

Integriertes Klimaschutzkonzept für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz)

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept wurde im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (zum Zeitpunkt der Antragsstellung noch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit), vertreten durch die Zukunft-Umwelt-Gesellschaft gGmbH, aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das zugehörige Förderkennzeichen lautet: 67K18355.

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz**



**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**

FKZ: 67K18355



Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz)
Gernot Kuhn, Bürgermeister
Sommerbergstr. 3
67466 Lambrecht (Pfalz)
Projektleitung: Johannes Rinder
Lambrecht (Pfalz), September 2023.

Vorwort

Klimaschutz ist eine der großen, wenn nicht sogar die größte weltweite Herausforderung unserer Zeit. Auf allen Ebenen sind Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft gefordert, Klimaschutzmaßnahmen konsequent in Angriff zu nehmen. Von der globalen bis auf die lokale Ebene und bis zum einzelnen Bürger besteht die Möglichkeit, aber auch die Notwendigkeit der Erderwärmung entgegenzuwirken. Städte und Kommunen sind deshalb eine wichtige Handlungsebene für mehr Klimaschutz.

Auch die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) ist sich Ihrer Pflicht bewusst und hat durch die Einstellung eines Klimaschutzmanagers und die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes erste wichtige Schritte unternommen, um selbst den Herausforderungen des Klimaschutzes gerecht zu werden.

Mit seinen Zielen und dem Maßnahmenkatalog soll das Klimaschutzkonzept Fahrplan für kommunales Handeln für die nächsten Jahre und Jahrzehnte sein. Für die Umsetzung des Konzeptes benötigen die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz), die Stadt Lambrecht und die Gemeinden Elmstein, Esthal, Frankeneck, Lindenberg, Neidenfels und Weidenthal aber auch starke und engagierte Partner, denn alleine können wir nur wenig erreichen.

Deshalb lade ich Bürgerinnen und Bürger, Betriebe, Institutionen und Vereine ein, sich für den Klimaschutz in unserer Verbandsgemeinde einzusetzen, sich an Kampagnen zu beteiligen oder eigene Projekte zu initiieren. Es geht um nicht weniger als den Erhalt unseres Planeten für uns und unsere Nachkommen!



Bürgermeister Gernot Kuhn, Lambrecht (Pfalz) im November 2023.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergründe	6
2	Qualitative Analyse	8
2.1	Nachhaltigkeitsstrategie für die Verbandsgemeinde Lambrecht	8
2.1.1	Leitbild	8
3	Energie und Treibhausgasbilanz	12
3.1	Energie- und Treibhausgasbilanz des Jahres 2018	14
3.2	Energie- und Treibhausgasbilanz des Jahres 2019	16
3.3	Fazit und Vergleich	18
3.4	Zusammenfassung	18
4	Potenzialanalyse	20
4.1	Regenerative Energien	20
4.1.1	Photovoltaik	20
4.1.2	Wasserkraft	22
4.1.3	Geothermie	23
4.1.4	Solarthermie	23
4.1.5	Photovoltaik-Thermische (PVT) Hybridmodule	24
4.1.6	Windkraft	25
4.1.7	Biomasse	25
4.2	Wärmebedarf von Wohngebäuden und Einsparpotential durch energetische Sanierung	26
4.3	Elektrizitätsbedarf	28
4.4	Einsparpotential von Privathaushalten	29
4.5	Einsparpotential im Bereich Mobilität	32
4.6	Zusammenfassung	34
5	Szenarien	36
5.1	Raumwärme der Privathaushalte	37
5.2	Haushaltsstrom der Privathaushalte	39
5.3	Entwicklung der auf Dachflächen installierten PV-Nennleistung	40
6	Regionale Wertschöpfung	42
7	Akteursbeteiligung	43
8	Priorisierte Handlungsfelder	44

9 Zielsetzungen	45
10 Erläuterungen zum Maßnahmenkatalog	47
11 Verstetigungsstrategie	49
12 Klimaschutz-Controlling	50
13 Kommunikationsstrategie	51
14 Zusammenfassung	52

1 Hintergründe

Die erste Beschreibung des Treibhauseffekts entstand vor rund 200 Jahren durch Joseph Fourier [1]. Der Beitrag durch Kohlenstoffdioxid zum Treibhauseffekt der Atmosphäre wurde erstmals 1856 durch Eunice Foote [2] experimentell nachgewiesen. Durch Tyndall wurde in den 1860er-Jahren weitere Treibhausgas (THG) identifiziert [3] und auch schon in Verbindung mit Gletschern gebracht [4]. Die Erwärmung aufgrund anthropogener Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre wurde erstmals von Svante Arrhenius quantifiziert [5]. In den 1930er Jahren stellte Guy Callendar eine Erwärmungsrate von $0,005 \text{ K a}^{-1}$ fest [6]. Bei einem natürlichen Klimawandel ist eine niedrigere Erwärmungsrate zu erwarten. Eine erste Warnung erfolgte durch den deutschen Meteorologe Hermann Flohn im Jahre 1941 [7]:

„Mit einem Fortschreiten dieser langsamen Erhöhung der Temperatur [...] muss gerechnet werden. Damit wird aber die Tätigkeit des Menschen zur Ursache einer erdumspannenden Klimaänderung, deren zukünftige Bedeutung niemand ahnen kann.“

Die anthropogene Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre wurde erstmals im Jahre 1958 durch Charles Keeling belegt [8]. Seitdem wird die CO_2 -Konzentration in Mauna Loa gemessen und der Anstieg wird in der sogenannten Keeling-Kurve graphisch dargestellt. An zahlreichen anderen Messstationen kann heute diese Messkurve bestätigt werden. Bereits seit Jahrzehnten zeigen sich globale Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels.

Im Jahr 1971 hielt Hermann Flohn bei der Jahrestagung der Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) einen Vortrag und warnt vor irreversiblen Folgen. Anfang 1979 fand die erste Weltklimakonferenz statt. In diesem Zusammenhang führte Hermann Flohn auch ein Interview mit dem SWR, sodass von Medienberichten ausgegangen werden kann. Im Jahre 1985 erneuert die DPG ihre Warnung. Im August erschien der Spiegel mit der Titelstory „Die Klima-Katastrophe“ und im Jahr 1988 wurde schließlich der Weltklimarat Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) gegründet.

Heute ist es wissenschaftlich klar, dass der Klimawandel durch menschliches Handeln verursacht ist und auch bereits zweifelsfrei deutliche Auswirkungen hat [9].

Im Jahr 1994 trat das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen in Kraft und im Jahr 2016 das Übereinkommen von Paris als völkerrechtlicher Vertrag, den Stand heute alle Mitgliedsländer der Vereinten Nationen außer dem Heiligen Stuhl (als völkerrechtliche Vertretung des Papstes mit staatlichem Beobachterstatus) unterzeichnet haben. Die Bundesrepublik Deutschland erließ um ihrer Verpflichtung gemäß des Übereinkommens von Paris nachzukommen Ende 2019 das Bundes-

Klimaschutzgesetz, welches nach einer Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts 2021 in einer ersten Novelle Mitte 2021 mit verschärfter Zielsetzung geändert wurde.

2 Qualitative Analyse

In der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) wohnen 12.257 Einwohner (31.12.2022) auf einer Bodenfläche von 129,12 km², wovon 4,42 km² (3,4 %) Siedlungsfläche, 3,04 km² (2,4 %) Verkehrsfläche und mit 121,38 km² (94 %) der größte Teil Vegetationsfläche sind. Etwa 50 % der Bevölkerung ist älter als 50 Jahre, der Abhängigenquotient beträgt 73,6. Die Zahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter am Arbeitsort betrug zum Stichtag (30.06.2022) 1602, während es am Wohnort 4794 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gab.

Die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) gliedert sich in sieben Ortsgemeinden, wovon die Stadt Lambrecht (Pfalz) mit 4320 Einwohnern die einwohnerstärkste und Elmstein mit 75 km² die nach Fläche größte Ortsgemeinde darstellt.

Für die Stadt Lambrecht (Pfalz) wurde im Jahr 2020 ein energetisches Quartierskonzept nach KfW 432 erstellt [10] und im März 2022 hat der Verbandsgemeinderat im Rahmen der Teilnahme als SDG-Modellkommune am Projekt „SDG-Modellregion Pfälzerwald“ des Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen die Nachhaltigkeitsstrategie 2030 für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) beschlossen [11].

2.1 Nachhaltigkeitsstrategie für die Verbandsgemeinde Lambrecht

Die Nachhaltigkeitsstrategie für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) wurde im Projekt SDG-Modellregion Pfälzerwald des Biosphärenreservats Pfälzerwald¹ unter Beteiligung der Öffentlichkeit erarbeitet und formal in der Sitzung des Verbandsgemeinderates am 21. März 2022 beschlossen. Vor Beschlussfassung hatten die Ortsgemeinden in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) die sie betreffenden Inhalte begutachtet und für sich übernommen. In der Nachhaltigkeitsstrategie werden die Handlungsfelder „Nachhaltige Mobilität“, „Lebenswerte Gemeinde“, „Nachhaltige Wirtschaft und Tourismus“, „Natur und Umwelt“, „Klimaschutz“ sowie „Globale Verantwortung und nachhaltiger Konsum“ behandelt. Übergeordnet wurde ein Leitbild erarbeitet, welches für jedes der sechs Handlungsfelder durch eine Leitlinie ergänzt wird.

2.1.1 Leitbild

Die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) identifiziert sich mit dem Vorbildcharakter für nachhaltige Entwicklung einer im Biosphärenreservat Pfälzerwald gelegenen Kom-

¹<https://www.pfaelzerwald.de/sdg-modellregion-pfaelzerwald/>

mune. Dabei gehen wir konkrete Herausforderungen in unserem Gebiet an, ohne globale Fragen aus den Augen zu verlieren. So fördern wir eine nachhaltige Mobilität, die wichtig für das Leben in den Ortsgemeinden unseres Gemeindeverbands ist und eine Verbindung in die Region darstellt. Flexible Mobilitätsangebote bieten eine attraktive Alternative zum eigenen Auto. Die Versorgungsangebote in den Ortsgemeinden ermöglichen ein selbstbestimmtes Leben bis ins hohe Alter. Neben medizinischen Angeboten stehen Einkaufsmöglichkeiten regionaler und fair gehandelter Produkte zur Verfügung. Für die Freizeitgestaltung bieten unsere Cafés und Restaurants sowie die attraktiven Wander- und Radwege abwechslungsreiche Möglichkeiten. Gerne teilen wir diese auch mit unseren Gästen. Diese heißen wir willkommen, unsere nachhaltige Tourismusregion kennenzulernen und die Natur und Kulturdenkmäler zu genießen.

Um diese zu erhalten, sensibilisieren wir Kinder und Erwachsene und binden sie in den Schutz wertvoller Lebensräume ein. Nachhaltige Landnutzungsformen tragen zudem zum Erhalt wertvoller Biotope bei. Wir schaffen die Voraussetzung für das moderne Arbeiten von zu Hause, indem Breitbandanschlüsse zum Standard in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) gehören. Ergänzend bieten Dorfbüros alternative Arbeitsorte. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und energetische Sanierung minimieren wir unsere Abhängigkeit von fossilen Energiequellen und reduzieren die Treibhausgasemissionen. Mit den Folgen des Klimawandels gehen wir proaktiv um, indem wir unsere Trinkwasserversorgung unter sich ändernden Klimabedingungen sichern und den Hochwasserschutz ausbauen.

Auch unseren Konsum richten wir nachhaltig aus. Dabei geht die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) mit gutem Beispiel voran und wendet Nachhaltigkeitskriterien in Beschaffungsprozessen an. Und auch unsere Bevölkerung trägt mit dem Kauf regionaler und fair gehandelter Produkte zu einem nachhaltigen Konsum bei. Gemeinsam achten wir auch darauf, Müll zu vermeiden, Produkte wiederzuverwenden und Rohstoffe zu recyceln.

So tragen wir gemeinsam zum Erhalt des Pfälzerwalds als „grüner Lunge“ bei und übernehmen Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung bei uns und in der Welt.

Leitlinie Nachhaltige Mobilität

Die Menschen in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) sind flexibel, sicher und nachhaltig mobil. Verschiedene Mobilitätsangebote stehen der Bevölkerung und Gästen zur Verfügung, wodurch der Kfz-Verkehr auf ein notwendiges Maß reduziert wird.

Damit leisten wir als Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) einen Beitrag zu den globalen Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030, insbesondere zu den SDGs 7 (Bezahlbare und saubere Energie), 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), 10 (Weniger Ungleichheiten), 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) und 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz).

Leitlinie Klimaschutz

Zum Schutz des Klimas stellen die Akteurinnen und Akteure in der Verbandsgemeinde ihre Strom- und Wärmeerzeugung um und führen energetische Gebäudesanierungen

durch. Zum Schutz gegen die Folgen des Klimawandels ergreifen sie Maßnahmen, um die Versorgung mit Trinkwasser langfristig zu sichern und sich vor Hochwasser und Starkregen zu schützen.

Damit leistet die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) einen Beitrag zu den globalen Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030, insbesondere zu den SDGs 4 (Hochwertige Bildung), 6 (Sauberes Wasser, und Sanitäreinrichtungen), 7 (Bezahlbare und saubere Energie), 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) und 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz).

Relevante Zielsetzungen der Nachhaltigkeitsstrategie

Im Handlungsfeld 1 „Nachhaltige Mobilität“ der Nachhaltigkeitsstrategie werden folgende Ziele gesetzt:

1. Strategisches Ziel (SZ) 1.1: „Im Jahr 2030 ist der motorisierte Personenindividualverkehr in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) stark reduziert. Die Bürger, Besucherinnen, Arbeitnehmer und Arbeitgeberinnen greifen auf öffentliche Verkehrsmittel und den ÖPNV ergänzende Angebote zurück.“
 - a) Operatives Ziel (OZ) 1.1.1: „Im Jahr 2025 können Mobilitätsbedürfnisse durch flexible, klimafreundliche Alternativen zum motorisierten Individualverkehr gedeckt werden.“
 - b) OZ 1.1.2: „Im Jahr 2030 ist der Bahnhof Lambrecht zu einer klimaneutralen, barrierefreien Mobilitätszentrale ausgebaut, im Sinne eines intermodalen Umsteigeplatzes (Hub).“
2. SZ 1.2: „Im Jahr 2030 ist das Netz der Ladestationen für Fahrzeuge und Fahrräder mit Elektroantrieb flächendeckend ausgebaut.“
 - a) OZ 2.1.1: „Im Jahr 2025 verfügt jede Ortsgemeinde über mindestens einen Standort mit Lademöglichkeiten für E-Autos und E-Bikes“.

Im Handlungsfeld 5 „Klimaschutz“ werden folgende Ziele gesetzt:

1. SZ 5.1: „Im Jahr 2030 versorgt sich die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) weitestgehend klimaneutral mit Strom und Wärme aus erneuerbaren Energiequellen.“
 - a) OZ 5.1.1: „Die Sanierungsquote bei Privatgebäuden wird durch jährliche öffentlichkeitswirksame Maßnahmen gesteigert, wobei auch die Verbandsgemeinde mit gutem Beispiel vorangeht, alle sanierten Gebäude erfüllen bis 2030 den KfW-Standard „Effizienzhaus 55 Erneuerbare Energien Klasse“. Die Ortsgemeinden werden animiert ebenfalls klimawirksam ihren Gebäudebestand zu sanieren.“
 - b) OZ 5.1.2: „Die bis zum Jahr 2025 geplanten Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien sind umgesetzt.“

2. SZ 5.2: „Die Trinkwasserversorgung ist im Jahr 2030 an die durch den Klimawandel zu erwartenden periodisch niedrigeren Niederschlägen angepasst und weiterhin sichergestellt.“
 - a) OZ 5.2.1: „Im Jahr 2030 sind die Maßnahmen für die Sicherung der Trinkwasserversorgung umgesetzt; ein entsprechendes Konzept geht spätestens 2024 in die Umsetzung“
3. SZ 5.3: „Im Jahr 2030 ist die Bevölkerung in der Verbandsgemeinde effektiv vor Starkregenrisiko und Hochwassergefahr geschützt.“
 - a) OZ 5.3.1: „Die bis zum Jahr 2025 geplanten Maßnahmen für Starkregenrisikomanagements und Hochwasserschutz sind umgesetzt.“
4. SZ 5.4: „Im Jahr 2030 ist die Verbandsgemeinde routiniert in der Umsetzung von umfassend und integrativ geplanten Klimaschutzmaßnahmen.“
 - a) OZ 5.4.1: „Beantragung der Förderung für ein Klimaschutzmanagement im Jahr 2021 und Verabschiedung eines Klimaschutzkonzeptes spätestens im Jahr 2024.“

3 Energie und Treibhausgasbilanz

In der Konzepterstellung ist man neben der qualitativen Analyse auch auf eine quantitative Analyse angewiesen. Hierbei kommt die Energie- und Treibhausgasbilanzierung als Methodik zum Einsatz. Zusätzlich bietet diese im Rahmen des Controllings der Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts eine Datenbasis. Das Controlling geschieht dann durch Fortschreibung der Bilanz und mittel- bzw. langfristigen Vergleich der Entwicklung. Zusätzlich bietet die Bilanzierung die Möglichkeit Handlungsfelder zu priorisieren. Weiterhin erschließt sich hierüber der Vergleich mit ähnlichen Kommunen bzw. dem bundesdeutschen Mittel. Im Rahmen der Erstellung des vorliegenden integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) werden die Bilanzen für die Kalenderjahre 2018 und 2019 erstellt. Für die Bilanzierung benötigte Parameter sind teilweise erst mit Verzögerung verfügbar (z.B. die spezifischen Emissionsfaktoren mit etwa 2 Jahren Versatz, sodass diese für das Jahr 2020 erst Ende 2022 vorliegen). Gleichzeitig sind die im Rahmen dieses Konzepts bilanzierten Jahre repräsentativ für die Zeit vor der Corona-Pandemie und der durch den Krieg in der Ukraine ausgelösten „Zeitenwende“.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wird auf Grundlage des Bilanzierungs-Standard Kommunal (BISKO) erstellt. Es wird das internetbasierte Bilanzierungstool Klimaschutz-Planer des Klimabündnisses ¹ verwendet. Die Nutzung wird im Rahmen des Projektes KombiRek der Energieagentur Rheinland-Pfalz für rheinland-pfälzische Kommunen kostenfrei ermöglicht². Im Folgenden sollen die Grundzüge der Bilanzierung nach BISKO kurz erläutert werden. Für Details sei auf [12] verwiesen.

Grundlage des BISKO ist das endenergiebasierte Territorialprinzip. Das bedeutet, dass im Rahmen dieser Arbeit die Nutzung von Endenergie auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) ausschlaggebend ist. Für den Verkehrssektor wird ebenso der Verkehr auf dem Gemeindegebiet betrachtet. Der Durchgangsverkehr ist also eingeschlossen. Dem Endenergiebedarf wird je Energieträger mittels spezifischer Emissionsfaktoren eine Treibhausgasemission in CO₂-äquivalenten zugeordnet, wobei auch die energiebezogene Vorkette miteinfließt. Graue Energie und Konsum wird bei der Bilanzierung hingegen nicht betrachtet. Ebenso die Verwendung von Primärenergieträgern als „Produktionsressource“.

Das Bilanzierungstool Klimaschutz-Planer beinhaltet diese Emissionsfaktoren und weitere Vorgabedaten bereits. Für viele Daten bietet die Energieagentur Rheinland-Pfalz im Rahmen des Projekts Kombirek (zusätzlich zu den Lizenzen für die Software) einen für teilnehmende Kommunen kostenfreien Datenservice an. Durch diesen wird die Erhe-

¹<https://www.klimaschutz-planer.de/>

²<https://www.energieagentur.rlp.de/angebote/kommune/kombirek/thg-bilanzierung/>

bung von Daten vereinfacht. Für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) konnten so die in Tabelle 3.1 aufgeführten Daten erhalten werden. Einige Daten werden durch die Verwaltung für die Bilanzierung bzw. Konzepterstellung erhoben. Diese sind ebenfalls in Tabelle 3.1 aufgeführt.

Tabelle 3.1: Für die BSKO-konforme Energie- und Treibhausgasbilanzierung erhobenen Daten mit Angabe des Datenerhebers (EARLP oder Verwaltung).

Daten	Erhebung durch
Leitungsgebundene Energieträger: Strom und Gas (Netzbetreiberdaten)	EARLP
BAFA (geförderte Biomasse-, Wärmepumpen- und Solarthermie-Anlagen)	EARLP
Straßen-/Schienen-/U-Bahn	EARLP
Linienbus (Fahrleistung VRN)	EARLP
EEG-Einspeisung	EARLP
Verbräuche kommunale Liegenschaften und Infrastruktur	Verwaltung
Schornsteinfegerdaten für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl, Kohle, Biomasse, Flüssiggas)	Verwaltung
Fahrleistung kommunale Flotte	Verwaltung
Größere KWK-Anlagen	Verwaltung

Die Schornsteinfegerdaten wurden von den Bezirksschornsteinfegermeistern der vier Kehrbezirke auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) gemäß Landestransparenzgesetz im Rahmen des Wörther-Modells anonymisiert bereitgestellt. Diese wurden unter Verwendung eines Pythonskripts ausgewertet. So konnte unter anderem die für die Bilanzierung notwendige Zahl der Heizkessel verschiedener Heizleistungskategorien je Energieträger (Biomasse, Erdgas, Erdöl, Flüssiggas und Kohle) bestimmt werden. Hierbei werden für alle Bilanzjahre die Daten mit Stand Juli 2022 verwendet. Diese Näherung scheint aufgrund von geringfügiger Neubautätigkeit in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) sowie dem Turnus bei der Feuerstättenschau von zweimal innerhalb von 7 Jahren gerechtfertigt. Genauere Daten sind insbesondere für die Vergangenheit nicht mit vertretbarem Aufwand zu erheben. Zusätzlich wurden die Kehr buchdaten auch weiter statistisch ausgewertet, siehe dazu Abschnitt 4.2.

Die Aussagekraft aller Daten der Bilanzen wird gemäß BSKO über die Datengüte eingeschätzt. Hier gibt es vier Kategorien mit diskretem Wert für die Datengüte, welche in Tabelle 3.2 aufgeführt werden. Die Datengüte der Bilanz ergibt sich dann aus den Werten der Datengüte gewichtet mit dem Anteil am Gesamtergebnis als Wert zwischen 0 und 1 (fließend). Hierbei implizieren größere Werte eine höhere Aussagekraft, da der Anteil an lokalen und idealerweise primärstatistischen Daten höher ist, als bei niedrigen

Tabelle 3.2: Kategorien der Datengüte der für die Bilanzierung erforderlichen Daten. Zugeordnet wird jeweils der diskrete Wert zwischen 0 und 1. Zum besseren Verständnis wird für jede Kategorie ein Beispiel genannt

Kategorie	Datengüte
A: Regionale Primärdaten	1
B: Hochrechnung regionaler Primärdaten	0,5
C: Regionale Kennwerte und Statistiken	0,25
D: Bundesweite Kennzahlen	0

Werten. Da die verschiedenen Endenergieformen jeweils einen spezifischen Treibhausgasemissionsfaktor aufweisen und sich damit auch das Gewicht bei der Berechnung der Mittelung der Datengüte ändert, unterscheiden sich die Datengüte der Energie- und der Treibhausgasbilanz im Allgemeinen.

Entgegen der BSKO-Empfehlung in die Sektoren „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ (GHD), „Industrie“ (IND), „Kommunale Einrichtungen“ (KE), „Privathaushalte“ (PH) und „Verkehr“ zu unterscheiden werden in diesem Konzept die Sektoren GHD und IND zum Sektor „Wirtschaft“ zusammengefasst. Dies passt auch zur Darstellung der Bilanzen in den Klimaschutz-Portalen ³ sowie dem Energieatlas Rheinland-Pfalz ⁴. Als Ergebnis erhält man die in den folgenden Abschnitten separat erläuterten Bilanzen für die Kalenderjahre 2018 und 2019.

3.1 Energie-und Treibhausgasbilanz des Jahres 2018

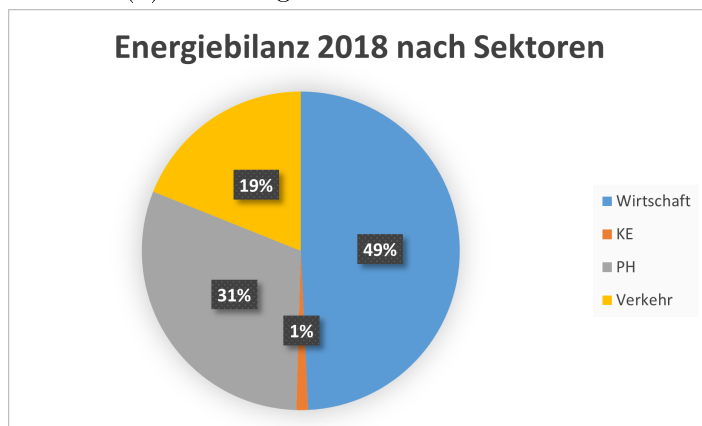
Der gesamte Energiebedarf kann für das Bilanzjahr 2018 mit rund 429 GWh und einer Datengüte von 0,86 angegeben werden. Die Treibhausgasemissionen in CO₂-äquivalenten ergeben sich zu 132.978 t. Mit der Einwohnerzahl der Verbandsgemeinde des Jahres 2018 von 12229 ergibt sich daher eine Emission pro Einwohner und Jahr von rund 10,9 t.

Die sektorale Verteilung der Energiebilanz für das Jahr 2018 ist in Abbildung 3.1a ersichtlich. Man erkennt, dass der Sektor „Wirtschaft“ mit 49 % den größten Endenergiebedarf aufweist, gefolgt mit den Privathaushalten mit 31 %, dem Verkehr von 19 %. Die kommunalen Einrichtungen und Infrastruktur stellen lediglich einen Anteil von 1 % am Endenergieverbrauch der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz). Die sektorale Aufteilung der Treibhausgasbilanz ist in Abbildung 3.1b dargestellt. Man erkennt hier, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung, welche Energieträger (mit ihren spezifischen Emissionsfaktoren) genutzt werden um den Endenergiebedarf zu decken, leichte Verschiebungen der Verteilung ergeben. So zeichnet der Wirtschaftssektor für 51 % der THG-Emissionen, gefolgt von den Privathaushalten mit 27 %, dem Verkehr mit 20 %. Der Kommunale Anteil liegt bei den THG-Emissionen bei 2 %.

³Für das Klimaschutz-Portal des Kreises Bad Dürkheim: <https://kreis-bad-duerkheim.klimaschutzportal.info/portal/startseite>

⁴<https://www.energieatlas.rlp.de/earp/startseite>

(a) Endenergiebilanz des Jahres 2018



(b) THG-Bilanz des Jahres 2018

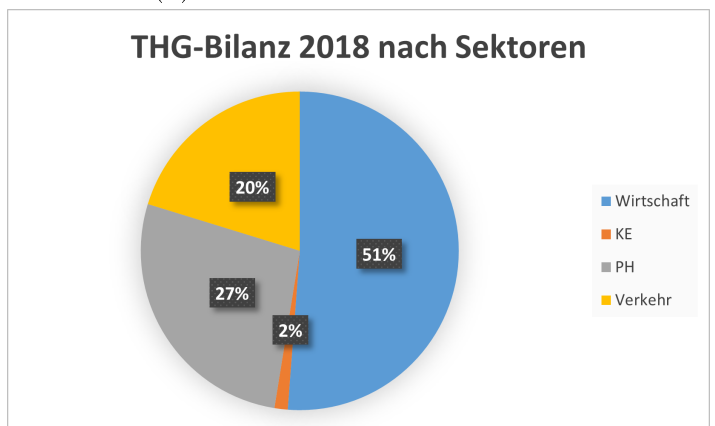


Abbildung 3.1: Energie- und Treibhausgasbilanz für das Jahr 2018 nach Sektoren. Den größten Anteil stellt der Wirtschaftssektor gefolgt von den Privathaushalten. Die kommunalen Einrichtungen tragen etwa 1 % zum Endenergiebedarf bei.

Interessant ist weiterhin die Betrachtung der Nutzung der Endenergie. Hierbei kann man beispielsweise in Wärme (Raum-/Heizwärme und Prozesswärme), Mobilität und Elektrizität unterscheiden. Elektrizität wiederum stellt dann die Nutzung elektrischer Energie für verschiedenste Einsatzzwecke (z.B. Raumbeleuchtung, Haushaltsgeräte, Produktionsmaschinen) dar. Hierbei ist die in der Bilanz ausgewiesene Nutzung elektrischer Energie im Sektor Verkehr nicht enthalten. Diese Aufteilung ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Man erkennt hierin, dass der Wärmesektor im Jahr 2018 60 % des Endenergiebedarfs der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) ausmacht, wohingegen Mobilität 19 % und Elektrizität 21 % Anteil am Endenergieverbrauch stellen. Der Bereich Wärme umfasst hierbei Raumwärme und Prozesswärme.

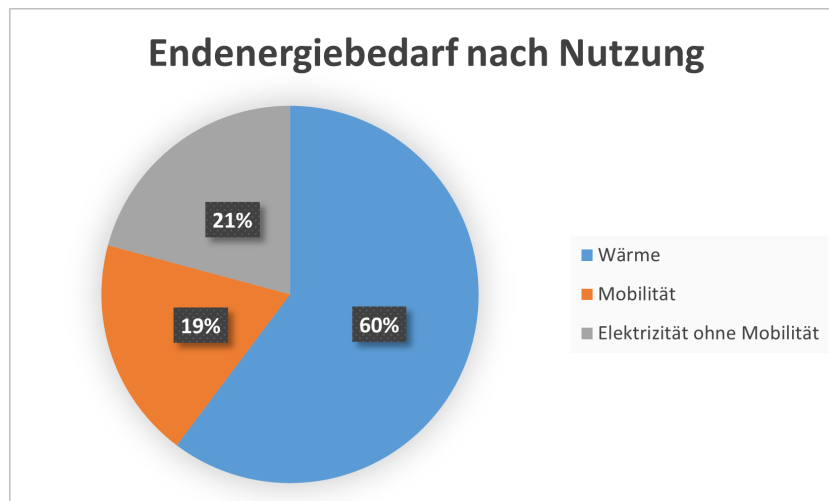
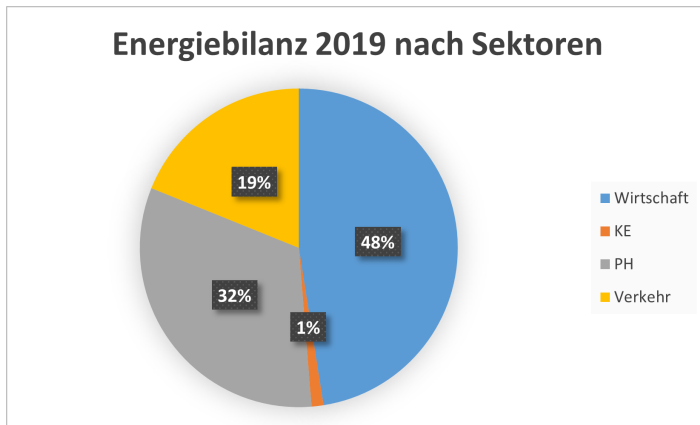


Abbildung 3.2: Der Endenergiebedarf der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) im Jahr 2018 nach Nutzung. Der überwiegende Teil der Endenergie wird für Wärmezwecke verwendet.

3.2 Energie- und Treibhausgasbilanz des Jahres 2019

Der gesamte Energiebedarf kann für das Bilanzjahr 2019 mit rund 433 GWh und einer Datengüte von 0,86 angegeben werden. Die Treibhausgasemissionen in CO₂-äquivalenten belaufen sich auf eine Gesamtemission von rund 127.132 t. Mit der Einwohnerzahl der Verbandsgemeinde des Jahres 2019 von 12123 ergibt sich daher eine Emission pro Einwohner und Jahr von rund 10,5 t. Die gesunkenen Emissionen trotz gestiegenem Energiebedarf erklären sich durch Änderung in der Verteilung des Energiebedarfs der einzelnen Energieträger sowie geänderte Emissionsfaktoren (beispielsweise bei der Elektrizität). Die sektorale Verteilung der Energiebilanz ist in Abbildung 3.3a abgebildet. Auch im Jahr 2019 war der größte Endenergiebedarf im Wirtschaftssektor zu verzeichnen, gefolgt von den Privathaushalten und dem Verkehrssektor. Die kommunalen Einrichtungen und Infrastrukturen weisen 1 % des Endenergiebedarfs auf. Die Zuordnung des Endenergiebedarfs nach Nutzung ist in Abbildung 3.3b ersichtlich. Auch im Jahr 2019 wird der Großteil der Endenergie für Wärmezwecke genutzt.

(a) Endenergiebilanz im Jahr 2019



(b) Endenergiebedarf nach Nutzung im Jahr 2019

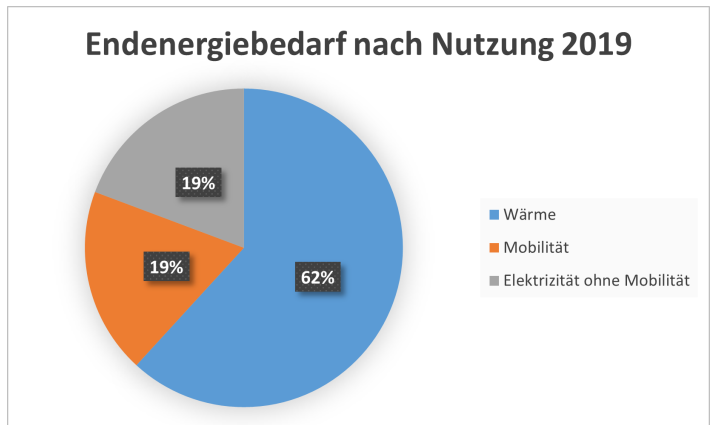


Abbildung 3.3: Energiebilanz des Jahres 2019. Die sektorale Verteilung hat sich marginal zu den Privathaushalten verschoben. Der Anteil der Nutzung für Wärmezwecke hat sich ebenso minimal erhöht.

3.3 Fazit und Vergleich

Der Vergleich der THG-Emissionen der VG Lambrecht (Pfalz) mit dem Bundesdurchschnitt findet sich in folgender Tabelle 3.3. Mit einem Pro-Kopf-Ausstoß in CO₂-äquivalenten von 10,9t im Jahr 2018 und 10,5t liegt der Ausstoß von Treibhausgasen je Einwohner über dem Bundesdurchschnitt⁵ von 10,2t (2018) bzw. 9,6t. Die Reduktion der THG-Emissionen liegt zusätzlich unter dem Bundesdurchschnitt.

Tabelle 3.3: Vergleich der THG-Emissionen in CO₂-äquivalenten der Bundesrepublik Deutschland und der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz). Die Pro-Kopf-Emissionen in der VG Lambrecht liegen über dem Bundesdurchschnitt und auch die Verringerung der Emissionen fiel niedriger als im Bundesdurchschnitt aus.

	Bundesrepublik Deutsch- land	Veränderung zum Vorjahr	Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz)	Veränderung zum Vorjahr	Abweichung vom Bundes- durchschnitt
	THG- Emission		THG- Emission		
2018	10,2t		10,9t		6,8%
2019	9,6t	−5,9%	10,5t	−3,7%	9,4%

Damit besteht augenscheinlich für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) in allen Bereichen Verbesserungsbedarf.

3.4 Zusammenfassung

Die nach Bilanzierungs-Systematik-Kommunal (BISKO) berechnete Energiebilanz nach endenergiebasiertem Territorialprinzip wird über für die jeweiligen Brennstoffe über heizwertbezogene spezifische Emissionsfaktoren in Treibhausgasemissionen für die Treibhausgasbilanz umgerechnet. Hierbei wird jeweils die energiebedingte Vorkette berücksichtigt. Im Fall von Erdgas sind also beispielsweise Methanleckagen und der Betrieb der Leitungsinfrastruktur enthalten.

Die Berechnung der Bilanzen wird sektoral aufgeteilt betrachtet. Es werden die Sektoren Wirtschaft (Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie), kommunale Einrichtungen und Privathaushalte des stationären Bereichs, sowie der Verkehrssektor betrachtet. Als Datengrundlage dienen für die leitungsgebundenen Energieträger Angaben der Energieversorgungsunternehmen, für den Verkehrssektor Daten des VRN. Diese Daten werden über den Datenlieferungsservice der Energieagentur Rheinland-Pfalz bezogen. Für die

⁵Berechnung mit den Zahlen aus <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung> und der amtlichen Einwohnerzahl Deutschlands

nicht-leitungsgebundenen Energieträger wird der Energiebedarf mithilfe von Kehrbuchdaten, welche von den Bezirksschornsteinfegern bereitgestellt wurden, aus Kesseldaten unter Annahme von Vollbenutzungsstunden berechnet. Zur Kalibration werden die Erdgasverbräuche verwendet.

Als Ergebnis erhält man die in folgender Tabelle 3.4 angegebene Bilanz:

Tabelle 3.4: Endenergiebedarf sowie zugehörige Treibhausgas-Emissionen auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) als Mittelwert der Jahre 2018 und 2019.

	Mittelwert der Jahre 2018 und 2019
Endenergiebedarf	430,5 GW h
Davon Elektrizität	92,5 GW h
Treibhausgas-Emissionen	130.055 t
Treibhausgas-Emissionen je Einwohner	10,68 t

Die Pro-Kopf-Emissionen in der VG Lambrecht liegen über dem Bundesdurchschnitt und auch die Verringerung der Emissionen fiel niedriger als im Bundesdurchschnitt aus.

4 Potenzialanalyse

4.1 Regenerative Energien

Im Folgenden soll das Potenzial für regenerative Energien auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) untersucht werden. Für Elektrizität wird sich hierbei auf die Nutzung von Sonnenenergie über Photovoltaik und Wasserkraft beschränkt, da Windkraftanlagen aufgrund der Lage im Biosphärenreservat zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Konzepts ausgeschlossen sind (Unterabschnitt 4.1.6).

Im Wärmesektor wird Sonnenenergie mittels Solarthermie, Biomasse sowie Umweltwärme betrachtet. Unterschieden wird dabei in das Gebiet der Verbandsgemeinde, sowie in Liegenschaften (außer Wohngebäude) der Verbandsgemeinde samt Ortsgemeinden.

Für das Gebiet der Stadt Lambrecht (Pfalz) finden sich weiterhin auch detaillierte Angaben im integrierten energetischen Quartierskonzept für die Stadt Lambrecht (Pfalz) aus dem Jahre 2020 [10].

4.1.1 Photovoltaik

Dachflächen

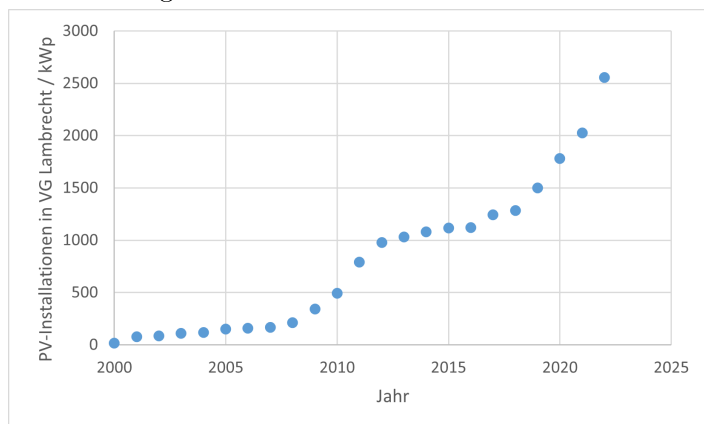
Das technische Potenzial für Photovoltaik der kommunalen Liegenschaften beläuft sich gemäß Auswertung mittels Solarkataster des Landes Rheinland-Pfalz auf 3,0 MW für Nichtwohngebäude und 0,7 MW für kommunale Wohngebäude (Vermietungen). Bei einem jährlichen Ertrag von 700 kW h kW^{-1} (niedrig angesetzt wegen Mittelung über alle Neigungen und Himmelsrichtungen sowie eventuelle Verschattungseffekte) reicht der anzunehmende Ertrag auf den Dachflächen der Nichtwohngebäude somit um den jährlichen kommunalen Strombedarf der Nichtwohngebäude von ca. 1,8 GW h zu decken. Zusätzlich wäre aber im Rahmen der Wärmewende gemäß Zielsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie bis 2030 das für Wärmezwecke verwendete Erdgas durch treibhausgasneutrale Energiequellen zu ersetzen [11]. Hier kommen sowohl Biomasse als auch elektrische Wärmepumpen in Frage.

Durch den Einsatz von elektrischen Wärmepumpen steigt in Abhängigkeit von der Jahresarbeitszahl der Anlage jedoch der Strombedarf, welcher bilanziell zu decken wäre. Der verbleibende Ertrag könnte bei einer JAZ von 3 etwa ein Drittel des für Wärmezwecke benutzten Erdgases ersetzen. Die Treibhausgaseinsparung gegenüber der direkten Verwendung fossiler Energieträger.

Auf sämtlichen Dachflächen der Verbandsgemeinde beläuft sich das Potenzial auf 136 MW [13] oder ebenfalls mit konservativer Annahme von 700 kW h kW^{-1} $\text{kWh}/(\text{a} \cdot \text{kWp})$ einen Jahresertrag von 95,2 GW h. Dieser Ertrag würde genügen um den Strombedarf auf dem

Gebiet der Verbandsgemeinde gemäß der Energiebilanz der Jahre 2018 und 2019 bilanziell zu decken. Der zum Stichtag 31.12.2022 bereits erfolgte Ausbau laut Marktstammdatenregister (Berücksichtigung der Registrierungen bis 05.01.2023) liefert eine aktuell im Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) installierte Photovoltaik-Kapazität von 2,55 MW. Die Entwicklung der installierten Photovoltaik-jeweils zum 31.12 eines Kalenderjahres wird in Abbildung 4.1a gezeigt, der in den Kalenderjahren seit dem Jahr 2000 erreichte jährliche Zubau ist in Abbildung 4.1b ersichtlich.

(a) Zeitliche Entwicklung der installierten PV-Nennleistung



(b) Jährlicher Zubau an PV-Nennleistung

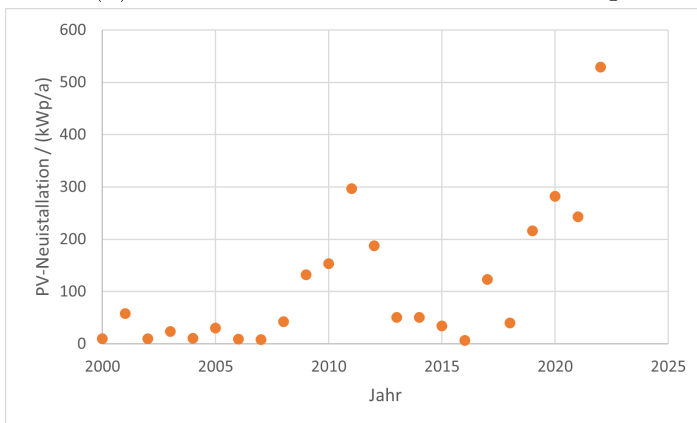


Abbildung 4.1: Zeitliche Entwicklung der auf den Dachflächen der VG Lambrecht installierten PV-Nennleistung laut Marktstammdatenregister und daraus berechnete jährliche Zubaurate.

Freiflächen

Das Potential für Freiflächen PV-Anlagen ist aufgrund der planungsrechtlichen Vorgaben schwieriger abzuschätzen. Zunächst kommen Flächen entlang der linienförmigen Verkehrsinfrastruktur in Frage.

Zusätzlich kann ein theoretisches Potenzial für die landwirtschaftlichen Flächen abgeschätzt werden. Hierbei müssen zusätzlich zum Ertrag, welcher vom Standort abhängt, eine Leistungsdichte angenommen werden. Nach [14] kann hier eine Leistungsdichte zwischen 47 MW km^{-2} bis 152 MW km^{-2} angenommen werden. Auf den $2,74 \text{ km}^2$ landwirtschaftlicher Fläche ließen sich somit $128,8 \text{ MW}$ bis $416,5 \text{ MW}$ erreichen. Da bei diesen Anlagen für jeden Standort die optimale Ausrichtung gewählt werden kann, ist bei diesen Anlagen im Vergleich zu den Dachflächen ein höherer spezifischer Ertrag anzunehmen. Für diese Abschätzung sei dieser als 900 kWh kW^{-1} geschätzt. Damit ließen sich ein weiterer Jahresertrag $115,9 \text{ GW h}$ bis $374,9 \text{ GW h}$ erzielen.

Für eine genauere Einschätzung des menschen- und naturverträglich umsetzbaren Potentials wäre eine genauere Untersuchung aller Landwirtschaftsflächen und die Einordnung

derselben in die Raumwiderstandsklassen notwendig. Anschließend wären weitere planerische Schritte einzuleiten.

4.1.2 Wasserkraft

Aktuell sind laut Marktstammdatenregister auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) zwei Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 210 kW installiert. Laut Energieatlas Rheinland-Pfalz speiste diese Anlage in den Jahren 2010 bis 2020 zwischen 275 MW h und 606 MW h elektrische Energie ein. Im Mittel dieser Jahre waren es 435 MW h. Dies entspricht Jahresdauerstunden von 1310 h bis 2886 h mit einem Mittelwert von 2073 h.

Die weitere Erschließung von Wasserkraftanlagen kann als schwierig angenommen werden, da aufgrund der niedrigen zu erwartenden Jahresdauerstunden und aufgrund hoher Anforderungen an die Umweltverträglichkeit der Neuanlagen hohen Investitionskosten, diese unwirtschaftlich erscheinen lassen. Weiterhin ist für neue Standorte auch das wasserrechtliche Genehmigungsverfahren komplett zu durchlaufen. Mögliche Standorte für kleinere Anlagen können Stellen sein, an denen aktuell bereits Wasserkraftanlagen ohne elektrischen Generator betrieben werden (z.B. mechanische Wasserräder). Diese weisen dann jedoch meist eine sehr niedrige Leistung im Bereich einiger kW auf. So nennt das integrierte energetische Quartierskonzept einen Standort [10]. Ein weiteres Potential für die Nutzung von Wasserkraft stellt der Abfluss der Kläranlage Lambrecht (Pfalz) in den Speyerbach dar. Das Potenzial für ein Wasserkraftwerk am Abfluss der Kläranlage soll im Folgenden abgeschätzt werden. Die Leistung P eines Wasserkraftwerks ist abhängig vom Wasserdurchfluss Q , der Fallhöhe h , der Fallbeschleunigung auf der Erde g , der Dichte des Wassers ρ und dem Gesamtwirkungsgrads des Kraftwerks η . Es gilt:

$$P = Qhg\rho\eta = c_1 Qh \quad (4.1)$$

Der Gesamtwirkungsgrad η ergibt sich aus dem Produkt der Wirkungsgrade von Zulauf, Wasserturbine, Getriebe, Generator sowie Transformator und wird hier als $\eta \approx 0,8$ angenommen [15]. Daraus folgt $c_1 = 8 \text{ kN m}^{-3}$.

Der Spitzenabfluss an der Kläranlage Lambrecht (Pfalz) unterscheidet sich je nach Regenwetter oder Trockenwetter. Zusätzlich gibt es eine maximal erlaubte Einleitung pro Jahr von 620.000 m^3 , woraus der zu erwartende maximale Jahresertrag abgeschätzt werden kann. Dieser ergibt sich zu maximal etwa 6200 kW h . Die Spitzenleistung bei Regenwetter kann zu $2,5 \text{ kW}$ und bei Trockenwetter zu $1,5 \text{ kW}$ berechnet werden. Verteilt man den Jahresertrag gleichmäßig auf die Jahresstunden, so ergäbe sich eine Dauerleistung von $0,7 \text{ kW}$.

Auf die Berechnung des technischen Linienpotentials der Fließgewässer soll im Zuge der Erarbeitung dieses Konzepts verzichtet werden. Insgesamt kann das Wasserkraftpotential auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) im Rahmen der Naturverträglichkeit als nahezu ausgeschöpft angesehen werden.

4.1.3 Geothermie

Bei Geothermie ist zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie zu unterscheiden. Bei der oberflächennahen Geothermie sind wiederum Sonden in 100 m bis 200 m tiefen Bohrungen und Kollektoren in einigen Metern Tiefe zu unterscheiden. Tiefengeothermie eignet sich neben der Gewinnung von Wärme auch zur Elektrizitätserzeugung. Auch die Förderung von Lithium aus Thermalwasser ist derzeit in der Erforschung. Die oberflächennahe Geothermie weist hingegen ein deutlich niedrigeres Wärmeniveau auf und eignet sich daher nur für Wärmezwecke. Oberflächennah erfolgt durch Sonneneinstrahlung und Regen Wärmeeintrag und –speicherung.

Potenzialberechnung für geothermische Flächenkollektoren

Für eine theoretische Potenzialberechnung wird die Wohnbaufläche von 2,39 km² laut statistischem Landesamt herangezogen. Es wird davon ausgegangen, dass hiervon 50 % genutzt werden können. Diese Fläche wird als ein Kollektor mit Entzugsleistung von 10 W m⁻² und 1800 Betriebsstunden pro Jahr betrachtet. Damit ergibt sich für die Verbandsgemeinde Lambrecht ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von 21,5 GW h aus Flächenkollektoren.

Potenzialberechnung für geothermische Erdwärmekörbe

Eine weitere Form der oberflächennahen Geothermie ohne Sondenbohrung stellen sogenannte Erdwärmekörbe dar. Dies sind Kollektorleitungen in einigen Metern Tiefe. Wie bei Sondenbohrungen muss zwischen den einzelnen Entzugsstellen jedoch ein Abstand eingehalten werden, um dem Erdreich die Regeneration zu ermöglichen und damit dauerhafte Nutzbarkeit zu gewährleisten. Für die Potenzialermittlung wird analog 50 % der Wohnbaufläche herangezogen. Pro Korb wird inkl. Abstand zu den weiteren (in dichtester Kreispackung angeordnet) eine Fläche von 73 m² angenommen. Die Entzugsleistung kann mit 1 kW pro Korb veranschlagt werden. Wie zuvor soll mit 1800 Betriebsstunden im Jahr gerechnet werden. Somit käme man auf ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von 29,5 GW h.

Erdwärmekörbe können für Trinkwasserschutzgebiete eine genehmigungsfähige Alternative sein, da sie gegebenenfalls unter vertretbarem technischem Aufwand mit destilliertem Wasser betrieben werden können.

4.1.4 Solarthermie

Die Nutzung von Sonnenenergie zu Wärmezwecken mittels Solarthermie steht in Flächenkonkurrenz zur Elektrizitätsanwendung mittels PV (teilweise Lösung des Konflikts: siehe Unterabschnitt 4.1.5). Bei der Solarthermie wird im Gegensatz zur PV die Strahlungsenergie der Sonne in Wärmeenergie eines Fluids (in der Regel ein Gemisch Frostschutzmittel wie Propylenglycol und Wasser, oder Luft) gewandelt. Die so gewonnene Wärme kann bei ausreichender Strahlungsleistung direkt genutzt werden. Zusätzlich

kann bei Überproduktion oder für die Direktnutzung nicht ausreichendem Temperaturniveau z.B. eine Erdwärmequelle regeneriert bzw. aufgeladen werden. Auch die Nutzung als Quelle einer Wärmepumpe ist möglich. Der Wirkungsgrad bei der Solarthermie beträgt je nach verwendeter Technik ca. 50 % bis 70 %.

Das technische Potenzial auf den Dachflächen der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) kann wie bei der PV aus dem Solarkataster des Landes Rheinland-Pfalz entnommen werden. Für alle Dachflächen der Verbandsgemeinde liegt auch hier die im Energieatlas Rheinland-Pfalz veröffentlichte Auswertung vor. Diese beziffert das jährliche Wärmebereitstellungspotenzial durch Solarthermie zu ca. 137.671 MW h [13].

Die Datenlage zu den bereits realisierten Anlagen ist im Vergleich zur PV eingeschränkt, da es kein zentrales Register gibt. Der Energieatlas Rheinland-Pfalz bietet jedoch die Auswertung von BAFA-Förderdaten an. Diese liegen auf Landkreisebene vor und werden gemäß Einwohnerzahl auf die Verbandsgemeinde umgerechnet. Der Ertrag wird aus der so erhaltenen Kollektorfläche mit einer Landkreis-bezogenen Solarstrahlungskonstante und Wirkungsgrad mit Unterscheidung von reinen Warmwasser-Anlagen und Anlagen für Warmwasser und Heizung berechnet. Dieser Ertrag belief sich im Jahr 2020 zu 549 MW h. Damit ist das Potenzial erst zu 0,4 % genutzt.

Auch Solarthermie kann in Freiflächenanlagen umgesetzt werden. Hier gelten die Einschränkungen analog wie bei PV. Von einer Potenzialberechnung soll an dieser Stelle abgesehen werden.

4.1.5 Photovoltaik-Thermische (PVT) Hybridmodule

Eine Möglichkeit die Flächenkonkurrenz zwischen PV und Solarthermie aufzulösen bietet sich durch die Kombination von PV-Elementen und Thermischen Elementen in einem Solarmodule. Diese werden auch Photovoltaik-Thermische (PVT) Hybridmodule genannt. Diese Hybridmodule liefern sowohl Elektrizität als auch Wärme.

Es können vereinfacht zwei Möglichkeiten unterschieden werden. Zunächst ist die Bevorzugung der Solarthermie möglich, welche zu einem geringeren Wirkungsgrad der PV und damit geringerer Flächenenertrag für elektrische Energie führt. Bei der zweiten Möglichkeit wird genutzt, dass sich Photovoltaik-Module durch die Absorption der Solarstrahlung erwärmen. Dies verringert bei herkömmlichen PV-Modulen in geringem Maße die Leistung (in der Größenordnung von $0,5 \% K^{-1}$). Diese Wärme kann jedoch technisch abgeführt werden. Gleichzeitig ist bei dieser offenen Bauweise meist die Nutzung von Umweltwärme durch die Module als Wärmequelle für eine Wärmepumpenanlage möglich. Man kann als Abschätzung auf jede Einheit elektrischem Ertrag etwa 3 Einheiten Wärmeenertrag rechnen. Damit wären bei vollständiger Nutzung der Dachflächen der Verbandsgemeinde mit PVT zu den weiterhin 95,2 GW h Elektrizitätsertrag zusätzlich 285 GW h an technischem Wärmepotenzial verfügbar. Dieses kann auch als Wärmequelle einer Wärmepumpe verwendet werden. Das im Vergleich mit dem Wärmebereitstellungspotenzial durch Solarthermie [13] erhöhte maximale Wärmebereitstellungspotenzial durch PVT lässt sich über die Berechnungsmethodik erklären. Für die Potenzialberechnung für Solarthermie im Energieatlas Rheinland-Pfalz werden für jede Dacheinfläche maximal $10 m^2$ Solarthermiekollektor gerechnet, um eine Überschätzung des wirtschaftlich rea-

lisierbaren Potenzials zu vermeiden. Dies trifft prinzipiell ebenso auf die Nutzung von PVT zu. Der Vergleich zeigt jedoch, dass durch die Kombination sowohl das technische Potenzial für Elektrizität aus PV, als auch das Wärmebereitstellungspotenzial durch Solarthermie gleichbleibend mit den Dachflächen bereitgestellt werden könnte, da die Flächeneffizienz marktüblicher auf PV-Ertrag optimierter PVT-Module in der Größenordnung handelsüblicher PV-Module liegt.

Für die Nutzung von PVT in Freiflächenanlagen gelten ähnliche Einschränkungen wie zuvor in Unterunterabschnitt 4.1.1 dargelegt. Trifft man hierzu ebenfalls die Annahme, dass auf jede Einheit Strom drei Einheiten Wärme gewonnen werden, so käme man hier auf ein Potenzial auf allen landwirtschaftlichen Flächen im Bereich von 347,7 GW h bis 1124,7 GW h. Insbesondere für sommerliche Überschüsse bei hohem Termperaturniveau des Wärmeträgers sollte hierbei gleichzeitig ein saisonaler Speicher vorgesehen werden.

4.1.6 Windkraft

Nach § 2 der Landesverordnung über das Biosphärenreservat Pfälzerwald als deutscher Teil des grenzüberschreitenden Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen vom 23. Juli 2020 (BRPfälzerwaldV RP) ist die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) Teil des Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen. Damit ist derzeit nach den Schutzbestimmungen des § 7 BRPfälzerwladV RP die Errichtung von Windkraftanlagen generell ausgeschlossen. Darunter fallen auch genehmigungsfreie Kleinwindkraftanlagen.

4.1.7 Biomasse

Bei der energetischen Verwendung von Biomasse kann man grob zwei Varianten unterscheiden: die direkte Verwertung der Biomasse oder die indirekte, z.B. die bei Faulung entstehenden Gase.

Aufgrund des hohen Waldanteils von 91,4 % ist hier ein hohes Potenzial zu erwarten. Im energetischen Quartierskonzept für die Stadt Lambrecht wurde das Potenzial aus der Energieholzgewinnung auf 15.835 Erntefestmeter (Efm) pro Jahr geschätzt. Hierbei wurde der Vergleich zu Enkenbach-Alsenborn über den „Masterplan 100 % Klimaschutz“ als Berechnungsgrundlage herangezogen. Bei einem angenommenem durchschnittlichem Energiegehalt von 2 MW h pro Efm ergibt dies ein Biomassepotenzial aus Energieholzgewinnung von rund 32 GW h. Im Mittel der zuvor erläuterten Energiebilanzen werden rund 17 GWh aus Biomasse genutzt. Unter der Annahme, dass dies schon überwiegend aus lokalem Brennholz realisiert wird, kann das Biomassepotenzial aus Energieholzgewinnung als zu rund 53 % ausgeschöpft angesehen werden.

Nimmt man für die landwirtschaftliche Fläche von rund 2,74 km² die ausschließliche Bepflanzung mit Energiepflanzen an, so ergibt sich ein maximales theoretisches Potenzial im Bereich von ca. 5 GW h (Zuckerrüben) bis 16 GW h (Silomais). Unter Annahme von extensivem Grünland kann man das Potenzial zu etwa 1,4 GW h abschätzen.

Die energetische Verwertung von Grünschnitt und weiteren landschaftspflegerischen Reststoffen könnte ggf. über Kooperationen erfolgen. Auch ist insbesondere im Fall von extensivem Grünland eine Kombination mit Freiflächen-Photovoltaikanlagen gut denkbar.

4.2 Wärmebedarf von Wohngebäuden und Einsparpotential durch energetische Sanierung

Für die Bilanzierung mit dem Klimaschutz-Planer werden die Heizkessel aus den Kkehrbuchdaten in Leistungsklassen zusammengefasst. Aus der Zahl der Kessel pro Leistungsklasse wird dann über die Annahme von Vollbenutzungsstunden der Wärmebedarf, bzw. der Primärenergiebedarf berechnet. Alternative kann man aus Zensus-Daten zum Gebäudebestand und statistischen Daten zum Wärmebedarf der Baualtersklassen eine Schätzung vornehmen. Eine weitere Möglichkeit ergibt sich über die Kkehrbuchdaten. Hierzu werden die Kessel je Energieträger in vier Gruppen sortiert und innerhalb der Gruppen die Wärmeleistung summiert. Diese Summe kann wiederum über die Annahme von Vollbenutzungsstunden in einen Wärmebedarf umgerechnet werden. Zusätzlich werden je Gruppe die durchschnittliche Wärmeleistung und das durchschnittliche Alter, der Median der Wärmeleistung und der Median des Alters bestimmt werden.

Die Abschätzung des Wärmebedarfs der Privathaushalte aus Daten des Zensus 2011 kann dem Klimaschutz-Planer entnommen werden: 86.620,56 MW h.

Hierbei wird unterschieden in Anlage bis 100 kW Nennwärmeleistung (für die Bilanz wurden diese den Privathaushalten zugerechnet) und Anlagen über 100 kW Nennwärmeleistung (bei der Bilanz der Wirtschaft zugerechnet). In beiden Fällen wird zwischen Zentral- und Einzelraumfeuerstätten unterschieden.

Betrachtet man die Zahl der Zentralfeuerstätten unter 100 kW Nennwärmeleistung, so sind dies insgesamt 5225 Stück, wovon 77 % Erdgaskessel, 16 % Heizölkessel und 6 % Biomassekessel sind. Insgesamt ist eine Nennwärmeleistung von ca. 115 MW in Form von Zentralfeuerstätten unter 100 kW Einzelleistung installiert. Davon stellen Erdgaskessel 74 %, Heizölkessel 19 % und Biomassekessel 6 %. Der durchschnittliche Erdgaskessel ist 19 Jahre alt (2023 – Baujahr laut Kkehrbuch) und hat eine Nennwärmeleistung von 21 kW. Für den Energieträger Heizöl sind dies 26 Jahre und 27 kW.

Einzelfeuerstätten mit einer Nennwärmeleistung unter 100 kW gibt es 4167, wovon 76 % Biomasse und 21 % Erdgas als Energieträger nutzen. Die Nennwärmeleistung summiert sich auf rund 34 MW, wovon 67 % auf Biomasse und 30 % auf Erdgas entfallen. Die durchschnittliche Nennwärmeleistung der ca. 3100 Einzelfeuerstätten für naturbelassenes Holz liegt bei 7 kW, der Median bei 6,5 kW. Betrachtet man beim Alter der Zentralfeuerstätten das gewichtete Mittel der Anlagen aller Energieträger so erhält man ein mittleres Alter von 20,4 Jahren (gewichtet nach relativer Anzahl) bzw. 20,7 Jahren (gewichtet nach Anteil an der Gesamtnennwärmeleistung). Beim Median erhält man ein gewichtetes mittlere Alter von 19,8 Jahren bzw. 20,1 Jahren.

Bei den Einzelraumfeuerstätten sind einige Anlagen enthalten, bei denen kein Baujahr bekannt ist. Dies wirkt sich auf das arithmetische Mittel stärker aus, als auf den Median. Das gewichtete Mittel des Mittelwerts liegt bei den Einzelraumfeuerstätten unter 100 kW kW Nennwärmeleistung bei rund 37 Jahren, während der Median bei 19 Jahren (nach relativer Zahl gewichtet) bzw. rund 20 Jahren (gewichtet nach Anteil an Gesamtnennwärmeleistung) liegt. Betrachtet man ebenso das gewichtete Mittel der Nennwärmeleistung, so landet man bei 21,3 kW (Mittel der Medianwerte gewichtet mit relativer Anzahl) bis

22,2kW (Mittel der arithmetischen Mittelwerte gewichtet mit Anteil an der Gesamtnennwärmeleistung). Bei den Einzelraumfeuerstätten liegt dies bei 6,4kW (Mittel der Medianwerte gewichtet nach relativer Zahl oder gewichtet nach Anteil an der Gesamtnennwärmeleistung), 8kW (Mittel der mittleren Leistung gewichtet mit relativer Zahl) bzw. 8,4kW, wenn als Gewicht der Anteil an der Gesamtnennwärmeleistung verwendet wird.

Das Potential durch Sanierung bzw. Tausch von Heizkesseln kann aufgrund des so bestimmten, als eher hoch zu bezeichnenden, typischen Alters der Feuerstätten als hoch betrachtet werden. Gleichzeitig stellt dies (unter Annahme homogenen Verhaltens über alle Wohngebiete hinweg) gute Voraussetzungen dar, um überall, wo aufgrund von ausreichender „Wärmedichte“ ein wirtschaftlicher Betrieb eines Wärmenetzes zu erwarten ist, in die leitungsgebundene Wärmeversorgung einzusteigen. Eine höhere Bereitschaft für Wärmenetzanschlüsse ist bei höherem Alter der Heizungsanlage zu erwarten.

Bei den Anlagen mit Nennwärmeleistung über 100kW gibt es 38 Zentralfeuerstätten, wovon 82 % Erdgas, 11 % Heizöl und 9 % Biomasse als Energieträger nutzen. Den größten Anteil an der Gesamtnennwärmeleistung decken Erdgaskessel mit 74 % gefolgt von Heizöl mit 10 %. Die verbleibenden 16 % entfallen auf Biomassekessel (Hackschnitzel, Holzpellets und naturbelassenes Holz).

Nach den Daten des Zensus 2011 verteilt sich die Wohnfläche in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) wie in Abbildung 4.2 gezeigt auf. Hierbei entspricht ein Gebäude mit 1-2 Wohnungen einem Ein- oder Zweifamilienhaus (EFZH) und ein Gebäude mit mehr Wohnungen einem Mehrfamilienhaus (MFH).

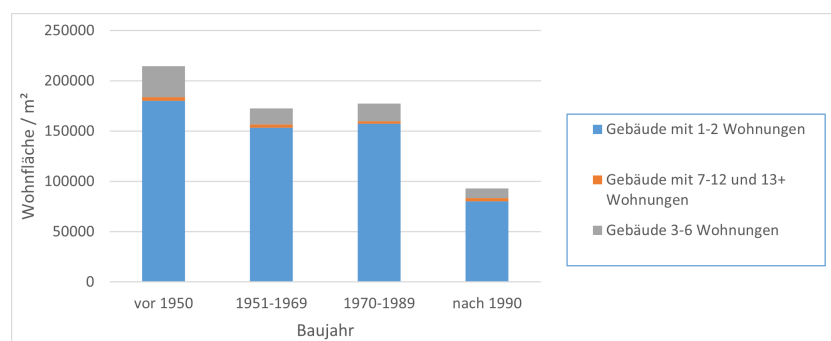


Abbildung 4.2: Verteilung der Wohnfläche nach Baujahr des Gebäudes in der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) nach Daten des Zensus 2011.

Um den Wärmebedarf aus diesen Daten abschätzen zu können, benötigt man den zu erwartenden Energieverbrauch pro Wohnfläche für die verschiedenen Baualtersklassen. Im Rahmen dieser Arbeit wird hierfür auf [16] verwiesen. Da sich jedoch die Zeiträume nicht decken, wird in den Fällen, in denen für eine Baualtersklasse aus den Daten des Zensus mehrere Baualtersklassen aus der Studie heranzuziehen wären, entsprechend interpoliert. Es ergeben sich damit die in Tabelle 4.1 aufgeführten spezifischen Endenergieverbräuche.

Tabelle 4.1: Spezifischer Endenergieverbrauch von Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäusern verschiedener Baualtersklassen. Die Daten aus [16] wurden für die Baujahre interpoliert, um zu den im Zensus 2011 erfassten Baujahren zu passen.

	Vor 1950	1951 bis 1969	1970 bis 1989	Nach 1990
EFZH/ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}}$	261,5	250	220	87
MFH/ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}}$	201	181	164	82

Mit diesen Werten für den spezifischen Endenergiebedarf bekommt man einen Wärmebedarf für Privathaushalte von etwa 121 GW h. Dieser Wert stimmt in der Größenordnung mit der Summe der für Wärmezwecke verwendeten Energieträger der Energiebilanzen für das Jahr 2018 und 2019 überein (112 GW h bzw. 120 GW h).

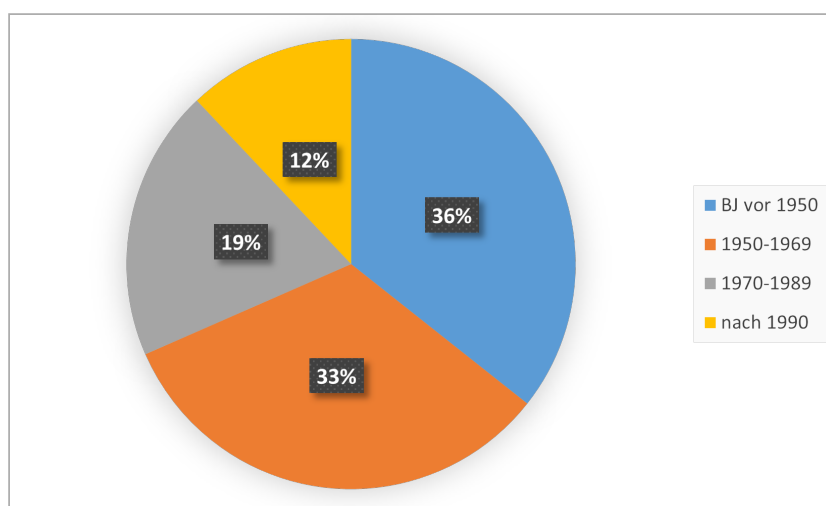


Abbildung 4.3: Anteil der Gebäude in der VG Lambrecht (Pfalz) nach Baualtersklassen gemäß Daten des Zensus 2011.

In der Bundesrepublik Deutschland trat am 1. November 1977 die erste Wärmeschutzverordnung in Kraft. Die Verteilung der Gebäude auf verschiedene Baualtersklassen ist in Abbildung 4.3 dargestellt. In der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) stellen Gebäude mit Baujahr vor 1970 einen Anteil von 69%. Nimmt man an, dass diese im Wesentlichen nicht saniert sind, so lässt dies auf ein hohes Einsparpotential durch energetische Sanierung schließen.

4.3 Elektrizitätsbedarf

Der aktuelle Bedarf an elektrischer Energie beträgt ca. 89 GW h (Bilanz 2018) bzw. ca. 84 GW h (Bilanz 2019). In Zukunft wird durch die Elektrifizierung der Sektoren Verkehr

und Wärme weiterer Bedarf hinzukommen.

Im Mittel der Bilanzjahre 2018 und 2019 wurden für Wärme in den Privathaushalten etwa 115 GW h aufgewendet, wovon ca. 15 % durch Biomasse gedeckt waren. Dementsprechend müssten (ohne energetische Sanierung des Gebäudebestands) weitere ca. 100 GW h durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Nimmt man Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3 an, so entspräche dies einem zusätzlichen Strombedarf von 30 GW h. Im Verkehrssektor wurden im Mittel der Jahre 2018 und 2019 laut Bilanz fossile Energieträger mit einem Energiegehalt von ca. 75 GW h genutzt. Unter Annahme einer Verdoppelung der Effizienz beim Umstieg von Verbrennungsmotor zu Elektromotor, würde dies bei gleichbleibendem Mobilitätsverhalten einem zusätzlichen Elektrizitätsbedarf von 37,5 GW h bedeuten. Damit würde sich der Gesamtbedarf an elektrischer Energie um fast 80 % auf ca. 160 GW h erhöhen. Dies liegt deutlich über dem in Unterunterabschnitt 4.1.1 dargelegten Ertragspotenzial durch Photovoltaik auf den bestehenden Dachflächen der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz).

Anzunehmen ist jedoch eine niedrigere Zunahme des Elektrizitätsbedarfs durch den Wärmesektor. Es ist anzunehmen, dass ein Teil des Wärmebedarfs durch zusätzlichen Einsatz von Biomasse gedeckt wird. Ein weiterer Faktor ist energetisches Sanieren, welches in zweifacher Hinsicht einen Vorteil bietet. Zum einen verringert dies den Wärmebedarf direkt, zum anderen kann davon ausgegangen werden, dass die Jahresarbeitszahl erhöht wird. Dadurch sinkt der Bedarf an elektrischer Energie, um den bereits gesunkenen Wärmebedarf mittels elektrischer Wärmepumpe zu decken. Dies wird im folgenden Kapitel 5 für verschiedene Szenarien berechnet.

4.4 Einsparpotential von Privathaushalten

Der Elektrizitätsbedarf in Privathaushalten verteilt sich auf verschiedene Anwendungsbereiche. Für einen typischen Privathaushalt kann nach [17] die in Abbildung 4.4 gezeigte Verteilung angenommen werden.

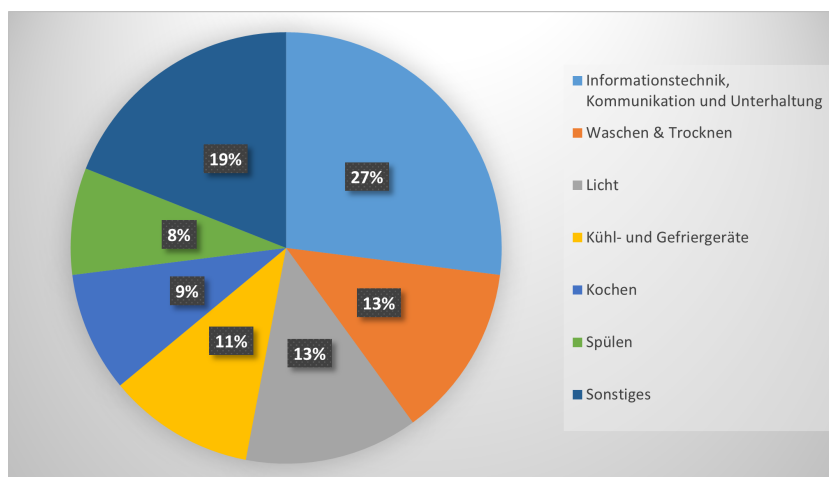


Abbildung 4.4: Strombedarf der Privathaushalte nach Anwendungsbereich [17].

Beim Einsparpotential kann unterschieden werden in Verringerung bei gleicher Nutzung durch eine Steigerung der Effizienz, sowie in Einsparung durch eine Änderung des Verhaltens (Suffizienz). Bei Effizienzsteigerungen kommt es in der Praxis durch den sogenannten Rebound-Effekt nicht selten zu einer Überkompensation der Einsparung durch verstärkte Nutzung. Idealerweise werden beide Einsparmöglichkeiten genutzt. Bei den Einsparungen durch Suffizienz sind auch Einsparungen erfasst, die sich durch eine Anpassung der Geräteausstattung an die Haushaltsgröße bzw. den Bedarf ergeben. Als Beispiel kann hierbei die Größe von Spülmaschine, Waschmaschine und Kühlschrank bei Auszug der erwachsenen Kinder und damit der Entwicklung zu einem Zwei-Personen-Haushalt genannt werden.

Die in der Realität umgesetzte Einsparung ist jedoch stark abhängig von konkreten Einzelfällen und daher auch schwierig zu beziffern. Im Folgenden sei auf der Basis einer Studie des Instituts für Energie und Umweltforschung Heidelberg [18] dennoch eine Einschätzung gegeben. In dieser Studie wurde das Einsparpotential in Zwei-Personen-Haushalten durch Modellierung abgeleitet. Auf ähnliche Weise könnte durch Kenntnis der Einwohnerstatistik sowie einer ähnlichen, aber größeren Modellierung genauere Daten für die Privathaushalte der Verbandsgemeinde Lambrecht ermittelt werden. Eine solche detaillierte Betrachtung ist aufgrund der schlechten lokalen Datenlage jedoch nicht durchführbar.

Die Daten aus der Studie [18] werden in den Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 nach Anpassung auf die in Abbildung 4.4 gewählten Nutzungen angegeben.

Tabelle 4.2: Einsparpotential durch Suffizienz-Maßnahmen für verschiedene Anwendungsbereiche.

	Anteil	Gesamt / MWh	Pro EW / kWh	Einsparpotential durch Suffizienz	Rest / MWh	pro EW / kWh
Gesamt	100 %	19.088	1568	44 %	8481	697
Informationstechnik, Kommunikation und Unterhaltung	27 %	5154	423	64 %	3298	271
Waschen und Trocknen	13 %	2481	204	42 %	1042	86
Licht	13 %	2481	204	18 %	447	37
Kühl- und Gefrier- geräte	11 %	2100	172	19 %	399	33
Kochen	9 %	1718	141	51 %	876	72
Spülen	8 %	1527	125	42 %	641	53
Sonstiges	19 %	3627	298	49 %	1777	146

Tabelle 4.3: Einsparpotenzial durch Effizienz-Maßnahmen für verschiedene Anwendungsbereiche.

	Anteil	Gesamt / MW h	Pro EW / kW h	Einsparpotenzial durch Effizienz	Rest / MW h	pro EW / kW h
Gesamt	100 %	19.088	1568	36 %	6940	570
Informationstechnik, Kommunikation und Unterhaltung	27 %	5154	423	23 %	1185	97
Waschen und Trocknen	13 %	2481	204	33 %	819	67
Licht	13 %	2481	204	84 %	2084	171
Kühl- und Gefrier- geräte	11 %	2100	172	71 %	1491	122
Kochen	9 %	1718	141	14 %	241	20
Spülen	8 %	1527	125	33 %	504	41
Sonstiges	19 %	3627	298	17 %	617	51

Nachfolgende Tabelle 4.4 zeigt zusammenfassend und vergleichend das Einsparpotenzial in Privathaushalten durch Steigerung der Genügsamkeit sowie der Effizienz. Hierbei ist auffällig, dass das Einsparpotenzial durch effizientere Nutzung (neue effizientere Geräte) außer in den Fällen Beleuchtung sowie Kühl- und Gefriergeräte niedriger einzustufen ist.

Tabelle 4.4: Zusammenfassung des Einsparpotenzials durch Suffizienz und Effizienzmaßnahmen je Anwendung nach [18]

	Suffizienz	Effizienz
Gesamt	44 %	36 %
Informationstechnik, Kommunikation und Unterhaltung	64 %	23 %
Waschen und Trocknen	42 %	33 %
Licht	18 %	84 %
Kühl- und Gefriergeräte	19 %	71 %
Kochen	51 %	14 %
Spülen	42 %	33 %
Sonstiges	49 %	17 %

Für die Einsparung von Treibhausgasen ist weiterhin eine Änderung der Nutzungszeiten hin zu Zeiten mit hohem Angebot von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen anzustreben. Hierunter fällt auch eine Steigerung der Eigenverbrauchsquote durch Verhaltensänderungen.

4.5 Einsparpotential im Bereich Mobilität

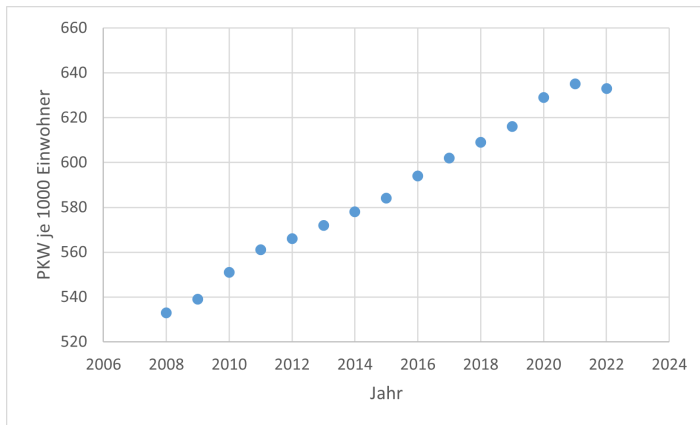
Bei im Betrachtungszeitraum der Jahre 2008 bis 2022 rückläufiger Bevölkerungszahl steigt die Zahl der PKW je 1000 Einwohner deutlich an. Dies ist nicht durch sinkende Bevölkerung bei gleichem PKW-Bestand zu erklären. Skaliert man beispielsweise die PKW-Dichte von 2008 bei 12.855 Einwohnern auf die Bevölkerungszahl von 2021 mit 12.115, so entspricht dies einer PKW-Dichte von 566 PKW je 1000 Einwohnern. Der reale Wert im Jahr 2021 liegt mit 635 PKW je 1000 Einwohner deutlich darüber. Somit kann der Anstieg der PKW-Dichte als signifikant betrachtet werden.

Nach Angaben des statistischen Landesamts Rheinland-Pfalz liegt die Dichte jedoch in allen Jahren unter dem Wert der Verbandsgemeinden mit Einwohnerzahl zwischen 10.000 und 20.000 Einwohnern.

Betrachtungen zur Fahrleistung und auch zur Verteilung der Mobilität auf die unterschiedlichen Mobilitätsformen (Modal-Split) sind ohne lokale Verkehrserhebungen deutlich erschwert. Nimmt man hier die in der Verbandsgemeinde Lambrecht gemeldeten PKW aus Abbildung 4.5a und die Fahrleistung der PKW auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde aus den Daten des Klimaschutz-Planers (ohne Betrachtung von Start- und Ziel, d. h. auch unter Berücksichtigung reinen Durchgangsverkehrs) so erhält man im Mittel der Jahre 2018 und 2019 eine durchschnittliche Fahrleistung pro in der Verbandsgemeinde Lambrecht gemeldetem PKW von 11.247 km.

Nach den Daten aus dem Klimaschutz-Planer ergibt sich der in Abbildung 4.5b gezeigte Modal-Split. Dieser ist mit 70 % stark durch den MIV geprägt. Fahrrad- und Fußverkehr machen nach diesen Daten nur 2 % bzw. 3 % des Verkehrsaufkommens aus. Dies kann sowohl durch Durchgangsverkehr (sowohl im Straßen- als auch im Schienenverkehr), als auch durch die Siedlungsstruktur (lange Wege und Topografie) begründet werden.

(a) PKW-Dichte in der VG Lambrecht (Pfalz)



(b) Modal-Split für die VG Lambrecht (Pfalz)

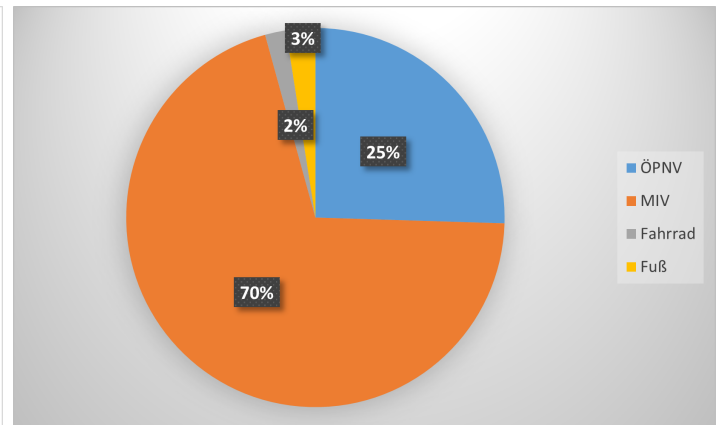
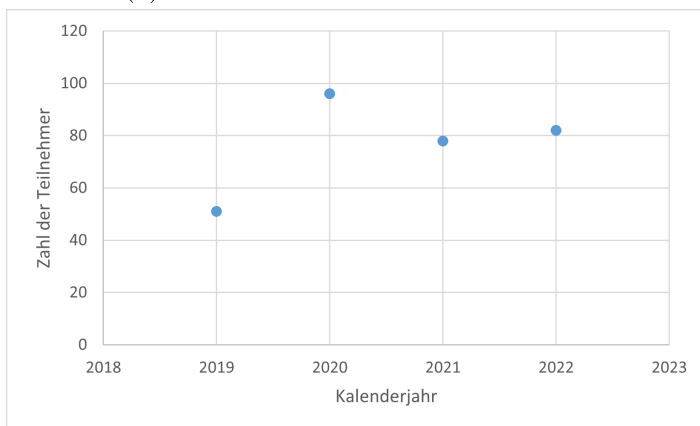


Abbildung 4.5: Entwicklung der PKW-Dichte auf dem Gebiet der VG Lambrecht und Modal-Split. Der Modal-Split ist deutlich von MIV geprägt, während Fahrrad und Fußverkehr kaum eine Rolle spielen.

In den Jahren 2019 bis 2022 liegen aufgrund der Teilnahme der Verbandsgemeinde Lambrecht bei der Aktion Stadtradeln des Klima-Bündnisses lokale Daten zum Radverkehr innerhalb dieser Aktionswochen vor. Ob es sich bei den aufgezeichneten Fahrten um reine Freizeitausfahrten, oder Alltagsverkehr (Pendeln, Einkaufen, Besuche) handelt, kann aus dieser Datenlage nicht abgeleitet werden. Die Zahl der Teilnehmer ist in Abbildung 4.6a gezeigt.

(a) Teilnehmerzahl beim Stadtradeln



(b) Streckenverteilung der Teilnehmer

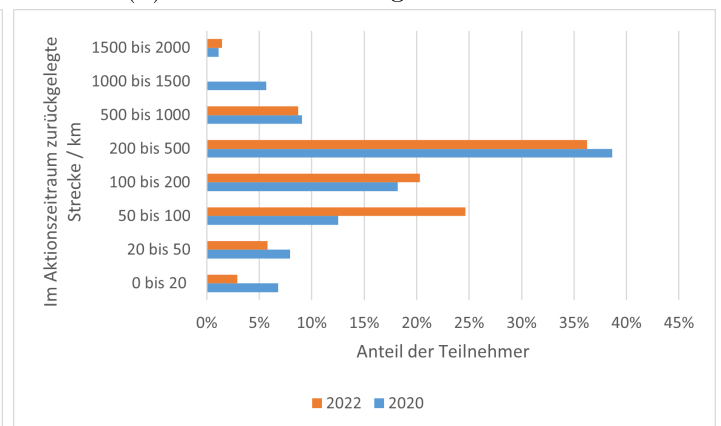


Abbildung 4.6: Zeitliche Entwicklung der Teilnehmerzahl beim Stadtradeln innerhalb der VG Lambrecht. Die meisten Teilnehmer erreichten im Aktionszeitraum eine Gesamtstrecke von 200 km bis 500 km.

Für die Jahre 2020 und 2022 liegen auch anonymisierte Daten zur jeweils zurückge-

legten Strecke vor, diese wurden in verschiedene Gruppen eingeteilt. Die so erhaltene Verteilung ist in Abbildung 4.6b gezeigt.

Im Jahr 2020 haben die Teilnehmer im Mittel 279 km zurückgelegt, während dieser Wert im Jahr 2022 nur bei 210 km liegt. Der Median liegt aufgrund des größeren Anteils von kleineren Strecken bei 200 km im Jahr 2020 respektive 113 km im Jahr 2022.

Betrachtet man nur die Teilnehmer, welche auch tatsächlich eine Strecke absolviert haben, so erhöht sich der Mittelwert im Jahr 2020 auf 304 km je Teilnehmer und im Jahr 2022 auf 246 km je Teilnehmer.

Im Jahr 2022 haben die Teilnehmer im Mittel 8 Fahrten gemeldet. Die aktiven Teilnehmer mit mindestens einer gemeldeten Fahrt jedoch im Mittel 10 Fahrten. Der Median liegt bei 9 Fahrten und der Modalwert bei 4 Fahrten. Über alle gemeldeten Fahrten wurden im Mittel etwa 25 km je Fahrt zurückgelegt.

Die meisten Teilnehmer haben also vier Fahrten gemeldet. Man kann als Potential eine Fahrt je Woche abschätzen. Nimmt man nun an, dass je PKW pro Woche eine durchschnittliche Strecke von 25 km durch eine Fahrradfahrt ersetzt wird, so verringert sich das Verkehrsaufkommen je PKW um 1300 km auf ca. 9950 km km. Dies entspricht einer Reduktion um 11,6 %.

4.6 Zusammenfassung

Zur Potenzialanalyse werden sowohl Energieerzeugungspotenziale auf der Fläche der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) als auch Einsparpotenziale betrachtet. Für jeden Bereich müssen Annahmen getroffen werden. Sowohl was die Flächen angeht, als auch die spezifische Ausbeute. Teilweise wurden Daten des Energieatlas Rheinland-Pfalz herangezogen. Es ergeben sich die in folgender Tabelle 4.5 angegebenen Potenziale zur Energieerzeugung:

Tabelle 4.5: Abgeschätztes Bereitstellungspotenzial für erneuerbare Energien auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz).

	Potenzial in MW h a ⁻¹
PV auf Dachflächen	95.200
Davon kommunale Nichtwohngebäude	2100
Davon kommunale Wohngebäude	490
PV auf landwirtschaftlichen Flächen	116.000 bis 375.000
Solarthermie [13]	137.671
Hybridmodule (PVT)- Wärme	285.000
Wasserkraft (bestehende WKA) [13]	435
Wasserkraft (Kläranlage Lambrecht)	6,2
Oberflächennahe Geothermie	21.500 bzw. 29.500
Biomasse: Energieholz [10]	32.000
Biomasse: Energiepflanzen	1400 bis 16.000

Durch Effizienzsteigerungen kann für den Elektrizitätsbedarf der Privathaushalte eine Einsparung von bis zu 36 % angenommen werden, während durch Verhaltensänderungen (Suffizienz) Einsparungen bis zu 44 % möglich sind [19].

5 Szenarien

Die Szenarienbetrachtung modelliert zukünftige Entwicklungen im Endenergiebedarf der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) und der zugehörigen Treibhausgasemissionen. Da der Wirtschaftssektor außerhalb des Wirkungskreises der Verbandsgemeinde liegt wird dieser hierbei nicht betrachtet. Für den Wirtschaftssektor sind die jeweiligen Regularien und Gesetze auf Ebene von EU, Bundesrepublik und des Landes Rheinland-Pfalz maßgeblich. Es werden für zwei mögliche Entwicklungen Annahmen zur Berechnung getroffen. Betrachtet werden *business-as-usual* (BaU), sowie *verstärkter Klimaschutz* (KS). Folgende Annahmen werden zugrunde gelegt:

1. PV-Zubau:

Im BaU: 230 kW a^{-1} ; KS: Hebung des gesamten Potenzials bis 2045: lineare Steigerung um $24 \% \text{ a}^{-1}$ nötig oder im Jahresmittel 6090 kW a^{-1}

2. Effizienzsteigerungen im Wärmebedarf der Privathaushalte:

Es werden Sanierungsraten R von BaU: $R_{1b} = 1 \%$ bzw. KS $R_{1K} = 5 \%$ angenommen. Davon umfassende Sanierungen: BaU : $R_{2b} = 20 \%$, KS: $R_{2K} = 40 \%$. Für die Sanierungen als Einzelmaßnahme wird eine Verringerung des mittlerer spezifischer Heiwärmebedarf des Gebäudebestands (Q_B) um 15% (BaU) bzw. 25% (KS) angenommen, während eine umfassende Sanierung den Wärmebedarf auf $50 \text{ kW m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ senkt.

Damit ergibt sich für den Wärmebedarf der Privathaushalte mit Q_B und der Gesamtwohnfläche A für die jeweiligen Jahre, wobei i die Differenz zwischen dem jeweiligen Kalenderjahr zum Bezugsjahr 2023 darstellt, oder anders ausgedrückt der ab heute notwendige Zeitschritt i in Jahren:

$$Q_B(i) = Q_B(i-1) - Q_B(i-1) \cdot R_1 + 0.85 \cdot Q_B(i-1) \cdot R_1(1 - R_2) + 50 \text{ kW m}^{-2} \text{ a}^{-1} \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot A \quad (5.1)$$

3. Heizungsänderungen:

10% der neu eingebauten Zentralheizungen sind Wärmepumpen (BaU) mit Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3, bzw. 50% der neu eingebauten Zentralheizungen sind Wärmepumpen (KS) mit JAZ 3.

Für die Emissionen aus der Nutzung von elektrischer Energie wird der Emissionsfaktor des Bundesstrommixes verwendet. Für diesen wird eine Projektion verwendet, welche

zu der in Abbildung 5.1 dargestellten Entwicklung führt. Dieser Emissionsfaktor fließt in die Berechnung der Emissionen aus Raumwärme und Haushaltsstromverbrauch ein.

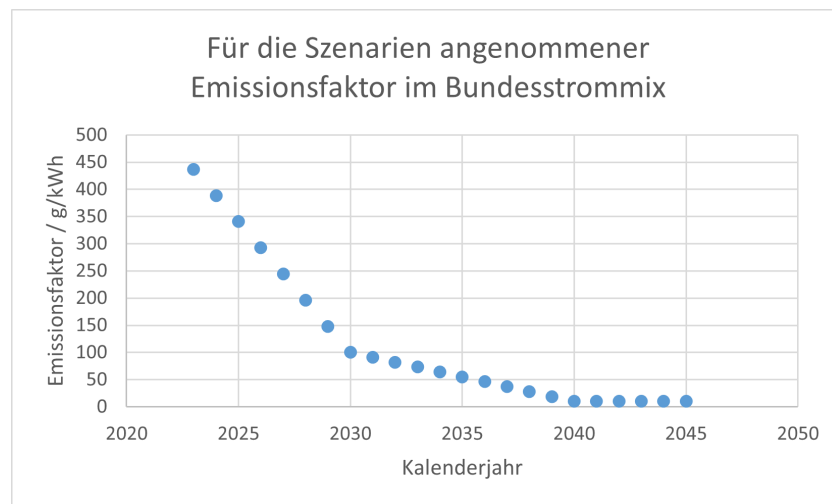


Abbildung 5.1: Für die Berechnung der Emissionen aus elektrischer Energie in den Szenarien verwendeter Emissionsfaktor für den Bundesstrommix.

5.1 Raumwärme der Privathaushalte

Für den Heizwärmebedarf der ergibt sich mit den oben aufgeführten Annahmen in den beiden Szenarien der in Abbildung 5.2 dargestellte zeitlicher Verlauf. Man sieht deutlich, dass in diesem Bereich verstärkte Sanierungsmaßnahmen in einer deutlichen Reduktion des Endenergiebedarfs für Raumwärme resultieren.

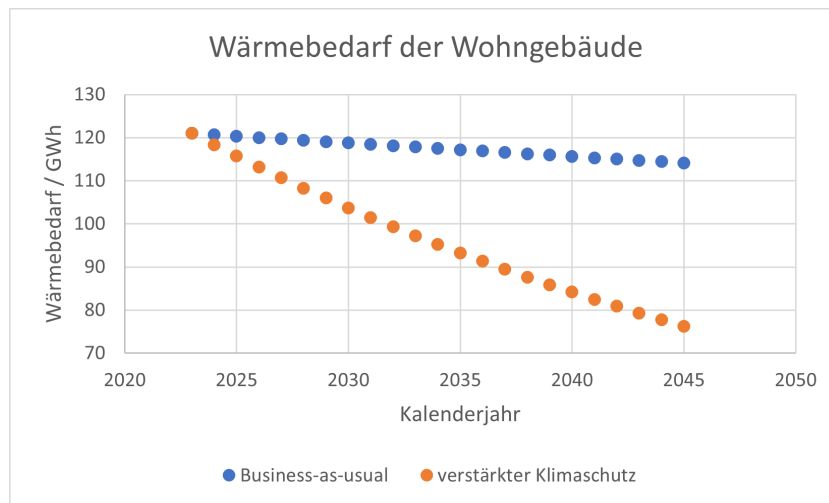


Abbildung 5.2: Ergebnis der Szenarienberechnung für den Wärmebedarf der Privathaushalte. Bereits im Jahr 2030 wäre bei dieser Entwicklung der Wärmebedarf bei verstärktem Klimaschutz etwa 10 % niedriger als bei der aktuell zu erwartenden Entwicklung.

Um eine Aussage auf die aus diesem Endenergiebedarf entstehenden Treibhausgas-Emissionen in CO₂-äquivalenten treffen zu können, werden weitere Annahmen benötigt. Diese beziehen sich auf die genutzten Energieträger und Heizungssysteme. Hier wird zur Vereinfachung angenommen, dass bei Heizungstausch entweder der aus der THG-Bilanzierung berechnete lokale Emissionsfaktor oder eine Wärmepumpe mit JAZ 3 und dem prognostizierten Emissionsfaktor für den Bundesstrommix anfällt. Für die umfassenden Sanierungen wird angenommen, dass jeweils direkt ein Heizungswechsel ansteht. Hierbei wird im BaU-Szenario angenommen, dass sich dies zu jeweils einem Viertel auf Erdgas und Biomasse und zur Hälfte auf elektrische Wärmepumpen aufteilt. Im Szenario mit verstärktem Klimaschutz werden zu 25 % Biomasse-Kessel und zu 75 % elektrische Wärmepumpen angenommen.

Es ergeben sich dann die in Abbildung 5.3 dargestellten jährlichen Emissionsmengen.

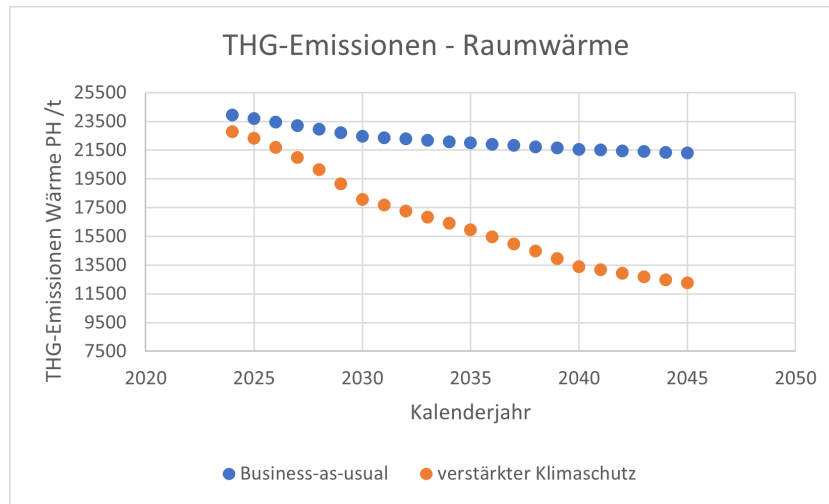


Abbildung 5.3: THG-Emissionen aus den Szenarien zum Heizwärmebedarf der Privathaushalte. Durch die verstärkte Nutzung elektrischer Wärmepumpen und der in Abbildung 5.1 gezeigten Entwicklung des Emissionsfaktors für den Bundesstrommix ergeben sich für das Szenario mit verstärktem Klimaschutz deutlich niedrigere Emissionsmengen.

5.2 Haushaltsstrom der Privathaushalte

Für die Berechnung möglicher Entwicklungen zum Haushaltsstrom (Einsatz nach Abschnitt 4.4, d. h. ohne Mobilität und Raumwärme) werden Annahmen über die Implementierung von Maßnahmen nach [18] getroffen. Im BaU werden keine Verhaltensänderungen angenommen. Bei den Effizienzmaßnahmen wird angenommen, dass 1 % der Bevölkerung über Effizienzmaßnahmen ihren Strombedarf um 18 % verringern kann. Im Szenario KS wird analog für Suffizienzmaßnahmen 1 % der Bevölkerung mit einer Verringerung um 22 % sowie bei Effizienzmaßnahmen 5 % der Bevölkerung mit realisierten Einsparungen von 18 %. Es wird also angenommen, dass die Hälfte des gesamten Einsparpotenzials nach [18] von dem entsprechenden Bevölkerungsanteil umgesetzt wird. Es ergeben sich die in Abbildung 5.4 dargestellte Entwicklung der unter Annahme der Entwicklung des Bundesstrommixes resultierenden THG-Emissionen.

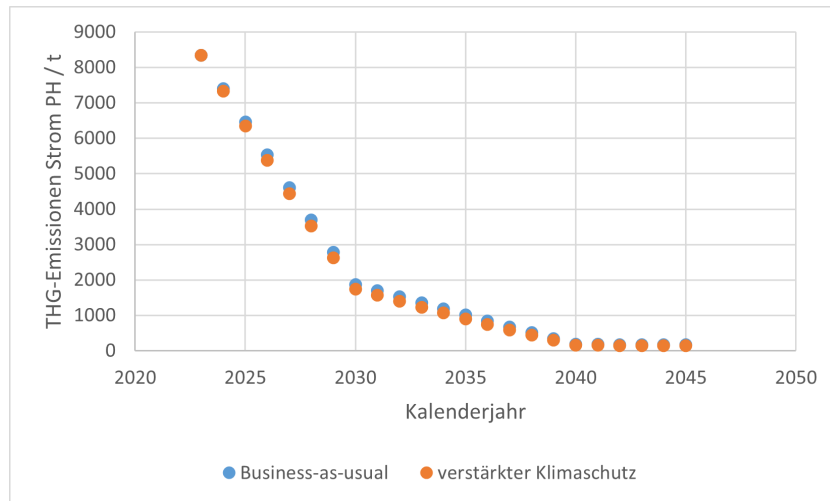


Abbildung 5.4: THG-Emissionen aus dem Bereich Haushaltsstrom der Privathaushalte. Durch die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien im Bundesstrommix sinkt der Abstand zwischen den Szenarien deutlich. Eine Reduktion des Bedarfs an elektrischer Energie ist dennoch sinnvoll, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen und die Erreichung des angenommenen Strommixes zu vereinfachen.

5.3 Entwicklung der auf Dachflächen installierten PV-Nennleistung

Mit der aktuellen Rechtslage ist PV die einzige auf dem Gebiet der VG Lambrecht (Pfalz) nutzbare erneuerbare Energie zur Stromerzeugung. Für das BaU-Szenario wird der Zubau der letzten Jahre weitergeführt. Für das Szenario mit verstärktem Klimaschutz wird eine Ausschöpfung des gesamten Potenzials nach Unterunterabschnitt 4.1.1 bis zum Jahr 2045 angenommen. Dies kann auf verschiedensten Pfaden realisiert werden. Eine Möglichkeit ist, den benötigten Ausbau homogen auf den verbleibenden Jahre umzulegen (Unterszenario 1). Dies kann jedoch als Unrealistisch angesehen werden, da dies eine sofortige extreme Steigerung des Zubaus erfordern würde. Die zweite Möglichkeit ist, ausgehend vom aktuellen Zubau diesen gleichmäßig jährlich zu erhöhen. Um dadurch bis 2045 den Ausbau zu erreichen ist eine jährliche Steigerung des Zubaus von 24 % notwendig (Unterszenario 2). Unterszenario 3 stellt eine mögliche Mischung dieser beiden Szenarien dar. Hier wird für jedes Jahr der Mittelwert der Unterszenarien 1 und 2 genutzt. Die entsprechenden zeitlichen Entwicklungen der installierten Nennleistung ist in Abbildung 5.5 dargestellt.

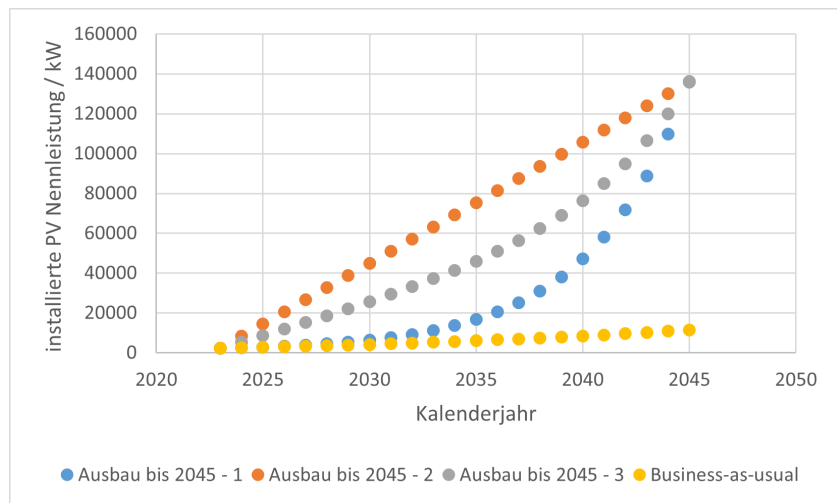


Abbildung 5.5: Ausbau der installierten PV-Nennleistung auf Dachflächen auf dem Gebiet der VG Lambrecht (Pfalz). Für das Szenario mit verstärktem Klimaschutz wurde eine Ausschöpfung des theoretischen Potenzials bis zum Jahr 2045 angenommen und exemplarisch einige Realisierungspfade diskutiert

6 Regionale Wertschöpfung

Das Umweltbundesamt berechnet nach festgelegter Methodik in regelmäßigen Abständen die gesellschaftlichen Kosten verschiedener Umweltbelastungen. Diese Kosten sind oftmals externalisiert, d. h. im Preis eines Produktes oder einer Dienstleistung nicht enthalten und nicht unmittelbar ersichtlich. Nach [20] betragen diese bei einer Zeitpräferenzrate von 1 %¹ etwa 237 Euro pro Tonne CO₂. Bei einer gleichgewichtung heutiger und zukünftiger Schäden erhält man 809 Euro pro Tonne CO₂. Für weitere Treibhausgase ergeben sich in Abhängigkeit ihrer relativen Wirkung andere gesellschaftliche Kosten. Nimmt man verkürzend an, dass Kohlenstoffdioxid den überwiegenden Teil der THG-Emissionen der VG Lambrecht ausmacht, so kann man die gesellschaftlichen Kosten der Emissionen der THG-Bilanzen zu etwa 31 Millionen Euro bzw. etwa 105 Mio. Euro schätzen.

Resultierte Einsparungen können mit den selben Sätzen als eingesparte Kosten anrechnen.

Durch lokale Erzeugung von erneuerbaren Energien entsteht spätestens nach der Amortisation die volle Wertschöpfung vor Ort. Für eine genauere Angabe muss für jede individuelle Anlage die Gestehungskosten berechnen. Diese hängen neben den Installationskosten auch von der Finanzierung ab. Zusätzlich sind Nebenkosten (wie etwa Wartungskosten, Versicherungskosten und evtl. Reinigungskosten) zu betrachten.

Für eine hohe regionale Wertschöpfung sollten Aufträge möglichst an lokale Unternehmen vergeben werden.

¹Hierbei werden heutige Schäden deutlich stärker gewichtet, als Schäden, welche in 30 Jahren oder noch später entstehen.

7 Akteursbeteiligung

Als zentrale Akteure zur Erstellung des vorliegenden Klimaschutzkonzepts wurde die Verwaltung, sowie die Kommunalpolitik betrachtet. Innerhalb der Verwaltung wurde eine *Steuerungsgruppe* gegründet, welche aus dem hauptamtlichen Bürgermeister, den Beigeordneten sowie die Fachbereichsleitungen bestand. In vier Sitzungen wurden relevante Themen beraten.

- 27.07.2022: Hier wurde das Thema *Verstetigungsstrategie* diskutiert. Das Klimaschutzmanagement gab anhand von Literatur [21] eine Einführung in das Thema und zeigte Möglichkeiten auf. Anschließend kam es zu einer ersten Diskussion.
- 26.01.2023: Nach einer Einführung in die Methodik BSKO wurde das Ergebnis präsentiert und in einer Diskussion eingeordnet. Hierbei wurden auch die bestehenden Zielsetzungen kritisch betrachtet
- 02.02.2023: Prinzip und Ergebnisse der Potenzialanalyse werden vorgestellt und diskutiert.
- 08.03.2023: Eine Zusammenfassung des Entwurfs wird präsentiert sowie Vorschläge für den Maßnahmenkatalog diskutiert.

Weiterhin wurde im Rahmen von öffentlichen Sitzungen des Haupt- und Finanzausschuss der Verbandsgemeinde Lambrecht sowie des Verbandsgemeinderates über die jeweiligen Ergebnisse referiert und diskutiert. Hierzu wurde auch in der lokalen Presse berichtet. Als Vertreter der Ortsgemeinden wurden die Ortsbürgermeister im Rahmen der Ortsbürgermeisterdienstbesprechung beteiligt. Auch der im Zuge der Nachhaltigkeitsstrategie etablierte Nachhaltigkeitsrat wurde erstmals einberufen. Hier sind die Ortsgemeinden, die Verwaltung, sowie weitere Interessensgruppen (bislang jedoch nur die AG Umwelt der Stadt Lambrecht) vertreten. Während des Aktionszeitraums der Teilnahme an der bundesweiten Veranstaltung Stadtradeln wurde eine Fahrrad-Tour angeboten. Hierbei gab es jedoch keine Teilnehmer. Die Gründe sind nicht bekannt. Da der Termin im Hochsommer lag, kann jedoch das Wetter als ein Erklärungsansatz dienen.

Der lokale Energieversorger wurde in Form von direkten Gesprächen mit dem Geschäftsführer der Stadtwerke Lambrecht beteiligt. Die Verbandsgemeindewerke sind ein Eigenbetrieb und bilden einen Fachbereich der Verbandsgemeindeverwaltung. Somit konnte auch hier die Beteiligung intern gestaltet werden.

8 Priorisierte Handlungsfelder

Die priorisierten Handlungsfelder liegen im Bereich private Wärme und Ausbau der erneuerbaren Energien. Daher sind verstärkte Anstrengungen in den eigenen Zuständigkeiten der Verbandsgemeinde (Vorbildfunktion) vorzusehen. Diese sollten über Öffentlichkeitsarbeit und Kampagnen in die Bürgerschaft getragen werden. Zusätzlich ist über eine frühzeitige kommunale Wärmeplanung Planungssicherheit für alle Akteure herzustellen. Je nach Ergebnis könnte sich als zusätzliche kommunale Aufgabe die Investition in den Aufbau von Wärmenetzen ergeben.

Im Verkehrssektor sollte zunächst eine präzisere lokale primärstatistische Datengrundlage (z. B. „Verkehrszählung/Verkehrsbefragung“ im Rahmen einer studentischen Arbeit) geschaffen werden. Anhand der Ergebnisse können weitere Handlungsmöglichkeiten abgeleitet werden. Zu erwarten ist, dass für eine Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr (MIV) zu nicht-motorisiertem Individualverkehr (NMIV) für kurze Alltagsstrecken sensibilisiert werden muss. Verbesserungen an der Verkehrsinfrastruktur zum Erreichen des Ziels sind vorzusehen.

9 Zielsetzungen

Das Bundes-Klimaschutzgesetz sieht bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 65 % verglichen mit 1990 vor. Bis zum Jahr 2045 soll Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden und spätestens 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden. In diesen Betrachtungen sind entsprechend auch Emissionen bzw. Senken im Sektor Landnutzung (Land use, land use change, forestry (LULUCF)) enthalten.

Der Gesetzentwurf der Bundesregierung „Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes“ vom 17.05.2023 sieht bis zum Jahr 2030 eine Reduktion des deutschen Endenergiebedarfs um mindestens 26,5 % vor, bis zum Jahr 2040 um mindestens 39 % und bis zum Jahr 2045 um mindestens 45 % vor. Für Kommunen ergäben sich daraus keine Verpflichtungen.

In der Nachhaltigkeitsstrategie für die Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) ist als Ziel die weitestgehend klimaneutrale Versorgung im Bereich Elektrizität und Wärme ausgegeben. Nach der vorliegenden Bestandserhebung und Potenzialanalyse wird in Zukunft als Ziel betrachtet die Zielvorgaben des Bundes-Klimaschutzgesetzes anzustreben, wobei hier keine sektoralen Einzelziele vorgesehen werden.

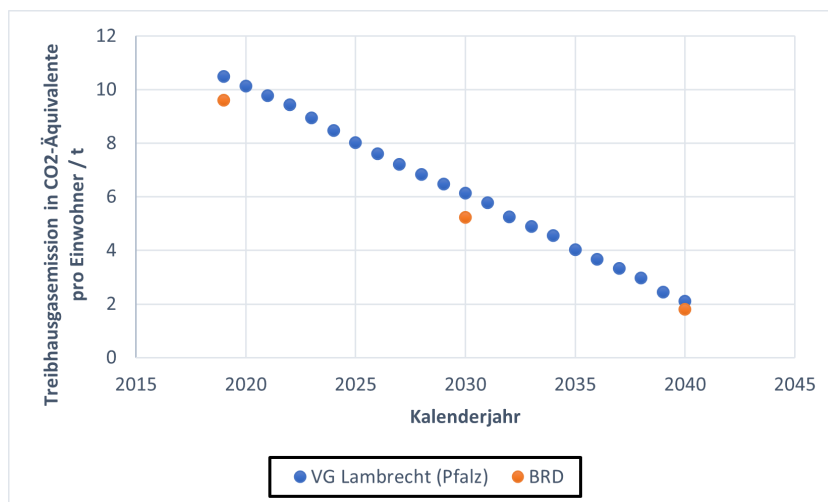


Abbildung 9.1: Zielsetzungen für die einwohnerbezogene jährliche Emission von Treibhausgasen in CO₂-äquivalenten auf dem Territorium der Verbandsgemeinde Lambrecht. Diese setzen eine jährliche Reduktion der Emissionen um 4 % bis 5 % voraus. Bis zum Jahr 2030 wird eine Reduktion etwa 42 % verglichen mit 2019 angestrebt.

Für den Bereich der eigenen Zuständigkeit strebt die Verwaltung der Verbandsgemeinde eine weitgehend treibhausgasneutrale Versorgung der eigenen Liegenschaften,

sowie eine im Rahmen der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit treibhausgasneutrale Abwicklung der Mobilität und Dienstreisen an. Die daraus ergebenden Zielsetzung ausgedrückt in Treibhausgas-Emissionen in CO₂-äquivalenten je Einwohner ist in Abbildung 9.1 gemeinsam mit den umgerechneten Zielvorgaben für die Bundesrepublik Deutschland gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz dargestellt. Bei den Zielsetzungen ist jedoch zu beachten, dass für klimatischen Auswirkungen der Emission nicht die jährliche Emission, sondern die Konzentration der Treibhausgase maßgeblich ist. Diese Konzentration hängt ebenso vom Emissionspfad ab.

10 Erläuterungen zum Maßnahmenkatalog

Die aktuell angedachten Maßnahmen lassen sich kategorisieren z. B. in *Verhalten*, *baulich*, *strategisch*, *infrastrukturell* sowie *Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit/informativ*. Ausschlaggebend für die Zuordnung ist der Hauptfokus. Die Maßnahmen könnten meist auch anders eingeordnet werden. Weiterhin adressieren die Maßnahmen eines der Handlungsfelder.

1. Einsparung durch Verhalten

- a) Energiemanagement (Verwaltung und Werke)
- b) Energiespar-Modelle für Schulen und Kindergärten (Förderprogramm aus der Nationale Klimaschutz-Initiative (NKI): In den Einrichtungen bilden sich „Energie-Teams“ und kümmern sich um Einsparungen. An diesen werden die Einrichtungen finanziell beteiligt)

2. Einsparung durch bauliche Maßnahmen

- a) Sanierung (oder Ersatz) der Gebäude in eigener Zuständigkeit (Verwaltung, Schulen)

3. Strategische Maßnahmen

- a) Kommunale Wärmeplanung
- b) Bestandserhebung öffentlicher Gebäude und Vorplanungen zur Sanierung um zukünftig schneller und gezielter auf Änderungen der Rahmenbedingungen (kurzfristige Förderaufrufe, technischer Defekt, Gesetzesänderungen) reagieren zu können.
- c) Richtlinie für Bauleitplanung
- d) PV-Freiflächenanlagen in Zusammenarbeit mit Kreisverwaltung und VRRN
- e) Bilanzkreismodell zur Erhöhung des Eigenverbrauchs der PV Anlagen
- f) Entsiegelungsstrategie

4. Infrastruktur

- a) Radverkehr (Umsetzung des Konzepts)
- b) Stärkung des MIV-freien Alltagsverkehrs
- c) Mobilitätszentrale Bahnhof Lambrecht als multimodaler Verknüpfungspunkt

- d) PV Anlagen auf den Kläranlagen Lambrecht und Elmstein
- e) PV Anlagen auf den Grundschulen Lindenberg und Lambrecht
- f) PV Anlage auf dem Feuerwehrgebäude Lambrecht

5. Information/Öffentlichkeitsarbeit/Kampagnen

- a) Klimastämme/Klimabänke ¹
- b) Wärme-Effizienz-Kampagne
- c) Klimaschutz-Bildung (Vortragsreihen, LMU-Klimakoffer)
- d) Beratungsangebot für Bürger („Bürgersprechstunde“)
- e) Anpassungsmöglichkeiten (Begrünung, Entsiegelung)

6. Anpassung

- a) Verschattung
- b) Begrünung und Entsiegelung
- c) Umsetzung des Starkregenvorsorgekonzepts

Die ausführlichen Maßnahmenblätter sind dem separaten Maßnahmenkatalog zu entnehmen.

¹(z. B. <https://www.sdw.de/fuer-den-wald/aktivitaeten-im-wald/klimastaemme/>)

11 Verstetigungsstrategie

Unter Verstetigung ist nicht notwendigerweise die unbefristete Schaffung einer hauptamtlichen Stelle im Bereich Klimaschutzmanagement zu verstehen. Vielmehr ist die Implementierung von klimaschutzrelevanten Aspekten und Handlungen in allen Tätigkeiten der Verwaltung ausschlaggebend. Auf längere Sicht ist aufgrund der Größe und der Aufgabenbereiche der Verbandsgemeinde vermutlich eine Verteilung der Verantwortlichkeit auf die Bereiche Öffentlichkeitsarbeit, Liegenschaften und Energiemanagement, technisches Personal der Bauabteilung sowie interkommunaler Zusammenarbeit zu legen.

In der ersten Umsetzungsphase des integrierten Klimaschutzkonzepts stehen jedoch weitere strategische Maßnahmen, wie z. B. die kommunalen Wärmeplanung und der Aufbau des Energiemanagements, an. Weiterhin muss über Methoden des Wissensmanagements verwaltungsintern die Möglichkeit einer solchen Verteilung (verkürzt: jeder Mitarbeiter trägt in seinem Aufgabenbereich die Verantwortung, muss hierzu jedoch auch befähigt werden) prüfen und gegebenenfalls zu schaffen.

Im Organisationsmodell 3.0 des GStB wird für die Stelle des Sachbearbeiters im Sachgebiet Klimaschutz und Klimaanpassung explizit angeführt, dass sich diese Stelle für eine interkommunale Zusammenarbeit anbietet. Hierfür ist mit den weiteren Kreisangehörigen Gemeinden und dem Landkreis zu prüfen, in welcher Form eine solche Zusammenarbeit erfolgen kann. Hierzu sollte gemeinsam ein Konzept erarbeitet und entsprechende Strukturen schnellstmöglich auf den Weg gebracht werden.

Die Ansiedlung der Stelle des Klimaschutzmanagers in der Umsetzungsphase hängt von der angestrebten personellen Ausgestaltung der Verstetigung ab. Im Falle der geplanten Verteilung oder Organisation über interkommunale Zusammenarbeit würde sich eine direkt dem Bürgermeister unterstellte Stabstelle anbieten.

12 Klimaschutz-Controlling

Das Controlling soll sowohl top-down als auch bottom-up erfolgen. Dies umfasst die Ergebniskontrolle der durchgeführten Maßnahmen. Zusätzlich zur Bewertung des Fortschritts sind Anpassungen an aktuelle Gegebenheiten im Verlauf zu prüfen. Neben der Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz zur Überprüfung des Fortschritts auf Ebene der Verbandsgemeinde sind jährliche Berichte für die Fortschritte in den eigenen Zuständigkeiten vorzusehen. Im Rahmen des Energiemanagements kann so beispielsweise ein Energiebericht angefertigt werden. Zu den durchgeführten Maßnahmen ist mindestens jährlich ein Sachstandsbericht anzufertigen und den verantwortlichen Gremien vorzustellen. Im Rahmen dieser Berichtspflicht sind auch gegebenenfalls notwendige Anpassungen der Maßnahmen, sowie neu vorzusehende Maßnahmen zu diskutieren um die Erreichung der gesetzten Ziele sicherzustellen.

Im Rahmen der Top-down-Prüfung wird der Beitrag zur Erreichung der Ziele auf aggregierter Ebene maßnahmenübergreifend betrachtet, wobei auch Detailziele berücksichtigt werden. Bei der Bottom-up-Prüfung hingegen werden die einzelnen Maßnahmen anhand der im Maßnahmenkatalog festgelegten Erfolgsindikatoren auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und gegebenenfalls angepasst (Feincontrolling).

Sollte sich im Verlauf der Verstetigung die Verlagerung der beim Klimaschutzmanagement angesiedelten Aufgaben unter Wegfall der Stelle des Klimaschutzmanagers auf mehrere Stellen ergeben, so ist das Bottom-up-Controlling jeweils bei den Verantwortlichen der Maßnahme anzusiedeln. Das Top-Down-Controlling sollte in diesem Falle dann übergeordnet durch den Fachbereich Zentrale Dienste erfolgen und aufgrund der gesamtgesellschaftlichen Bedeutung sowie des Ressort-übergreifenden Charakters idealerweise direkt bei der Büroleitung angesiedelt werden.

Sollte die Tätigkeit des Klimaschutzmanagers in Form der interkommunalen Zusammenarbeit erfolgen, so wäre eine gemeinsame Berichtspflicht angemessen.

13 Kommunikationsstrategie

Die gefassten Ziele sollten in ein neues Verwaltungs-Leitbild einfließen, welches von der Verwaltungsleitung unter Einbeziehung der Belegschaft zu erarbeiten wäre.

Zum Erreichen der übergeordneten Ziele ist das Einbinden aller lokalen Akteure erforderlich. Bei der Kommunikation muss man hierbei unterscheiden in Sensibilisierung und Motivation, Information, Diskussion und Finden von Möglichkeiten zur Zusammenarbeit.

Dies kann durch regelmäßiges Informieren und dem Anbieten von niederschwelligen Beteiligungsmöglichkeiten unterstützt werden. Um möglichst viele Akteure für Klimaschutz zu gewinnen ist es bei der Kommunikation auch entscheidend im Rahmen der engen Einbindung über Diskussionen die Konträrinteressen, welche wirksamem Klimaschutz entgegen stehen, zu ermitteln.

Als Kommunikationsmittel sind die bereits bestehenden Wege zu verwenden. Hier sei insbesondere das Klimaschutzportal des Landkreises Bad Dürkheim zu priorisieren, weil es einen Teil für die Verbandsgemeinde liefert und dennoch die Schnittstelle in den Landkreis sicherstellt.

Das vorliegende integrierte Klimaschutzkonzept sollte in einer ansprechend gestalteten Broschüre in einfacher Sprache aufbereitet werden. Eine öffentliche Vorstellung des Konzepts ist zu Beginn der Umsetzungsphase vorzusehen. Zur niederschwelligen Information können ebenso langlebige Info-Stände über das Gebiet der Verbandsgemeinde verteilt aufgestellt werden (vgl. Maßnahme 5a). Im Rahmen des Tourismus könnte man so ebenfalls sensibilisieren. Über Wissensvermittlung sollten Kindergärten und Schulen einbezogen werden, da Kinder meist als Multiplikatoren angesehen werden.

Innerhalb der Verwaltung sollte die Steuerungsgruppe weitergeführt werden. Interne Zuständigkeiten müssen klar benannt und in die Öffentlichkeit kommuniziert werden. Auch der Nachhaltigkeitsrat kann als Teil der Kommunikationsstrategie dienen.

Wesentlicher Teil der Kommunikation ist es auch, den Nutzen und die Notwendigkeit von Maßnahmen zu begründen. Hier können Exkursionen, Workshops, Vorträge angeboten werden. Über gelungene Beispiele kann berichtet werden. Sollte in Zukunft eine Corporate Identity (CI) mit einem Corporate Design (CD) definiert werden, so sind die dort definierten Vorgaben bei der Gestaltung der Kommunikation zu berücksichtigen.

14 Zusammenfassung

Im Zuge der Erstellung der Nachhaltigkeitsstrategie Lambrecht 2030 wurde beschlossen ein integriertes Klimaschutzkonzept zu erstellen. In der Nachhaltigkeitsstrategie wurden ebenso bereits sehr ambitionierte Klimapolitische Zielsetzungen ins Auge gefasst, ohne zuvor eine Analyse der Datenlage (z. B. eine Bilanzierung) durchzuführen. Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde dies nachgeholt. Hierbei muss man feststellen, dass ohne Änderungen in der lokalen Wirtschaftsstruktur die Zielsetzungen der Nachhaltigkeitsstrategie als nahezu unerfüllbar anzusehen sind. Daher wird die lokale Zielsetzung in Zukunft an das Bundes-Klimaschutzgesetz gekoppelt. Im eigenen Verantwortungsbereich bekennt man sich weiterhin zur Verantwortung als Teil der öffentlichen Hand und versucht im Rahmen der eigenen finanziellen und technischen Möglichkeiten einen stärkeren Beitrag zu leisten. Hier kann jedoch nicht verschwiegen werden, dass eine kleinere finanzschwache Kommune um dies zu erfüllen auf die Kooperation der höheren staatlichen Ebenen angewiesen ist. Vor allem ist eine zukünftige hinreichende (ggf. zweckgebundene) finanzielle Ausstattung durch das Land Rheinland-Pfalz notwendig.

Akronyme

Bezeichnung	Beschreibung
Q_B	mittlerer spezifischer Heiwärmebedarf des Gebäudebestands.
BaU	<i>business-as-usual</i> .
BISKO	Bilanzierungs-Systematik-Kommunal.
CD	Corporate Design.
CI	Corporate Identity.
DPG	Deutsche Physikalische Gesellschaft.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change.
JAZ	Jahresarbeitszahl.
KS	<i>verstärkter Klimaschutz</i> .
LULUCF	Land use, land use change, forestry.
MIV	motorisierter Individualverkehr.
NKI	Nationale Klimaschutz-Initiative.
NMIV	nicht-motorisierter Individualverkehr.
THG	Treibhausgas.

Literatur

- [1] Joseph Fourier. “Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires”. In: *Annales de Chimie et de Physique*. Bd. 27. 1824, S. 136–167.
- [2] Eunice Foote. “ART. XXXI.—Circumstances affecting the heat of the sun’s rays”. In: *American Journal of Science and Arts (1820-1879)* 22.66 (1856), S. 382.
- [3] John Tyndall. “VII. Note on the transmission of radiant heat through gaseous bodies”. In: *Proceedings of the Royal Society of London* 10 (1860), S. 37–39.
- [4] John Tyndall. “XXIII. On the absorption and radiation of heat by gases and vapours, and on the physical connexion of radiation, absorption, and conduction.—The bakerian lecture”. In: *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 22.146 (1861), S. 169–194.
- [5] Svante Arrhenius. “XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground”. In: *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 41.251 (1896), S. 237–276.
- [6] G. S. Callendar. “The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature”. In: *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 64.275 (1938), S. 223–240. DOI: <https://doi.org/10.1002/qj.49706427503>. eprint: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/qj.49706427503>. URL: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/qj.49706427503>.
- [7] Hermann Flohn. “Die Tätigkeiten des Menschen als Klimafaktor”. In: *Zeitschrift für Erdkunde* (1941). URL: <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/51755/>.
- [8] Charles D Keeling. “The concentration and isotopic abundances of atmospheric carbon dioxide in rural areas”. In: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 13.4 (1958), S. 322–334. ISSN: 0016-7037. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(58\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0016-7037(58)90033-4). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016703758900334>.
- [9] IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Hrsg. von V. Masson-Delmotte u. a. Cambridge, UK und New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2021. DOI: 10.1017/9781009157896. URL: https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- [10] Stadt Lambrecht (Pfalz), Hrsg. *Integriertes Energetisches Quartierskonzept für die Stadt Lambrecht*. 2020.

- [11] Verbandsgemeinde Lamrbecht(Pfalz), Hrsg. *Nachhaltigkeitsstrategie Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz) 2030*. 2022.
- [12] Hans Hertle u. a. *BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. 2019.
- [13] Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH, Hrsg. *Energieatlas Rheinland-Pfalz*. URL: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/startseite>.
- [14] Ole Badelt u. a. "Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE)". In: *Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover* (2020).
- [15] Naturschutz und Reaktorsicherheit Bundesministerium für Umwelt, Hrsg. *Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie*. 2010. URL: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
- [16] Oliver Krieger et. al. *Vorbereitende Untersuchungen zur Erarbeitung einer Langfristigen Renovierungsstrategie nach Art 2a der EU-Gebäuderichtlinie RL 2018/844 (EPBD)*. Hrsg. von Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. 2019. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/vorbereitende-untersuchungen-zur-langfristigen-renovierungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=10.
- [17] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Hrsg. *Stromverbrauch der Haushalte in Deutschland*. 2023. URL: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/stromverbrauch-der-haushalte/>.
- [18] Franziska Lehmann, Uta Weiß und Lars-Arvid Brischke. *Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt. Modellierung und Quantifizierung für den Sektor private Haushalte in Deutschland; Arbeitspapier im Rahmen des Projektes „Energiesuffizienz - Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“; Berlin, November 2015*. 2015.
- [19] Franziska Lehmann, Uta Weiß und Lars-Arvid Brischke. *Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt. Modellierung und Quantifizierung für den Sektor private Haushalte in Deutschland; Arbeitspapier im Rahmen des Projektes „Energiesuffizienz - Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“; Berlin, November 2015*. 2015.
- [20] *Gesellschaftliche Kosten von Umweltbelastungen*. 2023. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen#gesamtwirtschaftliche-bedeutung-der-umweltkosten>.

- [21] ifeu-Institut. *Klimaschutzmanagement verstetigen. Gesammelte Erfolgsfaktoren und Erfahrungen aus dem Projekt Klima-Kompakt*. 2020.

Abbildungsverzeichnis

3.1	Energie- und Treibhausgasbilanz des Jahres 2018	15
3.2	Endenergiebedarf 2018 nach Nutzung	16
3.3	Energiebilanz 2019	17
4.1	PV: Installierte Nennleistung und jährlicher Zubau	21
4.2	Verteilung der Wohnfläche nach Baujahr des Gebäudes in der Verbands- gemeinde Lambrecht (Pfalz) nach Daten des Zensus 2011.	27
4.3	Anteil der Gebäude in der VG Lambrecht (Pfalz) nach Baualtersklassen gemäß Daten des Zensus 2011.	28
4.4	Strombedarf der Privathaushalte nach Anwendungsbereich [17].	29
4.5	PKW-Dichte und Modal-Split der VG Lambrecht	33
4.6	Teilnehmer und Streckenverteilung beim Stadtradeln	33
5.1	Für die Berechnung der Emissionen aus elektrischer Energie in den Sze- narien verwendeter Emissionsfaktor für den Bundesstrommix.	37
5.2	Szenarien: Wärmebedarf der Privathaushalte	38
5.3	Szenarien: THG-Emission Raumwärme der Privathaushalte	39
5.4	THG-Emissionen Haushaltsstrom	40
5.5	Szenarien: PV-Ausbau	41
9.1	Zielsetzung zur Entwicklung der jährlichen THG-Emission je Einwohner .	45

Tabellenverzeichnis

3.1	Für die BSKO-konforme Energie- und Treibhausgasbilanzierung erhobenen Daten mit Angabe des Datenerhebers (EARLP oder Verwaltung). . .	13
3.2	Kategorien der Datengüte der für die Bilanzierung erforderlichen Daten. Zugeordnet wird jeweils der diskrete Wert zwischen 0 und 1. Zum besseren Verständnis wird für jede Kategorie ein Beispiel genannt	14
3.3	Vergleich der THG-Emissionen in CO ₂ -äquivalenten der Bundesrepublik Deutschland und der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz). Die Pro-Kopf-Emissionen in der VG Lambrecht liegen über dem Bundesdurchschnitt und auch die Verringerung der Emissionen fiel niedriger als im Bundesdurchschnitt aus.	18
3.4	Zusammenfassung: Energie- und THG-Bilanz der Jahre 2018 und 2019 .	19
4.1	Spezifischer Endenergieverbrauch von Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäusern verschiedener Baualtersklassen	28
4.2	Einsparpotenzial durch Suffizienz-Maßnahmen für verschiedene Anwendungsbereiche.	30
4.3	Einsparpotenzial durch Effizienz-Maßnahmen für verschiedene Anwendungsbereiche.	31
4.4	Zusammenfassung des Einsparpotenzials durch Suffizienz und Effizienzmaßnahmen je Anwendung nach [18]	31
4.5	Abgeschätztes Bereitstellungspotenzial für erneuerbare Energien auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Lambrecht (Pfalz).	35