoch groß sein, da sie für einen dauerhaften gesellschaftlichen Wandel von erheblicher Bedeutung sein können.

Die beschriebenen Maßnahmen sind nicht als abschließend zu betrachten und sind im Laufe der Umsetzung fortlaufend zu evaluieren und bei Bedarf anzupassen und zu ergänzen. So ist beispielsweise bei Hinweisen zu Förderprogrammen zum Zeitpunkt der jeweiligen Maßnahnumsetzung zu beachten, dass sich diese stets wieder ändern können und nur als eine Einschätzung zum Zeitpunkt der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes zu betrachten sind. Auch würde die Planungstiefe jeweils deutlich erhöht, wenn Maßnahmen letztlich für die Umsetzung vorgesehen werden. Nach der erfolgten Beschlussfassung zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist die Realisierung erster Vorhaben ab Januar 2025 vorgesehen.

6.2 Maßnahmenkatalog

Bei zahlreichen der in Tabelle 8 aufgeführten Maßnahmen ist eine Zuordnung zu mehreren Handlungsfeldern möglich. Aufgrund der Übersichtlichkeit wurde auf die Zuordnung in unterschiedliche Handlungsfelder in der Tabelle verzichtet.



Tabelle 8: Maßnahmenkatalog.

Nr.	Maßnahme
1	Erneuerbare Energien
1.1	Installation von Photovoltaik-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften
1.2	Installation von Photovoltaik-Anlagen auf Parkplätzen
1.3	Installation von Photovoltaik-Anlagen auf Freiflächen
2	Mobilität
2.1	Ausbau und Optimierung der Radwegeinfrastruktur
2.2	Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs
2.3	Umstellung des Fuhrparks der Stadt auf Elektrofahrzeuge
2.4	Ausbau der Versorgungsinfrastruktur für die Elektromobilität
2.5	Fußgängerfreundliche Gestaltung des öffentlichen Raumes
2.6	Teilnahme am Stadtradeln
2.7	Verbesserung der Abstellmöglichkeiten für Fahrräder
3	Wärme- und Kältenutzung
3.1	Kommunale Wärme- und Kälteplanung
3.2	Erstellung einer Vorstudie zur Nutzung der Sole für die Wärmergewinnung
3.3	Einführung von Energiesparmodellen in Bildungseinrichtungen
4	Kommunale Liegenschaften
4.1	Reduzierung des Energiebedarfs kommunaler Liegenschaften
5	Flächenmanagement
5.1	Anlage eines Bürgerwaldes
5.2	Fortführung des Auenprojekts Schwartau
5.3	Klimaschutz in der Bauleitplanung
6	Anpassung an den Klimawandel
6.1	Klimaschutzmanagement verstetigen
6.2	Jährlicher Klimaschutzbericht der Stadt Bad Schwartau
6.3	Informationsangebote zum Hitzeschutz
7	Private Haushalte
7.1	Informationsangebote zu Energiesparmaßnahmen
7.2	Informationsangebote zu nachhaltigem Bauen
8	Abwasser und Abfall
8.1	Verringerung versiegelter Flächen im Stadtgebiet
9	Straßenbeleuchtung
9.1	Lichtpunktoptimierung im Stadtgebiet
10	Gewerbe, Dienstleistung und Handel
10.1	Einführung eines Reparaturbonus
11	Beschaffungswesen
11.1	Ausbau der umweltfreundlichen Beschaffung



6.2.1 Erneuerbare Energien

1.1 Installation von Photovoltaik-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften			
Handlungsfeld: Kommunale Liegenschaften, Erneuerbare Energien			
Ziel	Prüfung der Eignung und Installation weiterer Photovoltaik-Anlagen auf Dachflächen städtischer Liegenschaften.		
Beschreibung	<p>Die Dachflächen der kommunalen Liegenschaften stellen ein großes Potenzial zur Installation von Photovoltaik-Anlagen dar. Eine Nutzung aller geeigneten, kommunalen Dachflächen für die Produktion von Solarstrom wird angestrebt.</p> <p>Bislang hat die Stadt Bad Schwartau auf folgenden Liegenschaften Photovoltaik-Anlagen installiert: Gymnasium am Mühlenberg (95 kWp), Kita Wirbelwind (46 kWp), Leibniz Gymnasium, Rathaus (53 kWp). Zudem ist auf der Sporthalle der ESG eine Solarthermie-Anlage installiert (6-8 kW). Hierdurch liegen bereits umfangreiche Erfahrungen zu den Abläufen vor.</p> <p>Begleitend sind Informationsangebote für Bürgerinnen und Bürger vorzusehen, um diese zur Installation entsprechender Anlagen im privaten Bereich zu animieren.</p>		
Erfolgsindikatoren	Beschluss zum Bau einer Anlage, Prüfung der Statik, ggf. anschließende Dachsanierung, Installation der Anlage.		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	Kurz-/mittelfristig	Hoch Netto-Vermeidungsfaktor der Photovoltaik liegt bei 690 g CO ₂ eq/kWh	Finanzierung durch Eigenmittel oder Contractoren und Verpachtung der Dachflächen; Einspeisevergütung über das EEG; Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 – Investitionen zur energetischen Optimierung in Bildungsstätten sowie in Stätten der Jugendarbeit; Kosten für die Anlage auf dem Rathaus: 250.000 €, Amortisationszeit: 20 Jahre.
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Statiker, ggf. Contractoren, Fachfirmen zur Planung und Montage	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prüfung der Dachstatik 2. Planung der Größe der Anlagen und der Vergütungsmodelle 3. Detailplanung und Wirtschaftlichkeitsberechnung 4. Ggf. Sanierung der Dächer und Installation der Anlagen durch Fachbetriebe 		Betriebskosten
Weitere Effekte der Maßnahme	Die Installation von Photovoltaik-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften kann ein Positivbeispiel für Bürgerinnen und Bürger darstellen und zu vergleichbaren Maßnahmen im privaten Bereich motivieren. Laut Potenzialstudie liegen die Potenziale in Bad Schwartau für die Nutzung von Solarthermie bei 280.000 MWh/a und für Photovoltaik bei 77.000 MWh/a.		
Unterstützende Faktoren	Informations- und Beratungsangebote für Bürgerinnen und Bürger; Fördergelder auf Landes- oder Bundesebene.		
Risiken und Hemmnisse	Voraussetzung ist die Prüfung der Statik der jeweiligen Gebäude. Eine nachträgliche Installation nicht immer möglich.		
Weitere Informationen	<p>Kreis Ostholstein, 2024: Solardachkataster.</p> <p>Landeshauptstadt Kiel, 2023: Solarkataster S-H.</p> <p>Lauf et al., 2023: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2022.</p> <p>Stadt Bad Schwartau, 2024: Neue Photovoltaikanlage auf dem Rathausdach.</p>		



1.2 Installation von Photovoltaik-Anlagen auf Parkplätzen			
Handlungsfeld: Erneuerbare Energien, Flächenmanagement			
Ziel		Prüfung der Eignung und Installation von Photovoltaik-Anlagen auf Parkplätzen.	
Beschreibung		<p>Die Installation von Photovoltaik-Anlagen als Überdachung von Parkplätzen mit bietet folgende Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nutzung bereits versiegelter Flächen; - Verschattung parkender Fahrzeuge im Sommer; - der erzeugte Strom der Photovoltaik-Module kann in Kombination mit der entsprechenden Ladeinfrastruktur direkt genutzt werden; - z.T. große Parkplatzflächen in Bad Schwartau und damit potenziell viel Fläche, um Photovoltaik-Module zu installieren. <p>Laut der Potenzialanalyse können etwa 50 % einer Parkplatzfläche belegt werden. Für das Potenzial wurde durch das Hamburg Institut ein theoretisches Potenzial von 4.960 MWh/a und 6.613 kWp bei einer belegten Fläche von rund 33.000 m² beschrieben.</p>	
Erfolgsindikatoren		Prüfung der Eignung von Parkplätzen bezüglich der Installation von Photovoltaik-Anlagen; Installation der ersten Anlage.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	Mittelfristig	<p>Hoch</p> <p>Netto-Vermeidungsfaktor der Photovoltaik liegt bei 690 g CO₂ eq/kWh</p>	Einspeisevergütung im Rahmen des EEG
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Netzbetreiber		<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikation geeigneter Flächen 2. Finanzierungsberatung 3. Umsetzung 	Betriebskosten
Weitere Effekte der Maßnahme		Die Installation von Photovoltaik-Anlagen auf öffentlichen Parkplätzen kann ein Positivbeispiel für Unternehmen bzw. Bürgerinnen und Bürger darstellen und zu vergleichbaren Maßnahmen in entsprechenden Bereichen motivieren.	
Unterstützende Faktoren		Direkte Stromabnehmer vor Ort wären günstig; Begleitende Informationsangebote für Bürgerinnen und Bürger.	
Risiken und Hemmnisse		Höhe der Kosten; nachträgliche Installation mitunter schwierig.	
Weitere Informationen		<p>Landesportal Schleswig-Holstein, 2024: Strategie Photovoltaik-Anlagen auf Landesliegenschaften.</p> <p>Umweltbundesamt, 2024: Photovoltaik.</p>	



1.3 Installation von Photovoltaik-Anlagen auf Freiflächen			
Handlungsfeld: Erneuerbare Energien			
Ziel	Prüfung der Eignung und Installation von Photovoltaik-Anlagen auf Freiflächen.		
Beschreibung	<p>Der Ausbau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist nach der Photovoltaik-Strategie der Bundesregierung ein zentraler Bestandteil der Energiewende.</p> <p>Eine potenziell denkbare Fläche für die Errichtung einer Freiflächenanlage wäre die städtische Ackerfläche am Wohlfredder in Groß Parin.</p> <p>Die Möhring Energie Gruppe hat Ende 2022 Pläne für eine gemeinsam mit zwei Grundstückseigentümern zu errichtende Photovoltaik-Anlage vorgestellt. Interesse an der Realisierung des Projekts in Groß Parin auf ca. 55 ha landwirtschaftlicher Fläche ist von dieser Seite weiterhin vorhanden.</p>		
Erfolgsindikatoren	Auswahl einer geeigneten Fläche, Planung und Installation der Anlage.		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt), Flächeneigentümer	Mittelfristig	Hoch Netto-Vermeidungsfaktor Photovoltaik liegt bei 690 g CO ₂ eq/kWh	Abhängig von den Eigentumsverhältnissen der Flächen; Einspeisevergütung im Rahmen des EEG.
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Netzbetreiber	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikation geeigneter Flächen 2. Politischer Beschluss 3. Planung und Ausschreibung 4. Errichtung der Anlage 		Betriebskosten
Weitere Effekte der Maßnahme	Einnahmen für die Kommune durch Gewerbesteuern und 0,2 ct/kWh gemäß EEG § 6.		
Unterstützende Faktoren	Seit 2023 sind Agri-Photovoltaik-Anlagen (als mögliche Alternative zu Freiflächenanlagen) im Außenbereich privilegiert. Flächenkonkurrenzen soll so vorgebeugt werden.		
Risiken und Hemmnisse	<p>Beeinträchtigung natürlicher Lebensräume, stellt einen Eingriff in die Landschaft dar.</p> <p>Die Planung von größeren Freiflächenanlagen weisen im Vergleich mit Anlagen auf Dach- und Innenbereichsflächen einen höheren Planungs- und Genehmigungsaufwand auf. Nutzungskonflikte mit der Landwirtschaft, Gewerbegebietsentwicklung, Wohnungsbau etc. sind weitgehend zu minimieren. Der Schwerpunkt sollte auf Dach- und Innenbereichsflächen gelegt werden, wo zudem die Nutzung des Stroms am Ort der Erzeugung einfacher darstellbar ist.</p>		
Weitere Informationen	<p>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023: Photovoltaik-Strategie des BMWK.</p> <p>Möhring Energie Gruppe, 2022: Projektvorstellung Solarpark Bad Schwartau.</p> <p>Stiftung Umweltenergierecht, 2024: Privilegierung hofnaher Agri-PV-Anlagen als planungsrechtliche Stärkung von PV-Mehrfachnutzungen.</p>		



6.2.2 Mobilität

2.1 Ausbau und Optimierung der Radwegeinfrastruktur			
Handlungsfeld: Mobilität			
Ziel		Stärkung des Umweltverbundes durch die gezielte Verbesserung der Radwegeinfrastruktur.	
Beschreibung		<p>Um den Radverkehr innerhalb Bad Schwartaus attraktiver zu machen und die Quote der Radfahrenden am Verkehr insgesamt zu erhöhen, ist ein gut ausgebautes und optimiertes Radwegenetz eine grundlegende Voraussetzung, das Konfliktstellen minimiert und die Sicherheit und ein komfortables Fahren ermöglicht.</p> <p>Beispiele für fehlende Radwegführung: Auguststraße, Bahnhofstraße, Cleverhofer Weg, Hauptstraße, Hindenburgstraße, L309, Lübecker Straße, Stockelsdorfer Weg, Tremskamp.</p>	
Erfolgsindikatoren		Gebaute Radwegskilometer, Steigerung der Anzahl der Radfahrenden	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt, Ordnungsamt)	Mittelfristig/fortlaufend	Als Beitrag zur Verkehrsverlagerung von erheblicher Bedeutung	Bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für Radverkehrsinfrastruktur durch das BMWK (Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld (Kommunalrichtlinie))
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Beauftragter für Menschen mit Behinderung, Anwohnerinnen und Anwohner, Polizei, Stadtverkehr Lübeck		Stark abhängig von den jeweiligen Bedingungen vor Ort: teilweise Einrichtung von Schutzstreifen, anderswo Sanierung und Umgestaltung von Straßen und Nebenanlage notwendig	Instandhaltung (fällt jedoch größtenteils auch bei Fortführung der derzeitigen Nutzung in vergleichbarer Höhe an)
Weitere Effekte der Maßnahme		Verkehrsberuhigung, Schaffung barrierefreier Straßenräume, Verbesserung der Sicherheit des Fuß- und Radverkehrs	
Unterstützende Faktoren		<p>Es sollte eine möglichst weitreichende Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h erfolgen, um den Radverkehr im Mischverkehr zu erleichtern.</p> <p>Die Erstellung eines Fuß- und Radwegekonzeptes stellt eine umfassende Grundlage für mögliche Maßnahmen dar. Die Erstellung des Radverkehrskonzeptes in Stockelsdorf wird als Teil einer Steuerungsgruppe begleitet.</p>	
Risiken und Hemmnisse		Hohe Kosten; geplante Kürzungen der Städtebauförderung	
Weitere Informationen		<p>Cappel + Kranzhoff Stadtentwicklung und Planung GmbH, 2023: Vorbereitende Untersuchungen und integriertes städtebauliches Entwicklungskonzept „Cleverbrück“.</p> <p>complan Kommunalberatung GmbH, 2023: Vorbereitende Untersuchungen (VU) gem. § 141 BauGB mit integriertem städtebaulichen Entwicklungskonzept (ISEK).</p>	



2.2 Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs			
Handlungsfeld: Mobilität			
Ziel	Bereitstellung eines attraktiven öffentlichen Personennahverkehrs und dadurch Verringerung des Individualverkehrs.		
Beschreibung	Klimafreundliche und nachhaltige Mobilität hat das Ziel der Reduzierung des MIV und damit einhergehend die Verringerung des Flächen- und Ressourcenverbrauchs. Hierbei spielen der Ausbau und die Verbesserung des ÖPNV in Bad Schwartau eine wichtige Rolle. Des Weiteren ist eine enge Vernetzung der Mobilitätsangebote bedeutsam, um den Umstieg von verschiedenen Verkehrsmitteln möglichst sicher und komfortabel zu gestalten.		
Erfolgsindikatoren	Erhöhung der Verkehrsleistung des ÖPNV, Umsetzung der Maßnahmen aus „Vorbereitende Untersuchungen (VU) gem. § 141 BauGB mit integriertem städtebaulichen Entwicklungskonzept (ISEK)“ und „Vorbereitende Untersuchungen und integriertes städtebauliches Entwicklungskonzept „Cleverbrück“		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt, Ordnungsamt)	fortlaufend	Als Beitrag zur Verkehrsverlagerung von erheblicher Bedeutung	Zu Kostenschätzungen siehe Vorbereitende Untersuchungen (VU) gem. § 141 BauGB mit integriertem städtebaulichen Entwicklungskonzept (ISEK)
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Stadtwerke Lübeck Mobil, Kreis Ostholstein, Autokraft	Je nach Maßnahme		Je nach Maßnahme
Weitere Effekte der Maßnahme	Lärm- und Abgasreduzierung		
Unterstützende Faktoren	Ausweitung des Lümo-Angebots der Stadtwerke Lübeck Mobil bis Bad Schwartau ab Januar 2025; Einrichtung einer Parkraumbewirtschaftung würde die Nutzung der Busse attraktiver machen; Verlagerung des Standortes und Neubau des ZOB; Verknüpfung verschiedener Mobilitätsformen.		
Risiken und Hemmnisse	Ausbau der ÖPNV-Angebots nicht unmittelbar durch die Verwaltung steuerbar, Grad der Auslastung, steigende Betriebskosten		
Weitere Informationen	complan Kommunalberatung GmbH, 2023: Vorbereitende Untersuchungen (VU) gem. § 141 BauGB mit integriertem städtebaulichen Entwicklungskonzept (ISEK) .		



2.3 Umstellung des Fuhrparks der Stadt auf Elektrofahrzeuge			
Handlungsfeld: Mobilität			
Ziel		Nutzung von Elektrofahrzeugen für Dienstfahrten.	
Beschreibung		Im Zuge des Abschlusses neuer Leasing-Verträge ist der Umstieg der Verwaltung auf Elektrofahrzeuge (inkl. Einrichtung von Ladepunkten in den entsprechenden Garagen) im Jahr 2022 erfolgt. Für kurze Dienstfahrten im Stadtgebiet wurden zudem zwei E-Scooter im Jahr 2024 und drei Dienstfahräder angeschafft.	
Erfolgsindikatoren		Anzahl der ausgetauschten Fahrzeuge, Verringerung der CO ₂ -Emissionen.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung	bereits umgesetzt	Gering (aber wichtige Vorbildwirkung der Verwaltung) Der CO ₂ -Ausstoß bei einem VW ID.3 liegt bei 96 g/km gegenüber 160 g/km bei einem vergleichbaren Benziner. Die CO ₂ -Emissionen eines E-Scooters liegen bei rund 130 g/km.	Haushalt (Abschluss neuer Leasingverträge, nachdem die vorherigen ausgelaufen sind.)
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Keine		Bereits umgesetzt	Keine
Weitere Effekte der Maßnahme		Die Stadt geht als Vorbild voran.	
Unterstützende Faktoren		Förderung der Installation der Ladepunkte in den Garagen.	
Risiken und Hemmnisse		Keine	
Weitere Informationen		ADAC, 2024: VW ID.3 Pro S . ADAC, 2024: VW Golf 1.0 eTSI Life DSG . Statista GmbH, 2024: CO₂-Emissionen von E-Scootern im Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln im Jahr 2019 .	



2.4 Ausbau der Versorgungsinfrastruktur für die Elektromobilität			
Handlungsfeld: Mobilität; Gewerbe, Dienstleistung und Handel			
Ziel		Ziel ist der Ausbau eines flächendeckenden Angebots an Versorgungspunkten für batterieelektrische Fahrzeuge, um die Attraktivität der Nutzung zu steigern und dadurch zur Verringerung der Emissionen im Verkehrssektor beizutragen.	
Beschreibung		Derzeit gibt es laut Bundesnetzagentur 37 öffentlich zugängliche Ladeeinrichtungen in Bad Schwartau (Stand: Juli 2024). Die Wohngebiete von Bad Schwartau und Cleverbrück unterscheiden sich in Hinsicht der Unterstützung der Elektromobilität stark. Ziel ist es, Bereiche ohne die Möglichkeit für die Installation eigener Ladepunkte mit öffentlichen Lademöglichkeiten zu versorgen.	
Erfolgsindikatoren		Steigerung der Zahl öffentlich zugänglicher Ladeeinrichtungen im Stadtgebiet und Zunahme der Nutzung batterieelektrischer Fahrzeuge.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	mittelfristig	Abhängig von der daraus resultierenden Entwicklung der Zahl an Elektrofahrzeugen.	10.000-20.000 € für eine Ladesäule mit zwei 22 kW Anschlüssen; Förderung derzeit für Unternehmen im Rahmen des Programms „Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge II“
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Netzbetreiber, Stadtwerke Lübeck, Gewerbetreibende		Abstimmung zwischen Verwaltung und Netzbetreiber; ggf. Ausbau der Versorgungsinfrastruktur	Laufende Betriebskosten (Wartung, IT-System, Strombezug)
Weitere Effekte der Maßnahme		Mögliche Vorbehalte können durch ein flächendeckendes Angebot an Ladeinfrastruktur abgebaut werden.	
Unterstützende Faktoren		Erstellung eines Konzepts zur Etablierung einer kommunalen Infrastruktur für E-Ladesäulen, Öffentlichkeitsarbeit, Umsetzung weiterer Maßnahmen aus dem Bereich Mobilität.	
Risiken und Hemmnisse		Eine hinreichend leistungsfähige Netzinfrastruktur muss vorhanden sein.	
Weitere Informationen		Bundesnetzagentur, 2024: Elektromobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur . Emobicon, 2024: Ladeinfrastruktur: Was kostet der Betrieb einer öffentlichen Ladestation?	



2.5 Fußgängerfreundliche Gestaltung des öffentlichen Raumes			
Handlungsfeld: Mobilität			
Ziel		Gezielte Verbesserungen öffentlicher Räume für den Fußverkehr, die ein sicheres, barrierefreies und schnelles Vorankommen ermöglichen.	
Beschreibung		<p>Manche Fußwege in Bad Schwartau sind schmal, uneben und nicht barrierefrei. Ziel der Maßnahme ist die fortlaufende Verbesserung der Fußverkehrsanlagen.</p> <p>Die Potenzialanalyse für den Bereich Mobilität hat ergeben, dass der Fußverkehr im Umweltverbund derzeit unterrepräsentiert ist, sodass diese Maßnahme einen Beitrag zur Verbesserung dieses Punktes leisten kann.</p>	
Erfolgsindikatoren			
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt, Ordnungsamt)	Mittelfristig/fortlaufend	Als Beitrag zur Verkehrsverlagerung von erheblicher Bedeutung	Städtebauförderung
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Beauftragter für Menschen mit Behinderung, Seniorenbeirat		Auswahl besonders verbesserungswürdiger Wege, weitere Schritte stark abhängig von den jeweiligen Bedingungen vor Ort	Instandhaltung (fällt jedoch größtenteils auch bei Fortführung der derzeitigen Nutzung in vergleichbarer Höhe an)
Weitere Effekte der Maßnahme		Schaffung barrierefreier Straßenräume, Verbesserung der Sicherheit des Fuß- und Radverkehrs, Steigerung der Aufenthaltsqualität	
Unterstützende Faktoren		<p>Kurze Wege im Bereich der Innenstadt; Steigerung der Nutzung des ÖPNV, ggf. Verknüpfung mit weiteren Baumaßnahmen.</p> <p>Die Erstellung eines Fuß- und Radwegekonzeptes stellt eine umfassende Grundlage für mögliche Maßnahmen dar.</p>	
Risiken und Hemmnisse		Begrenzter Verkehrsraum, hohe Kosten	
Weitere Informationen		<p>Cappel + Kranzhoff Stadtentwicklung und Planung GmbH, 2023: Vorbereitende Untersuchungen und integriertes städtebauliches Entwicklungskonzept „Cleverbrück“.</p> <p>complan Kommunalberatung GmbH, 2023: Vorbereitende Untersuchungen (VU) gem. § 141 BauGB mit integriertem städtebaulichen Entwicklungskonzept (ISEK).</p>	



2.6 Teilnahme am Stadtradeln			
Handlungsfeld: Mobilität			
Ziel	Steigerung der Zahl der Fahrradfahrenden im Stadtgebiet. Als Nebeneffekt kann die fortlaufende Ermittlung von Verbesserungsbedarfen der Radverkehrsinfrastruktur gesehen werden.		
Beschreibung	Ziel beim Stadtradeln ist es, in einem vorgegebenen Zeitraum privat und beruflich möglichst viele Kilometer mit dem Fahrrad, Rollstuhl oder Handbike zurückzulegen. Über eine App können die gefahrenen Kilometer erfasst und so mit anderen Teilnehmenden verglichen werden.		
Erfolgsindikatoren	Jährliche Steigerung der Zahl der Teilnehmenden.		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung	kurzfristig	Als Beitrag zur Verkehrsverlagerung von Bedeutung; gut messbares THG-Minderungspotenzial (7 t CO ₂ -Reduktion durch über 40.000 gefahrene km in Bad Schwartau im September 2024).	aktuell Übernahme der Kosten durch den Kreis Ostholstein
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Kreis Ostholstein und teilnehmende Kommunen		Rücksprache mit den Organisatoren und Bewerbung der Aktion im Stadtgebiet	Jährliche Abstimmung mit dem Kreis; derzeit würde die Teilnahme bei Übernahme der Kosten durch die Stadt rund 1.000 € betragen
Weitere Effekte der Maßnahme	Beitrag zum Umstieg auf das Fahrrad für das Zurücklegen von alltäglichen Strecken.		
Unterstützende Faktoren	Hohe Zahl an Teilnehmenden (Personen in der Kommune und Kommunen insgesamt); geeignete Wahl des Durchführungszeitraums; Auslobung von Preisen, wie vom Kreis Ostholstein im Jahr 2024 für Vereine/Verbände.		
Risiken und Hemmnisse	keine		
Weitere Informationen	Klima-Bündnis, 2024: STADTRADELN .		



2.7 Verbesserung der Abstellmöglichkeiten für Fahrräder			
Handlungsfeld: Mobilität			
Ziel		Stärkung des Umweltverbunds durch die gezielte Verbesserung der Radwegeinfrastruktur.	
Beschreibung		Durch die Errichtung von Abstellmöglichkeiten (Anlehnbügel, Fahrradboxen) an geeigneten Standorten in Bad Schwartau wird die Attraktivität der Fahrradnutzung gesteigert. Die Kombination mit einer Ladestation für E-Bikes ist in Betracht zu ziehen.	
Erfolgsindikatoren		Installierte Abstellanlagen, Nutzungsintensität	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	Kurz-/mittelfristig	Gering, als Beitrag zur Verkehrsverlagerung von Bedeutung.	Bis zu 70 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für Bike+Ride Radabstellanlagen durch das BMWK.
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Unternehmen, Einzelhandel		Feststellung von Bedarfen; Auswahl geeigneter Standorte; Errichtung von Abstellanlagen.	Instandhaltung
Weitere Effekte der Maßnahme		Attraktivere Nutzung des ÖPNV bei Anlagen in der Nähe von Anschlusspunkten.	
Unterstützende Faktoren		Umsetzung weiterer Maßnahmen aus dem Bereich Mobilität.	
Risiken und Hemmnisse		gering	
Weitere Informationen		Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024: Maßnahmen zur Förderung klimafreundlicher Mobilität.	



6.2.3 Wärme- und Kältenutzung

3.1 Kommunale Wärme- und Kälteplanung			
Handlungsfeld: Wärme- und Kältenutzung			
Ziel		Erstellung eines kommunalen Wärme- und Kälteplans für das Stadtgebiet von Bad Schwartau.	
Beschreibung		Die Stadt Bad Schwartau ist nach dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) als Stadtrandkern 1. Ordnung zur Aufstellung eines kommunalen Wärme- und Kälteplans bis Dezember 2027 verpflichtet. Die Umsetzung dieser Maßnahme ist zum 01.07.2024 begonnen worden und soll bis Ende Dezember 2025 abgeschlossen werden.	
Erfolgsindikatoren		Vergabe des Auftrags, Durchführung öffentlicher Veranstaltungen, Erstellung des Wärmeplans	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	in der Umsetzung	Unmittelbar gering, in der Folge bei geänderte Wärmeversorgung hoch.	Haushalt und Konnexitätsmittel des Landes Schleswig-Holstein
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Externe Dienstleister (Averdung Ingenieure und Berater GmbH, ZEBAU GmbH), Stadtwerke Lübeck, Hansewerk Natur		1. Vergabe des Auftrags 2. Datenbeschaffung 3. Organisation öffentlicher Veranstaltungen 4. Erstellung des Wärmeplans	Ggf. in der Folge bei Realisierung von Projekten.
Weitere Effekte der Maßnahme		Übersicht, wo zukünftig dezentrale Lösungen gefunden werden müssen und zusätzliche Erkenntnisse für die Machbarkeit potenzieller weiterer Wärmenetze im Stadtgebiet.	
Unterstützende Faktoren		Beratungsangebote zu dezentralen Lösungen der Wärmeversorgung durch die Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein; Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur energetischen Nutzung der Sole für 2025 geplant.	
Risiken und Hemmnisse		Voraussichtlich großes öffentliches Interesse an den Ergebnissen zu potenziellen Wärmenetzen, was ggf. zu Unmut führen kann, wenn solche nicht realisierbar sind.	
Weitere Informationen		Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB.SH), 2024: Kommunale Wärmeplanung .	



3.2 Erstellung einer Vorstudie zur Nutzung der Sole für die Wärme- und Kältegewinnung			
Handlungsfeld: Wärme- und Kältenutzung			
Ziel		Untersuchung, ob in Bad Schwartau die Sole in einer Tiefe von ca. 300 m mithilfe einer Wärmepumpe für den Betrieb eines Nahwärmesystems potenziell geeignet ist.	
Beschreibung		Als Begleitung der kommunalen Kälte- und Wärmeplanung, die in der Zeit von Juli 2024 bis Dezember 2025 durchgeführt wird, wird eine Machbarkeitsstudie zur energetischen Nutzung der Sole im Bereich der Holstein Therme in Auftrag gegeben.	
Erfolgsindikatoren		Durchführung einer Machbarkeitsstudie und Kenntnis, ob die wirtschaftliche Nutzung der Sole zur Energiegewinnung potenziell möglich ist.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	kurzfristig	hoch (im Fall der Realisierung eines Projektes)	50 % der förderfähigen Kosten im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW); Modul 1 – Transformationspläne und Machbarkeitsstudien
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Ingenieurbüro		Ausschreibung und anschließende Beauftragung eines Ingenieurbüros zur Erstellung einer Vorstudie	Ggf. bei Realisierung eines entsprechenden Wärmenetzes.
Weitere Effekte der Maßnahme		Zusätzliche Erkenntnisse für die Machbarkeit potenzieller weiterer Wärmenetze im Stadtgebiet.	
Unterstützende Faktoren		Als flankierende Maßnahme der kommunalen Wärme- und Kälteplanung.	
Risiken und Hemmnisse		Keine, da zunächst nur eine Vorstudie durchgeführt würde.	
Weitere Informationen		Agora Energiewende, 2023: Roll-out von Großwärmepumpen in Deutschland .	



3.3 Einführung von Energiesparmodellen in Bildungseinrichtungen			
Handlungsfeld: Anpassung an den Klimawandel; Wärme- und Kältenutzung			
Ziel		Einführung von Energiesparmodellen in Bildungseinrichtungen gemeinsam mit der Gemeinde Stockelsdorf.	
Beschreibung		Einführung von Energiesparmodellen in Schulen und Kindertagesstätten. Im Rahmen der Vorhaben werden Kinder, Jugendliche und Beschäftigte der Einrichtungen motiviert und fachlich begleitet, aktiv zum Klimaschutz beizutragen. Neben der Schulung von Gebäudeverantwortlichen, werden sogenannte Energieteams gemeinsam mit den Kindern und Jugendlichen gebildet. Diese erheben, kontrollieren und vergleichen gemeinsam die Verbrauchsdaten in den Kita- oder Schulgebäuden, erarbeiten Einsparmaßnahmen und setzen diese um, um den Energie- und Wasserverbrauch zu senken und weniger Abfall zu produzieren.	
Erfolgsindikatoren		Verringerung des Energie- und Wasserverbrauchs, Reduzierung des Abfallaufkommens	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Gemeinsame Einrichtung der Stelle mit der Gemeinde Stockelsdorf	kurzfristig	Abhängig von der Höhe der Verringerung des Wärme- und Strombedarfs (bis ca. 20 % des bisherigen Verbrauchs)	Förderung von 70 % der förderfähigen Gesamtausgaben im Rahmen der Kommunalrichtlinie (Ausgaben für Fachpersonal, welches im Rahmen des Vorhabens zusätzlich beschäftigt wird (bis zu vier Jahre))
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Bildungseinrichtungen in Bad Schwartau und Stockelsdorf, Politik		Abstimmung mit der Gemeinde Stockelsdorf, Abstimmung mit den Bildungseinrichtungen, Umsetzungsbeschlüsse beider Kommunen, Beantragung von Fördermitteln	Ggf. bei Fortführung über die Zeit der Förderung hinaus
Weitere Effekte der Maßnahme		Langfristige Sensibilisierung der Kinder für Themen des Klimaschutzes.	
Unterstützende Faktoren		Begleitende Öffentlichkeitsarbeit, um Eltern, Lehrkräfte sowie Hausmeister zu informieren und aktivieren.	
Risiken und Hemmnisse		Finanzierung einer entsprechenden Stelle.	
Weitere Informationen		Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024: Einführung und Umsetzung von Energiesparmodellen.	



6.2.4 Kommunale Liegenschaften

4.1 Reduzierung des Energiebedarfs kommunaler Liegenschaften			
Handlungsfeld: Kommunale Liegenschaften			
Ziel	Senkung des Energiebedarfs kommunaler Liegenschaften durch energetische Modernisierungsmaßnahmen der Gebäude und eine effizientere Energienutzung. Ein übergeordnetes Energiemanagement dient dazu, die Modernisierung der Liegenschaften systematisch zu erfassen und die Effekte der durchgeführten Maßnahmen mittels konkreter Zahlen darstellen zu können.		
Beschreibung	<p>Die energetische Modernisierung der kommunalen Liegenschaften und die damit einhergehende Verringerung des Energiebedarfs für die Beheizung der Gebäude birgt ein großes Einsparpotenzial. Der Wärmebedarf unterscheidet sich zumeist wesentlich von dem von Wohnungsbauten. Die Raumtemperaturen sind stark abhängig von der Nutzung der Gebäude. Zukünftig rücken unter Umständen bei einigen der Nutzungen ein zusätzlicher Kühlbedarf für einzelne Nutzungsbereiche oder Nutzungsperioden in den Fokus.</p> <p>Als Orientierung der vorrangig zu modernisierenden Liegenschaften dient der durch die Fa. sumbi Ingenieure erstellte Jahresenergiebericht für das Jahr 2022 und die darin empfohlenen Maßnahmen. Die Energieverbräuche der Liegenschaften werden jährlich in einem Energiebericht zusammengefasst.</p>		
Erfolgsindikatoren	Umgesetzte Maßnahmen, Verringerung des Energiebedarfs		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	fortlaufend	hoch	Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 - Energetische Optimierung öffentlicher Infrastrukturen; Kommunalrichtlinie
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Hausmeister, Energieberatungen	Optimierung der Verbrauchserfassung und Etablierung regelmäßiger Energieberichte; Entwicklung eines Sanierungsfahrplans; Planung und Umsetzung der Maßnahmen		Abhängig von den ausgewählten Maßnahmen
Weitere Effekte der Maßnahme	Die Modernisierungen kommunaler Liegenschaften können Positivbeispiele für Bürgerinnen und Bürger darstellen, um diese ebenfalls zu vergleichbaren Maßnahmen im privaten Bereich zu motivieren.		
Unterstützende Faktoren	Verfügbarkeit von Fördermitteln		
Risiken und Hemmnisse	Höhe der Investitionskosten		
Weitere Informationen	<p>IB.SH, 2024: Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 – Energetische Optimierung öffentlicher Infrastrukturen.</p> <p>Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH, 2024: Klimaschutzinitiative – Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld (Kommunalrichtlinie).</p>		



6.2.5 Flächenmanagement

5.1 Anlage eines Bürgerwaldes			
Handlungsfeld: Flächenmanagement			
Ziel	Gemeinschaftliche Bepflanzung einer städtischen Fläche.		
Beschreibung	<p>Die Fläche neben den Kleingärten am Küsterholz wurde mithilfe finanzieller Förderung bereits wieder aufgeforstet. Zuvor stand auf dieser Fläche eine über die Jahre durchgewachsene, halb abgestorbene Weihnachtsbaumkultur. Der bislang noch nicht bepflanzte Teil der Freifläche bietet sich beispielsweise für die Anlage eines Bürgerwaldes an.</p> <p>Bei der Auswahl der Baumarten ist auf klimaresistente, nicht invasive Arten zu achten.</p> <p>Als Form der Bepflanzung ist eine waldartige Flächenbepflanzung denkbar oder aber die Pflanzung von gespendeten Einzelbäumen zu Anlässen wie Taufen oder Hochzeiten.</p>		
Erfolgsindikatoren	Zahl der Teilnehmenden; Anzahl gepflanzter Bäume.		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	kurzfristig	Gering (ca. 4 t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹ durch die Zunahme des Holzvorrates), da geeignete Flächen im Stadtgebiet begrenzt sind.	Ca. 15.000 € pro ha (Pflanzen, Pflanzung, Flächenvorbereitung, Pflege, Zaunbau); Förderprogramme (Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz, Natürlicher Klimaschutz in Kommunen (jeweils 80 % der förderfähigen Ausgaben als Zuschuss)); bei einzelnen Bäumen durch Spenden (ca. 300 €, wobei Kosten abhängig etwa von der Baumart und Größe, Pflegekosten müssen abgedeckt werden).
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Flächeneigentümer, Förster, Umweltbeirat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beantragung von Fördermitteln (bei kompletter Aufforstung der Fläche); 2. Planung des Ablaufes und der Gestaltung der Fläche; 3. Auswahl geeigneter Baumarten; 4. Beschaffung der Pflanzen und des Materials; 5. Bepflanzung im Rahmen eines Aktionstages. 		Mahd in den ersten drei Jahren bis die Bäume groß genug sind und nicht mehr überwuchert werden; Wässern; Baumschnitt und Kontrolle etwa alle fünf Jahre; Freihaltung der Wege.
Weitere Effekte der Maßnahme	Möglichkeit der direkten Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger.		
Unterstützende Faktoren	Auswahl von Flächen, die nicht als Baugebiet vorgesehen sind.		
Risiken und Hemmnisse	Erfolg bei der Beantragung von Fördermitteln; bei Einzelbaumspenden geringerer Interessentenkreis möglich.		
Weitere Informationen	Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz, 2024: FAQ Kohlenstoffspeicher Wald und Holz in Zahlen .		



5.2 Fortführung des Auenprojekts Schwartau			
Handlungsfeld: Flächenmanagement; Anpassung an den Klimawandel			
Ziel	Fortführung des Auenprojekts über den Bereich östlich der Ortschaft Groß Parin bei Station 4+750 hinaus.		
Beschreibung	Herstellung naturnaher Gewässerstrukturen und vielfältiger Strömungsverhältnisse im Bereich östlich der Ortschaft Groß Parin bei Station 4+750 bis zur Mündung.		
Erfolgsindikatoren	Verbesserung der Vernetzung von Gewässer und Talraum, Anbindung von Altarmen, verbesserte Gewässerstruktur durch unterschiedliche Strömungsverhältnisse, Entwicklung von wertvollen Auenlebensräumen.		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Wasser- und Bodenverband, Kreis Ostholstein	langfristig	gering	Förderung entsprechend des vorangegangenen Projekts im Rahmen des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) ist zu prüfen. Es ist zu prüfen, ob die Projekte als Ersatz-/ Ausgleichsmaßnahmen von Dritten finanziert werden können, z.B. von der DB für die Baumaßnahmen im Stadtgebiet.
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Verwaltung	Abstimmung und Planung als wesentliche Voraussetzung		
Weitere Effekte der Maßnahme	Gutes Beispiel für die Umweltbildung vor Ort.		
Unterstützende Faktoren	Begrenzte Größe der Flächen.		
Risiken und Hemmnisse	Auswirkungen auf das derzeitige Wegenetz im Bereich des Kurparks und der Riesebuschwiesen; Eigentumsverhältnisse der angrenzenden Flächen.		
Weitere Informationen	WBV Schwartau, 2023: Das Auenprojekt Schwartau .		



5.3 Klimaschutz in der Bauleitplanung			
Handlungsfeld: Anpassung an den Klimawandel; Flächenmanagement; Erneuerbare Energien			
Ziel	Umsetzung von Aspekten des Klimaschutzes und der Klimaanpassung bei der zukünftigen Siedlungsgestaltung.		
Beschreibung	Der Bau neuer Gebäude prägt die Siedlungs- und Bebauungsstruktur für die kommenden Jahrzehnte. Die Bauweise der Gebäude und die Gestaltung der umliegenden Flächen wirken sich langfristig auf die Höhe der THG-Emissionen, Entwässerungsmaßnahmen, Ökosysteme und Anwohnerinnen und Anwohner aus. Zukünftige Bebauungspläne für Gewerbegebiete und den Wohnungsbau sollen daher eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung sicherstellen und zur Förderung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung beitragen. Die Stadt Bad Schwartau kann durch Vorgaben in Bebauungsplänen ihren Einfluss auf eine klimafreundliche Gestaltung neuer Gebäude- und Siedlungsstrukturen geltend machen. Eine standardisierte Festsetzung, beispielsweise zur Dach- und Fassadenbegrünung oder Anpflanzungsmaßnahmen für größere versiegelte Flächen, soll ausgearbeitet werden, um entsprechende Klimaschutzmaßnahmen für zukünftige Vorhaben in geeigneter Weise vorzugeben.		
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> - Festlegung von Klimaschutzstandards in der Bauleitplanung - Erfolgreiche Gespräche mit Investoren - Umfang der berücksichtigten Maßnahmen des Klimaschutzes in den Bereichen Wärme, Energie, Gebäudehülle und Mobilität 		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	kurzfristig	Mittel	Förderprogramme entsprechend der aktuellen Förderkulisse der KfW und der IB.SH
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Bauträger, Netzversorger	<ol style="list-style-type: none"> 1. Frühzeitige Festlegung von Kriterien 2. Beschluss des Bebauungsplans 3. Umsetzung 4. Überprüfung der Einhaltung der Vorgaben 		
Weitere Effekte der Maßnahme	Erfolgreich durchgeführte Projekte mit Vorbildcharakter sind hervorzuheben.		
Unterstützende Faktoren	Gesteigertes Bewusstsein durch zunehmende Temperaturen bezüglich der Notwendigkeit von Maßnahmen zur Klimaanpassung.		
Risiken und Hemmnisse	Mögliche Vorbehalte gegenüber bestimmten Maßnahmen; Befürchtungen gegenüber möglichen Preissteigerungen.		
Weitere Informationen	Bremer Energie-Konsens GmbH, 2019: Leitfaden zur Erstellung von Klimaschutzsiedlungen in Bremen und Bremerhaven . Umweltbundesamt, 2020: Klimaanpassung in der räumlichen Planung .		



6.2.6 Anpassung an den Klimawandel

6.1 Klimaschutzmanagement verstetigen			
Handlungsfeld: Anpassung an den Klimawandel			
Ziel		Fortführung des Klimaschutzmanagements über die Dauer des Erstvorhabens hinaus.	
Beschreibung		<p>Im direkten Anschluss an das „Erstvorhaben Klimaschutzkonzept und Klimaschutzmanagement“ wird die dauerhafte Besetzung der Stelle des Klimaschutzmanagers oder die Beantragung von Fördergeldern für ein „Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement“ mit einer Laufzeit von drei Jahren über die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH empfohlen. Hierbei werden Ausgaben für Fachpersonal, welches im Rahmen des Vorhabens zusätzlich beschäftigt wird, externe Dienstleister für Prozessunterstützung sowie Materialien für begleitende Öffentlichkeitsarbeit gefördert. Der Zuschuss beträgt 40 % der förderfähigen Gesamtausgaben. Ein entsprechender Förderantrag ist spätestens ein halbes Jahr vor Abschluss der Förderzeitraums des Erstvorhabens bei der ZUG zu stellen.</p> <p>Im Nachgang des Anschlussvorhabens soll die Stelle unbefristet und ohne Förderung verstetigt werden.</p>	
Erfolgsindikatoren		Antragstellung, Förderzusage	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung	Kurzfristig		40 % der förderfähigen Gesamtausgaben über die ZUG, städtischer Haushalt
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Kommunalpolitik (Beschlussfassung)		1. Beschlussvorlage; 2. Politischer Beschluss; 3. Förderantrag stellen.	Bei Entfristung/Verstetigung des Klimaschutzmanagements.
Weitere Effekte der Maßnahme		Umsetzung des im Klimaschutzkonzept erarbeiteten und beschlossenen Maßnahmenkatalogs.	
Unterstützende Faktoren		Klimaschutz ist eine langfristige Aufgabe der Kommune. Eine Entfristung der Stelle würde hierbei eine unabhängige Bearbeitung des Themas von Vorgaben seitens des Projektträgers ermöglichen.	
Risiken und Hemmnisse		Dauer der Bearbeitung des Förderantrags seitens des Fördermittelgebers (Antragstellung bis spätestens 01/2025).	
Weitere Informationen		Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024: Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement .	



6.2 Jährlicher Klimaschutzbericht der Stadt Bad Schwartau			
Handlungsfeld: Anpassung an den Klimawandel			
Ziel		Erstellung eines jährlichen Klimaschutzberichtes und Präsentation eines Sachstandsberichts im Ausschuss für Umwelt und Verkehr.	
Beschreibung		Die jährliche Verfassung eines Sachstandsbericht zu den umgesetzten Maßnahmen dient nicht nur der Politik, sondern stellt auch für die interne Erfolgskontrolle und Dokumentation eine übersichtliche Grundlage dar.	
Erfolgsindikatoren		Vorlage des Berichts	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	fortlaufend		Personalkosten
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Keine		Bericht über die erfolgten Maßnahmen jeweils zum Jahresende.	
Weitere Effekte der Maßnahme		Information der politischen Vertreterinnen und Vertreter.	
Unterstützende Faktoren		Übersichtliche Aufbereitung der Informationen für die Webseite der Stadt.	
Risiken und Hemmnisse		keine	
Weitere Informationen			



6.3 Informationsangebote zum Hitzeschutz			
Handlungsfeld: Anpassung an den Klimawandel			
Ziel		Sensibilisierung der Bürgerinnen und Bürger, insbesondere vulnerabler Gruppen, zur Ergreifung von Schutzmaßnahmen an heißen Tagen.	
Beschreibung		<p>Angesichts der zunehmenden Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen werden aktuelle Informationen für den Hitzeschutz im Sommer bereitgestellt.</p> <p>Hohe Temperaturen und Hitzewellen können gravierende Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Besonders gefährdete Gruppen wie ältere Menschen, Kinder, chronisch Kranke und Personen mit eingeschränkter Mobilität benötigen bei Hitzeperioden besondere Aufmerksamkeit und Pflege. Fundierte Informationen und praxisnahe Tipps werden aufbereitet, um optimal auf diese Herausforderungen reagieren zu können.</p> <p>Denkbar ist beispielsweise eine Informationsveranstaltung mit dem Ärztenetz Eutin-Malente e.V. und der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein im Frühjahr.</p>	
Erfolgsindikatoren		Regelmäßige Informationsangebote	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung	fortlaufend		Personalkosten
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Ärztenetz Eutin-Malente e.V., Verbraucherzentrale		Auswahl passender Informationsangebote; Bereitstellung der Informationen	keine
Weitere Effekte der Maßnahme		Gesundheitsvorsorge	
Unterstützende Faktoren		Kontaktherstellung zum Ärztenetz Eutin-Malente e.V. ist bereits erfolgt.	
Risiken und Hemmnisse		keine	
Weitere Informationen		<p>Ärztenetz Eutin-Malente e.V., 2024: Hitze und Gesundheit.</p> <p>Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein e.V., 2024: Hitzeschutz im Sommer – einfache Tipps für zu Hause.</p>	



6.2.7 Private Haushalte

7.1 Informationsangebote zu Energiesparmaßnahmen für private Haushalte			
Handlungsfeld: Private Haushalte			
Ziel		Erschließung von Sanierungspotenzialen durch Informationsangebote zu Energiesparmaßnahmen.	
Beschreibung		<p>Im Sektor der privaten Haushalte verursacht der Bereich der Wärmeenergie die größten CO₂-Emissionen. Um dieses hohe Minderungspotenzial zu adressieren, sollen Informationsangebote Möglichkeiten für Sanierungsmaßnahmen der Gebäude und anderweitige Möglichkeiten zur Verringerung des Energiebedarfs aufzeigen. Informationen zu Einsparmöglichkeiten beim Stromverbrauch sind ebenfalls Bestandteil dieser Maßnahme.</p> <p>Die oftmals hohen Investitionskosten von Sanierungsmaßnahmen können zunächst eine abschreckende Wirkung haben. Bedeutsam ist es daher, über Einsparpotenziale und Fördermöglichkeiten zu informieren.</p>	
Erfolgsindikatoren		Durchgeführte Informationsveranstaltungen, Zahl der Teilnehmenden.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	fortlaufend	Bei hieraus resultierenden Sanierungen hoch.	Ggf. für externe Referentinnen/Referenten.
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Verbraucherzentrale, Verwaltung (Öffentlichkeitsarbeit)		Abstimmung eines geeigneten Formats, öffentlichkeitswirksame Ansprache, Durchführung der Veranstaltungen	keine
Weitere Effekte der Maßnahme		Beispielsweise die kommunale Wärmeplanung (geplanter Zeitraum: 07/2024-12/2025) bietet thematisch eine günstige Gelegenheit mit dieser Informationsangebote zu verknüpfen.	
Unterstützende Faktoren		Aufbereitung der Informationen für die Webseite der Stadt.	
Risiken und Hemmnisse		Mögliche Vorbehalte der Gebäudeeigentümer/-innen.	
Weitere Informationen		Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein, 2024: Energieberatung der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein .	



7.2 Informationsangebote zu nachhaltigem Bauen für private Haushalte			
Handlungsfeld: Private Haushalte			
Ziel		Nachhaltigeres Bauen durch Informationsangebote zu klimafreundlichen Alternativen zu konventionellen Baustoffen.	
Beschreibung		Für das Erreichen des Ziels der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 muss auch der Gebäudebestand bis zu diesem Jahr weitgehend klimaneutral werden. Einen Beitrag hierzu kann das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen leisten, worunter das Bauen mit Holz und anderen Werkstoffen auf pflanzlicher und tierischer Basis zusammengefasst werden.	
Erfolgsindikatoren		Durchgeführte Informationsveranstaltungen, Zahl der Teilnehmenden.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	kurzfristig	Bei hieraus resultierenden Bauvorhaben/Sanierungen hoch.	Haushalt
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Verbraucherzentrale, (Öffentlichkeitsarbeit)	Verwaltung	Abstimmung eines geeigneten Formats, öffentlichkeitswirksame Ansprache, Durchführung der Veranstaltungen	Ggf. Kosten der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit.
Weitere Effekte der Maßnahme		Die Ausweisung neuer Baugebiete (Bollbrüch) bietet eine günstige Gelegenheit, entsprechende Informationsangebote daran anzuknüpfen.	
Unterstützende Faktoren		Einsatz entsprechender Maßnahmen bei städtischen Liegenschaften zwecks Vorbildcharakter. Anschließende Aufbereitung der Informationen für die Webseite der Stadt.	
Risiken und Hemmnisse		Mögliche Vorbehalte der Gebäudeeigentümer.	
Weitere Informationen		Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2024: Informationsportal Nachhaltiges Bauen . Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2023: Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen .	



6.2.8 Abwasser und Abfall

8.1 Verringerung versiegelter Flächen im Stadtgebiet			
Handlungsfeld: Flächenmanagement; Private Haushalte; Abwasser und Abfall; Anpassung an den Klimawandel			
Ziel		Verringerung versiegelter Flächen im Stadtgebiet und dadurch Rückhaltung und lokale Speicherung von Regenwasser statt es direkt abzuführen und in die Kanalisation zu leiten.	
Beschreibung		<p>Die Freihaltung unbefestigter Flächen und Entsiegelung bisher unnötig befestigter Flächen leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung. Entsprechende Flächen können Niederschlagswasser filtern und längere Zeit speichern. Versiegelte Flächen können hingegen die Anreicherung von Grundwasser verhindern und Überschwemmungsereignisse begünstigen. Die begünstigte Entstehung von Hitzeinseln durch versiegelte Flächen kann bei hohen Temperaturen zudem die Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger gefährden.</p> <p>Durch Umsetzung der Maßnahme soll der Versiegelungsgrad auf Parkplätzen, Gehwegen, Straßen und in verkehrsberuhigten Zonen möglichst gering gehalten werden. Bestehende Flächen sollen nach Möglichkeit für Grünstreifen zurückgebaut und bestehende Grünflächen aufgewertet werden.</p>	
Erfolgsindikatoren			
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung, Städtische Betriebe	mittelfristig	Gering, aber bedeutsame Anpassung an den Klimawandel	Landesprogramm Wirtschaft 2021-2027 – Altlastensanierung und Flächenrevitalisierung (Zuschuss bis zu 60 %)
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
Politik, Private Haushalte		Prüfung von konkreten Flächen, ob eine Entsiegelung möglich ist; Durchführung der Entsiegelung;	Pflegemaßnahmen
Weitere Effekte der Maßnahme		Entlastung der Kanalisation.	
Unterstützende Faktoren		Öffentliche Informationsveranstaltung zu Möglichkeiten von Entsiegelungsmaßnahmen im privaten und öffentlichen Bereich.	
Risiken und Hemmnisse		Die Entsiegelung von Flächen hat viele Vorteile, kann jedoch auch zu einem steigenden Unterhaltungsaufwand führen.	
Weitere Informationen		<p>Our Common Future Consulting, 2021: Aktiv bei Starkregen.</p> <p>Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e.V. 2024: Klimakoffer.nrw – Entdecke dein Klimawerkzeug!</p>	



6.2.9 Straßenbeleuchtung

9.1 Lichtpunktoptimierung im Stadtgebiet			
Handlungsfeld: Straßenbeleuchtung			
Ziel		Umstellung der Straßenbeleuchtung auf eine auf LED-Beleuchtung und Vereinheitlichung der Leuchttechnik.	
Beschreibung		<p>Insgesamt wurden 2.279 Leuchtstellen mit insgesamt 2.392 Leuchten erfasst, verifiziert und vermessen. Es wurde eine Vielzahl verschiedener Leuchtentypen im Stadtgebiet festgestellt. Dieser Sachverhalt ist nicht zuletzt mit Blick auf die Ersatzteilversorgung problematisch. Der Anteil an LED Systemleuchten liegt mit 531 Stück bereits bei ca. 22 %. Allerdings werden hier im Rahmen der Masterplanung viele Leuchten aus dem System entnommen werden müssen.</p> <p>Die Straßenbeleuchtung wird auf eine auf LED-Beleuchtung mit einer einheitlichen Leuchttechnik und einem einheitlichen Leuchtkörper im gesamten Stadtgebiet umgestellt. Dies umfasst bei Bedarf auch den Austausch von Leuchtmasten.</p>	
Erfolgsindikatoren		Anzahl der ausgetauschten Leuchten,	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung (Bauamt)	bereits in der Umsetzung	Hoch Verringerung der Treibhausgasemissionen um mindestens 50 % zu den bisherigen Leuchten.	Gesamtkosten in Höhe von 1,26 Millionen € (Förderquote 40 %)
Weitere Akteure	Handlungsschritte	Folgekosten	
Keine	Zuwendungen aus der Nationalen Klimaschutzinitiative bereits bewilligt.	Betriebskosten können durch die Vereinheitlichung der Leuchten verringert werden. Lange Lebensdauer der LED-Leuchten reduziert die Wartungs- und Ersatzteilkosten.	
Weitere Effekte der Maßnahme		Die Stadt geht als Vorbild voran und rüstet umfassend auf LED-Beleuchtung um. Der Grad der Lichtverschmutzung wird weitgehend minimiert.	
Unterstützende Faktoren		Energieeinsparungen tragen zur Wirtschaftlichkeit der Maßnahme bei.	
Risiken und Hemmnisse		Da die Fördermittel bereits bewilligt wurden, sind die Risiken gering.	
Weitere Informationen		<p>der reporter, 2024: Stadt erhält Zuwendungen vom Bund für Sanierung der Straßenbeleuchtung.</p> <p>Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2020: Planungshilfe LED-Straßenbeleuchtung.</p> <p>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2024: Sanierung von Außen- und Straßenbeleuchtung.</p>	



6.2.10 Gewerbe, Dienstleistung und Handel

10.1 Einführung eines Reparaturbonus			
Handlungsfeld: Gewerbe, Dienstleistung und Handel; Private Haushalte			
Ziel	Schärfung des Bewusstseins, dass technische Geräte und Kleidung oftmals mittels relativ geringer Reparaturen weiter genutzt werden können und so zu einer Verringerung des Ressourcenverbrauchs beitragen.		
Beschreibung	<p>In Kooperation mit der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein ist zu prüfen, unter welchen Rahmenbedingungen ein Reparaturbonus in Bad Schwartau eingeführt werden kann. Eine Vernetzung mit dem Reparatur-Café Bad Schwartau ist hierbei denkbar.</p> <p>Als Vorbild für diese Maßnahme sind bspw. die Verbraucherzentrale und das Land Thüringen (siehe: https://www.reparaturbonus-thueringen.de/) zu nennen. Dort wird nach Antragstellung ein Reparaturbonus gezahlt, um defekte Gegenstände und Geräte zu reparieren und einen Neukauf damit zu vermeiden. Die Reparatur von Kleidung kann hier ebenfalls in Erwägung gezogen werden.</p>		
Erfolgsindikatoren	Einführung eines Reparaturbonus, Anzahl der Reparaturen		
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung	kurzfristig	gering	Geringe Kosten; denkbar wäre ein eher symbolischer Zuschuss in Höhe von 10-20 € (Deckelung des Gesamtbudgets).
Weitere Akteure	Handlungsschritte		Folgekosten
Reparatur-Café, Fachbetriebe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vorgespräche mit Betrieben 2. Beschluss zur Umsetzung und Bereitstellung des Budgets 3. Einführung eines Bonus 		Keine
Weitere Effekte der Maßnahme	Die Einführung eines Zuschusses für Reparaturen würde gleichzeitig eine günstige Gelegenheit bieten, um im Zuge der Öffentlichkeitsarbeit auf die dadurch verbesserte Effizienz der Ressourcennutzung hinzuweisen.		
Unterstützende Faktoren	Der Kreis der möglichen Anlaufpunkte sollte auf das Stadtgebiet Bad Schwartaus begrenzt werden.		
Risiken und Hemmnisse	Aufwand der Auszahlungen ist zu klären (Betrag könnte direkt von der Rechnung abgezogen werden, sodass die Betriebe diesen direkt abrechnen könnten).		
Weitere Informationen	Verbraucherzentrale Thüringen, 2024: Über den Reparaturbonus . Zentrum für Europäischen Verbraucherschutz e.V., 2024: Reparaturbonus in Frankreich .		



6.2.11 Beschaffungswesen

11.1		Ausbau der umweltfreundlichen Beschaffung	
Handlungsfeld: Beschaffungswesen			
Ziel		Die Beschaffungsprozesse der Stadt Bad Schwartau sollen umweltfreundlicher gestaltet werden.	
Beschreibung		Die öffentliche Hand ist in zunehmendem Maße verpflichtet, insbesondere bei der Auftragsvergabe, Erzeugnisse zu bevorzugen, die der Kreislaufwirtschaft dienen und unter umwelt-, ressourcenschutz- und abfallrechtlichen Aspekten besonders vorteilhaft sind. Nicht zuletzt kommt dies letztlich der Vorbildrolle der Stadt zugute.	
Erfolgsindikatoren		Beschluss eines Katalogs zur nachhaltigen Beschaffung, regelmäßige Evaluation des Beschaffungswesens.	
Zuständigkeit	Umsetzbarkeit	THG-Minderungspotenzial	Finanzierung
Verwaltung	Kurzfristig	Gering (aber bedeutsame Vorbildfunktion der Verwaltung)	Eigener Haushalt
Weitere Akteure		Handlungsschritte	Folgekosten
keine		1. Abstimmung mit der Beschaffungsstelle 2. Kriterienkatalog erstellen	Mehrkosten werden nicht erwartet.
Weitere Effekte der Maßnahme		Abbau möglicher Vorbehalte gegenüber bestimmten Produkten (z.B. Recyclingpapier gegenüber Frischfaserpapier).	
Unterstützende Faktoren		Nach Möglichkeit Berücksichtigung regionaler Produkte.	
Risiken und Hemmnisse		Die entsprechenden Stellen innerhalb der Verwaltung sind frühzeitig einzubeziehen.	
Weitere Informationen		<p>Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2024: Die Fachinformation „Nachwachsende Rohstoffe im Einkauf“ bei der FNR.</p> <p>Kompetenzzentrum für nachhaltige Beschaffung und Vergabe, 2024: Gute Beispiele aus Schleswig-Holstein.</p> <p>Umweltbundesamt, 2024: Umweltfreundliche Beschaffung.</p>	



6.3 Priorisierung der Maßnahmen

Jede der im Klimaschutzkonzept aufgeführten Maßnahmen ist von hoher Relevanz für den Klimaschutz in der Stadt Bad Schwartau und führt zu essenziellen Einsparungen bei den Treibhausgasemissionen. Bestimmte Maßnahmen haben hierbei das Potenzial, einen besonders hohen Beitrag zu solchen Einsparungen leisten und werden daher nachfolgend gesondert mit einer hohen Priorität gekennzeichnet. Diese Maßnahmen werden in Tabelle 9 zusammengefasst. Neben einem hohen Einsparpotenzial an Treibhausgasemissionen kann die Umsetzung gleichzeitig unmittelbar durch die Stadt Bad Schwartau beeinflusst werden. Zudem sind diese als Ergebnis der Arbeiten der Hamburg Institut Consulting GmbH relevant für die zukünftige Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf kommunaler Ebene in den Bereichen Wärme, Strom und Mobilität und heben zudem den Vorbildcharakter der Stadt bei der Umsetzung von Klimaschutzprojekten hervor.

Tabelle 9: Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen mit hoher Priorität.

Maßnahmentitel	Kurzbeschreibung
Ausbau der erneuerbaren Energien	Installation weiterer Photovoltaik-Anlagen im Stadtgebiet.
Ausbau und Optimierung der Radwegeinfrastruktur	Stärkung des Umweltverbundes durch die gezielte Verbesserung der Radwegeinfrastruktur.
Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs	Bereitstellung eines attraktiven öffentlichen Personennahverkehrs und dadurch Verringerung des Individualverkehrs.
Kommunale Wärme- und Kälteplanung	Erstellung eines kommunalen Wärme- und Kälteplans für das Stadtgebiet von Bad Schwartau. Erkenntnisse zur Realisierbarkeit weiterer Wärmenetze im Stadtgebiet.
Reduzierung des Energiebedarfs kommunaler Liegenschaften	Senkung des Energiebedarfs kommunaler Liegenschaften durch energetische Modernisierungsmaßnahmen der Gebäude und eine effizientere Energienutzung.



7 Verstetigungsstrategie

Um den Klimaschutz und die im Prozess der Klimaschutzkonzepterstellung ins Leben gerufenen Aktivitäten dauerhaft in Bad Schwartau zu verankern, werden in diesem Kapitel konkreten Maßnahmenvorschläge zur Verstetigung dieses Prozesses beschrieben. Dies umfasst beispielsweise die Schaffung geeigneter Organisationsstrukturen, Festlegung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten, Maßnahmen zur Vernetzung innerhalb der Verwaltung und mit anderen Kommunen oder Möglichkeiten der weiteren Fördermittelakquisition.

7.1 Klimaschutzmanagement

Für die Umsetzung der Maßnahmen, die in diesem integrierten Klimaschutzkonzept beschrieben werden, empfiehlt sich im direkten Anschluss an das „Erstvorhaben Klimaschutzkonzept und Klimaschutzmanagement“ die Entfristung der Stelle oder alternativ die Beantragung von Fördergeldern für ein „Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement“ mit einer Laufzeit von drei Jahren über die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH. Hierbei werden Ausgaben für Fachpersonal, welches im Rahmen des Vorhabens zusätzlich beschäftigt wird, externe Dienstleister für Prozessunterstützung sowie Materialien für begleitende Öffentlichkeitsarbeit gefördert. Der Zuschuss beträgt 40 % der förderfähigen Gesamtausgaben. Ein entsprechender Förderantrag ist spätestens ein halbes Jahr vor Abschluss der Förderzeiträume des Erstvorhabens bei der ZUG zu stellen.

7.2 Netzwerke Klimaschutz

Sowohl auf Landesebene als auch im Kreis Ostholstein findet ein regelmäßiger Austausch mit den Klimaschutzmanagerinnen und -managern in Form von Präsenztreffen, Online-Meetings und per E-Mail statt. Diese Treffen wurden in der bisherigen Arbeit für die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes als sehr hilfreich erachtet, da die vielfältigen Erfahrungen anderer Kommunen im Bereich Klimaschutz und der Austausch von Arbeitsvorlagen zahlreiche Synergien ergeben haben. Die fortlaufende, aktive Teilnahme in diesen Netzwerken wird daher auch für die kommende Bearbeitung des Klimaschutzkonzeptes sowie für die Umsetzung etwaiger Klimaschutzvorhaben empfohlen.

Der regelmäßige Austausch mit den Akteuren vor Ort in Bad Schwartau, wie beispielsweise Unternehmen, den politischen Parteien und Wählergruppen, dem Umweltbeirat, Energieversorgern oder den Städtischen Betrieben, ist ebenfalls unabdingbar für die erfolgreiche Umsetzung der beabsichtigten Klimaschutzmaßnahmen.

7.3 Klimaschutzkoordination des Kreises Ostholstein

Die Koordination, Abstimmung und Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen für den Klimaschutz in den Kommunen des Kreises Ostholstein wird seit der zweiten Jahreshälfte 2024 durch die Einrichtung einer Klimaschutzkoordination neben der bereits vorhandenen Stelle des Klimaschutzmanagements unterstützt, wodurch Synergien verstärkt entwickelt und genutzt werden sollen. Die Einrichtung der Stelle erfolgt auf Grundlage der Kommunalrichtlinie für den Zeitraum von vier Jahren. Aufgabe der Klimaschutzkoordination wird insbesondere die Initiierung und Unterstützung von Klimaschutzaktivitäten in den Gemeinden sein, dies bislang noch keine Vorerfahrungen und eigene Personalressourcen haben. Dies soll ebenso die Vorbereitung komplexer Klimaschutzmaßnahmen, inklusive vorbereitender, fachdienstübergreifender Gespräche sowie die Beratung zu Förderprogrammen für die Umsetzung und Unterstützung in der Beantragung umfassen. Zudem setzt das Klimaschutz-Team weiterhin kommunikative und bewusstseinsbildende Maßnahmen um und fungiert als Kontaktstelle für Städte und Gemeinden im Bereich des Klimaschutzes.



7.4 Öffentlichkeitsarbeit

Eine erfolgreiche Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen ist eng gekoppelt an die aktive Einbindung der Verwaltung, Politik, Wirtschaft und der Bürgerinnen und Bürger der Stadt. Die Fortführung von öffentlichen Informationsveranstaltungen über die Phase der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes hinaus wird als wichtiger Faktor erachtet, um zum Engagement und zur Akzeptanz der Maßnahmen beizutragen. Entsprechend finden sich im Maßnahmenkatalog zahlreiche Vorhaben hierzu.

Auf der Webseite der Stadt Bad Schwartau sollen sämtliche Klimaschutzaktivitäten der Kommune anschaulich präsentiert werden. Die fortlaufende Aktualisierung der Inhalte soll die Bürgerinnen und Bürger für den Klimaschutz sensibilisieren und die Akzeptanz gegenüber den zu ergreifenden Maßnahmen stärken. Hinweise zu Fördermöglichkeiten für Privathaushalte und thematisch relevanten Veranstaltungen stellen eine geeignete Ergänzung des Informationsangebotes dar.

Das Verfassen von Presseartikeln über die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen soll ebenfalls als Möglichkeit zur Information einer breiten Öffentlichkeit genutzt werden. Des Weiteren sind die direkte Beratung und Information interessierter Personengruppen eine bedeutsame Aufgabe des Klimaschutzmanagements der Stadt.

Unter Federführung des Kreises Ostholstein wird zusammen mit den Verantwortlichen für den Klimaschutz bzw. Nachhaltigkeit der Städte Bad Schwartau, Eutin, Heiligenhafen, Neustadt in Holstein, der Gemeinden Timmendorfer Strand sowie dem Kirchenkreis Ostholstein und dem Zweckverband Ostholstein unter dem Titel „Klimaschutz im Alltag: Aus der Region – für die Region“ mehrmals im Jahr ein Newsletter herausgegeben. Die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner der jeweiligen Verwaltungen haben sich hierfür zusammengetan und stellen Informationen zu Aspekten des Klimaschutzes zusammen, die auf die Gegebenheiten im Kreis zugeschnitten sind. Die Mitarbeit bei der Erstellung des Newsletters des Kreises Ostholstein soll fortgeführt werden.



8 Controlling-Konzept

Die kontinuierliche Erfassung und Evaluation der Klimaschutzmaßnahmen ist ein elementares Instrument auf dem Weg zur Klimaneutralität. Dies soll dazu dienen, die Effektivität der Maßnahmen in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, zu dokumentieren und die Maßnahmen gegebenenfalls anzupassen. Die Evaluation der Klimaschutzmaßnahmen und der Arbeitsabläufe ermöglichen die frühzeitige Erkennung von Fehlentwicklungen, sodass diese entsprechend überarbeitet werden können. Da sich die Rahmenbedingungen häufig ändern, wie beispielsweise Förderprogramme und gesetzliche Vorgaben, ist ein fortlaufendes Controlling bedeutsam, um personelle und finanzielle Mittel möglichst effektiv einzusetzen.

In den Maßnahmensteckbriefen werden Erfolgsindikatoren aufgeführt, die bei der Kontrolle des jeweiligen Projektfortschritts als Unterstützung dienen. Vor Beginn der Umsetzung bestimmter Maßnahmen sind die Erfolgsindikatoren zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen. Für die Fortschreibung des Controlling-Konzepts und die Berichterstattung ist das Klimaschutzmanagement der Stadt Bad Schwartau zuständig. Die Mitglieder des Ausschusses für Umwelt und Verkehr sind einmal im Jahr über den Fortschritt der Aktivitäten zum Klimaschutz zu unterrichten. Der Fortschrittsbericht wird ebenfalls auf der Seite zum Thema Klimaschutz auf der Webseite der Stadt veröffentlicht.

8.1 Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz

Die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz soll unter Verwendung der BSKO-Methodik erfolgen. Als vorzugsweise zu verwendende Software für die Fortschreibung der Bilanz wird das Klima-Navi erachtet. Das Klima-Navi ist eine internetbasierte Software zur Treibhausgasbilanzierung für Kommunen in Schleswig-Holstein. Das Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) stellt derzeit im Rahmen einer Landeslizenz allen Kommunen, Kreisen und Ämtern in Schleswig-Holstein das Klima-Navi kostenfrei zur Verfügung. Die Software ermöglicht ein Monitoring der kommunalen Klimaschutzmaßnahmen und einen Vergleich mit anderen Kommunen. Die Bilanzierung basiert dabei auf wissenschaftlich fundierten Standards (BSKO und GPC).

Die Energie- und CO₂-Bilanz sollte durch die Klimaschutzmanagerin/den Klimaschutzmanager der Stadt Bad Schwartau in einem Abstand von fünf Jahren aktualisiert werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei einer solchen Bilanzierung nur grobe Veränderungen bei den Treibhausgas-Emissionen sichtbar werden, ein Controlling einzelner Maßnahmen oder die Beurteilung der Wirksamkeit des Klimaschutzmanagements anhand dieses Mittels aus methodischen Gründen jedoch weitgehend nicht möglich sind. Des Weiteren hängt ein erheblicher Teil der Emissionen von übergeordneten Prozessen ab, die nicht im Einflussbereich der Stadt Bad Schwartau liegen, wozu beispielsweise Ziele und Vorgaben auf europäischer oder nationaler Ebene zählen.

8.2 Überarbeitung des Maßnahmenkatalogs

Nach spätestens fünf Jahren sollte der Maßnahmenkatalog dieses Klimaschutzkonzeptes grundlegend überarbeitet und bei Bedarf aktualisiert werden. Es ist davon auszugehen, dass sich nach einem solchen Zeitraum die Rahmenbedingungen (z.B. Förderprogramme, gesetzliche Vorgaben, CO₂-Bepreisung, Energiekosten) mitunter grundlegend geändert haben werden, was eine entsprechende Anpassung der Maßnahmen erfordert. Im Zuge der Überarbeitung dienen die Erfahrungen bei der Umsetzung und die Ergebnisse der Evaluation für die Verbesserung zukünftiger Maßnahmen als nützliche Entscheidungshilfe.

Basierend auf den Ergebnissen der Bewertung können Umsetzungsprozesse und Klimaschutzmaßnahmen an die neu erlangten Erkenntnisse angepasst werden. Des Weiteren können Anpassungen der Ziele, Handlungsansätze und strategischer Herangehensweisen mit den für die Umsetzung erforderlichen Akteuren abgestimmt werden.



9 Literaturverzeichnis

Boston Consulting Group. (2021). Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft. <https://www.bcg.com/germany/klimapfade>

Boston Consulting Group (BCG) im Auftrag des BDI. (2018). Klimapfade für Deutschland. <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/>

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. (2015). Wohnungsmarktprognose 2030. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/fachbeitraege/wohnen-immobilien/wohnungsmarktprognose/Prognose2030/Prognose2030.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, (2024): Deutsche Klimaschutzpolitik. Link: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Industrie/klimaschutz.html#:~:text=Mit%20dem%20novellierten%20Gesetz%20wird,2045%20Treibhausgasneutralit%C3%A4t%20verbindlich%20erreicht%20werden.>

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2022). Überblickspapier Osterpaket. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0406_ueberblickspapier_osterpaket.html

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). (2018). Mobilität in Deutschland – MiD: Ergebnisbericht 2017. <https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/publikationen2017.html>

Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE). (2020). Grundsatzstudie Energieeffizienz. https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/grundsatzstudie_energieeffizienz.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Bürger, V., Braungardt, S., Maaß, C., Sandrock, M., & Möhring, P. (2021). Agenda Wärmewende 2021. Studie im Auftrag der Stiftung Klimaneutralität und Agora Energiewende. https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Partnerpublikationen/2021/Agenda_Waermewende_2021/2021-06-10_Waermewende_2021.pdf

Cischinsky, H., & Diefenbach, N. (2018). Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016: Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand. Institut für Wohnen und Umwelt (IWU). https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018_IWU_CischinskyEtDiefenbach_Datenerhebung-Wohngeb%C3%A4udebestand-2016.pdf

Deutsche Umwelthilfe e.V. (2021). Energetische Biomassenutzung, Positionen der Deutschen Umwelthilfe. https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energiewende/Positionspapier_Biomasse_220202_final.pdf

Eikmeier, B., Janßen, K., Meyer, B., & Wassermann, T. (2020). Erstellung eines Wärmeatlas für Bremen und Bremerhaven – Fortschreibung Wärmebedarf bis 2050. https://www.researchgate.net/publication/346523808_Erstellung_eines_Waermeatlas_fur_Bremen_und_Bremerhaven_-_Fortschreibung_Waermebedarf_bis_2050

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE). (2022). Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. <https://www.agri-pv.org/de/>

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE). (2020). Gutachten. Über die Grenzen der technischen Möglichkeit und die wirtschaftliche Vertretbarkeit der in § 16 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes erlassenen Nutzungspflicht solarer Strahlungsenergie (PV-Pflicht). https://daten.transparenz.hamburg.de/Dataport.HmbTG.ZS.Webservice.GetRessource100/GetRessource100.svc/a29de4a9-0afb-4904-b64a-145464f6ac93/Akte_UI802.42-05_002.006.pdf

GeoBasis-DE/LVermGeo SH. (2024). Geodaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein. Creative Commons Namensnennung – 4.0 International (CC BY 4.0). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Icha, P., & Lauf, T. (2022). Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2021. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-8>

Jurich, K. (2016). CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-emissionsfaktoren-fuer-fossile-brennstoffe-0>

KEA BW. (2023). Erstellung einer kommunalen CO₂-Bilanz mit BICO₂BW. <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung>

Kreis Ostholstein. (n.d.). Solardachkataster: Solar auf meinem Dach. <https://klimaschutz.kreis-oh.de/Beratung/Solar-auf-meinem-Dach/Solardachkataster/>

Luderer, G., Günther, C., Sörgel, D., Kost, C., Blesl, M., Haun, M., Kattelman, F., Pietzcker, R., Rottoli, M., Schreyer, F., Sehn, V., & Sievers, L. (2021). Gesamtsystemtransformation und Emissionspfade zur Klimaneutralität. In G. Luderer, C. Kost, & D. Sörgel (Hrsg.), Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045: Szenarien und Pfade im Modellvergleich (S. 1–220). Kopernikus-Projekt Ariadne. https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_lowres.pdf

Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein. (n.d.). Regionalplan für den Planungsraum III in Schleswig-Holstein: Kapitel 5.7 (Windenergie an Land). https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/L/landesplanung/raumordnungsplaene/raumordnungsplaene_wind/fh_teilfortschreibung_lep_wind_RP3

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. (2022): Generationenvertrag für das Klima. Link: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>

Prognos, Öko-Institut, & Wuppertal-Institut. (2021). Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Agora Verkehrswende. <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-2045-langfassung/>

Stadt Bad Schwartau. (n.d.). Das Bauamt: Fehmarnbelt-Querung. <https://www.bad-schwartau.de/Rathaus/Bauamt/Fehmarnbelt-Querung/>

Statistikamt Nord. (2024): Regionaldaten für Bad Schwartau. Link: <https://region.statistik-nord.de/detail/01100000000000000000/1/348/749/>

Tschimpke, O., Seefeldt, F., Thamling, N., Kemmler, A., Claasen, T., Gaßner, H., Neusüß, P., & Linde, E. (2011). Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan. NABU. <https://www.nabu.de/downloads/sanierungsfahrplan.pdf>

Umweltbundesamt. (2022). Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger im Bereich erneuerbare Wärme. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/untersuchungen-zur-weiterentwicklung-der>

Walberg, D., & Gniechwitz, T. (2016). Wohngebäude-Fakten 2016: Eine Analyse des Wohngebäudebestandes in Deutschland. Mitteilungsblatt Nr. 253. <https://arge-ev.de/arge-ev/publikationen/mitteilungsblaetter/>

Zeller, V., Vogel, A., & Müller-Langer, F. (2012). Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung (DBFZ-Report 13). DBFZ. https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/DBFZ_Reports/DBFZ_Report_13.pdf