

Abschlussbericht zur Einstiegsberatung der Gemeinde Remchingen

Gefördert durch:



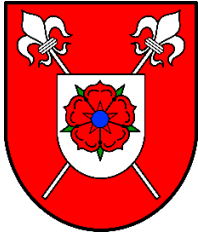
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Auftraggeberin



Gemeinde Remchingen
San-Biagio-Platani-Platz 8
75196 Remchingen

Ansprechpartnerin:

Meike Walch
07232 7979-207
mwalch@remchingen.de

Auftragnehmerin

Klimaschutz- und
Energieagentur
Enzkreis
Pforzheim



Klimaschutz- und Energieagentur
Enzkreis Pforzheim keep gGmbH
Zerrennerstraße 28
75172 Pforzheim

Ansprechpartner:

Elias Wege
Kommunalberatung
07231 308 9195
elias.wege@keep-energieagentur.de

Unterauftragnehmerin



Netze BW GmbH
Kommunale Energielösungen
Adolph-Pirrung-Straße 7
88400 Biberach
Sitz der Gesellschaft: Stuttgart;
Handelsregister: Amtsgericht Stuttgart HRB 747734

Ansprechpartner:

Dr. Jörg Scholtes
Nachhaltige Kommune
07351 53 2906
j.scholtes@netze-bw.de

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in diesem Bericht nicht bei allen Textstellen eine geschlechtsneutrale Sprache verwandt. Selbstverständlich sind immer alle Geschlechter gemeint, selbst wenn nur die männliche Form gewählt wurde.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung.....	28
2 Ist-Analyse	29
2.1 Kommune Remchingen: Daten und Fakten	29
2.1.1 Basisdaten	29
2.1.2 Einwohnerzahlen.....	30
2.1.3 Beschäftigungskennziffern, Pendler.....	31
2.1.4 Flächenverteilung und Flächennutzung	31
2.1.5 Gebäudebestand	31
2.1.6 Heizenergieverbrauch im Gebäudebestand.....	34
2.2 Energieverbrauch in Remchingen	34
2.2.1 Leitungsgebundene Energieträger	35
2.2.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger	35
2.2.3 Fahr- und Verkehrsleistungen.....	36
2.3 Erneuerbare Erzeugung.....	38
2.3.1 Strom.....	38
2.3.2 Wärme.....	40
2.4 Kommunale Verbrauchswerte	41
2.4.1 Straßenbeleuchtung	41
2.4.2 Liegenschaften der Kommune	42
3 Energie- und CO₂-Bilanz der Kommune Remchingen	51
3.1 CO ₂ -Bilanzen; Grundlagen und Methodik	51
3.2 Angewandte Methodik.....	52
3.2.1 Das Tool BICO ₂ BW	52
3.2.2 Die Bilanzierungsmethodik.....	52
3.2.3 Bezugsjahr	53
3.2.4 Datengüte.....	54
3.3 Ergebnisse der Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	54
3.3.1 Endenergiebilanz.....	54
3.3.2 CO ₂ -Bilanz BICO ₂ BW	56
3.3.3 CO ₂ -Bilanz mit regionalem Strommix.....	59

3.3.4	CO ₂ -Bilanz mit verursacherbezogenen Mobilitätsemissionen	59
3.3.5	CO ₂ -Bilanz der Verwaltung	61
3.4	Verbesserung der Datengrundlage und Fortschreibung	63
4	Entwicklungsmöglichkeiten	64
4.1	Verbrauchsminderung	64
4.1.1	Private Haushalte	64
4.1.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und verarbeitendes Gewerbe	65
4.1.3	Kommunale Liegenschaften und Anlagen	65
4.1.4	Mobilität	69
4.2	Emissionsreduktionen hin zur Treibhausgasneutralität	70
4.3	Ausbau der erneuerbaren Erzeugung	72
4.3.1	Wärmebereitstellung	73
4.3.2	Stromerzeugung	75
4.4	Energiebedarf und Erzeugungsmöglichkeiten	80
4.4.1	Erzeugungspotenziale und aktueller Strombedarf	80
4.4.2	Lokaler Energiebedarf	82
4.4.3	Nationaler Energiebedarf	83
4.4.4	Einordnung der Ergebnisse	86
5	Beratungsprozess	87
5.1	Laufende Aktivitäten	87
5.2	Öffentliche Veranstaltungen – Bürgerveranstaltung	87
6	Klimaschutzmaßnahmen	95
6.1	Bisherige Maßnahmen	95
6.2	Aktuelle Maßnahmen	95
6.3	Maßnahmenkatalog	96
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	97
8	Literaturverzeichnis	98
9	Abbildungsverzeichnis	100
10	Tabellenverzeichnis	102
11	Anhang	103
11.1	Maßnahmenkatalog	103
11.1.1	Übersicht der Maßnahmenvorschläge	103
11.1.2	Rahmenbedingungen	104
11.1.3	Flächen	110
11.1.4	Gebäude	114

11.1.5	Bürgerschaft	122
11.2	Zahlenwerte und Einheiten	131
11.3	Heizgradtage, Gradtagzahlen und Witterungskorrektur	132
11.3.1	Heizgradtage und Gradtagzahlen als Grundlage für die Witterungskorrektur	132
11.3.2	Witterungskorrektur bzw. Witterungsbereinigung.....	136

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Block-Heiz-Kraftwerk
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
CO ₂ Äq	CO ₂ -Äquivalent, die klimaschädliche Wirkung eines Treibhausgases wird im Vergleich zu CO ₂ -bestimmt und die entsprechende Masse angegeben
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EE	Erneuerbare Energien
EEQ	Erneuerbare Energie Quellen
eea	European Energy Award
EEG	Erneuerbare-Energie-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäude Energie Gesetz (löst die EnEV zum 1. Nov. 2020 ab)
GHD	Gewerbe, Handel Dienstleistungen
GIS	Grafisches Informationssystem (Darstellung von geographisch verortbaren Daten in Kartenform; typisches Beispiel: Kataster)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Förderbank)
kWh	Kilowattstunde; Energieeinheit; 1.000 Wh, auch MWh und GWh siehe Tabelle 11-2 und Tabelle 11-3
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung (bei kleineren Anlagen üblicherweise mittels BHKW)
kWp	Installierte Nominalleistung (p = peak, vor allem bei Photovoltaik verwendet)
L-Bank	Staatsbank für Baden-Württemberg
LGRB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Naturschutz Baden-Württemberg
MFH	Mehrfamilienhaus
MIV	motorisierter Individualverkehr
NIV	nicht-motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
Pkm	Personenkilometer, (die gefahrenen Kilometer multipliziert mit der Anzahl der Personen im Fahrzeug)
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
StaLa	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
SVB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
THG	Treibhausgase
WZ2008	Klassifikation der Wirtschaftszweige

1 Einleitung

Mit der Ratifizierung des Pariser Klimaschutzabkommens ist Deutschland die Verpflichtung eingegangen, klimaneutral zu werden. Abgeleitet aus dem Treibhausgaskontingent, das noch emittiert werden darf, damit das 1,5°-Ziel erreichbar bleibt, bedeutet dies, dass die jährlichen pro Kopf Emissionen in Deutschland von heute ca. 10 t bis spätestens 2045 auf deutlich unter eine Tonne sinken müssen. Auf Grund dessen sind der Bund und das Land Baden-Württemberg aktuell dabei, Zielvorgaben in Sachen Klimaschutz (weiter) zu entwickeln und gesetzlich zu verankern. Angesichts der Entwicklungen der letzten Jahre und der aktuell zu bewältigenden Krisen sind Klimaschutzmaßnahmen und ambitionierte Zielvorgaben dringend notwendig.

Schwierig wird es dann, wenn die gesetzlichen Vorgaben und Maßnahmen konkret Vor-Ort umgesetzt werden müssen. Dass auch kleinere Kommunen wie die Kommune Remchingen mit 11.995 Einwohnern dabei eine Rolle spielen, scheint zunächst weit hergeholt. Aber gerade im eher ländlich geprägten Bereich gibt es in der Regel vielfältige Handlungsoptionen. Hervorzuheben sind unter anderem die Einsparpotenziale in den Bereichen Mobilität und Gebäude sowie das meist hohe Potenzial beim Ausbau der erneuerbaren Energien.

Das pragmatische Vorgehen der Kommune Remchingen bei der Realisierung von Klimaschutzprojekten hat bisher zu einer Vielzahl von Maßnahmen geführt. Diese beziehen sich in der Regel auf das direkte Umfeld der kommunalen Verwaltung. Um die genannte Klimaneutralität erreichen zu können, sind aber auch weitreichende Maßnahmen des privaten wie gewerblichen Bereichs in erheblichem Umfang erforderlich. Diese müssen angestoßen und – nicht immer monetär – befördert werden.

In diesem Bericht wird zunächst der aktuelle Ist-Zustand, wie er im Jahr 2021 (Energie- und CO₂-Bilanz) bzw. im Jahr 2023 (aktueller Datenstand) in Remchingen anzutreffen war, beschrieben. Diese Beschreibung umfasst Kapitel 2 „Ist-Analyse“ sowie Kapitel 3 mit der Darstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. Im Kapitel 4 werden unter der Überschrift „Entwicklungsmöglichkeiten“ verschiedene Szenarien in Kurzform beschrieben. Ziel dabei ist es nicht, eine im Detail ausgearbeitete und möglichst genaue wissenschaftliche Herleitung zu präsentieren, sondern aufzuzeigen, in welchem Rahmen sich die Entwicklungen und damit auch die Handlungsmöglichkeiten der Kommune bewegen.

Das Kapitel 5 gibt einen kurzen Überblick über den Beratungsprozess, ohne in die Tiefe zu gehen. Details, wie zum Beispiel die Protokolle der angesprochenen Veranstaltungen und Sitzungen sind – sofern sie nicht bereits öffentlich zugänglich sind – über die Gemeindeverwaltung zu beziehen. Auf die bis zu Beginn des Beratungsprojekts abgeschlossenen, die im Verlauf des Projekts angestoßenen sowie die aktuell geplanten Maßnahmen wird in Kapitel 6 eingegangen. Hier ist auch eine Übersicht über die Maßnahmen zu finden, die im Ergebnis der Beratung als zielführend für die weitere Klimaschutzarbeit angesehen werden. Die zugehörigen Maßnahmenblätter, die neben einer Kurzbeschreibung auch Angaben zur Erleichterung der Maßnahmenumsetzung enthalten, wurden in den Anhang (Kapitel 11.1) ausgelagert, um das Dokument nicht zu überfrachten.

2 Ist-Analyse

Nachfolgend wird ein Überblick über die gegenwärtige Situation der Kommune Remchingen gegeben. Die dabei aufgeführten Punkte wurden als Ausgangspunkt für die Wahl notwendiger Schritte und Maßnahmen in Richtung Klimaneutralität festgehalten.

2.1 Kommune Remchingen: Daten und Fakten

2.1.1 Basisdaten

Zur Kommune Remchingen besteht aus den vier Ortsteilen Wilferdingen, Singen, Nöttingen und Darmsbach. Die Kommune liegt nordwestlich von Pforzheim im Pfinztal. Sie ist im Verlaufe der Zeit zu einem Unterzentrum angewachsen und zeichnet sich unter anderem durch eine bemerkenswert umfassende Infrastruktur aus.

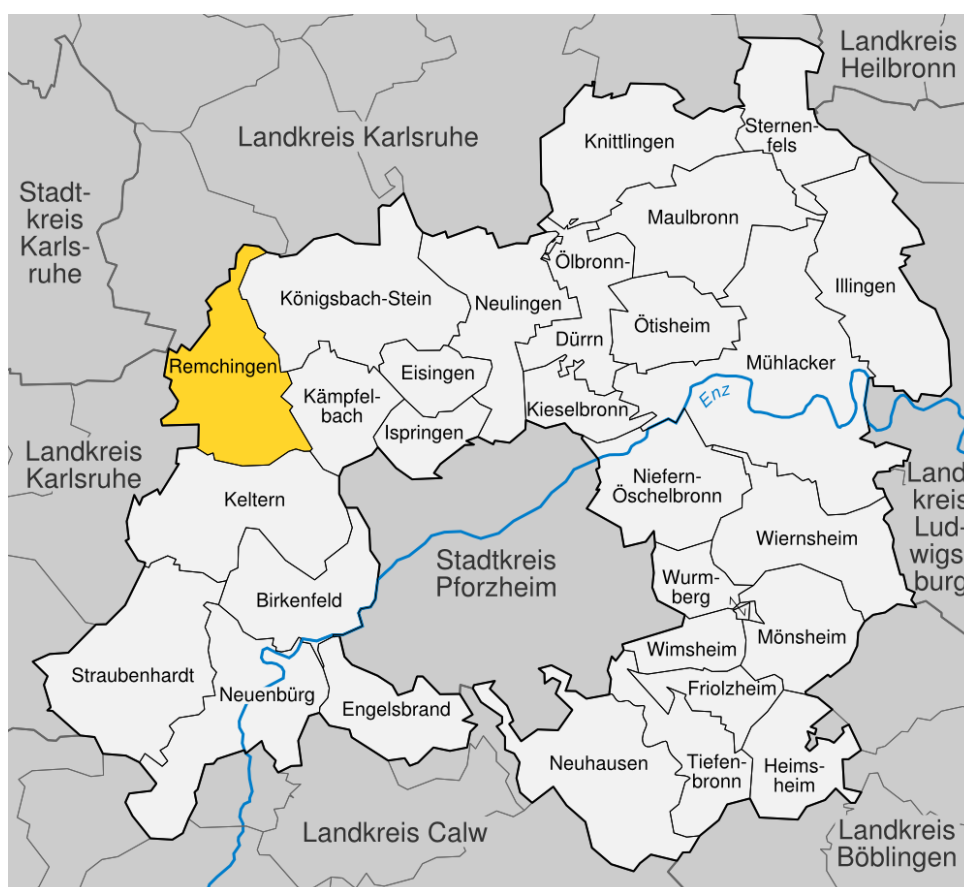


Abbildung 2-1: Kommune Remchingen – geografische Lage (Wikipedia¹).

¹ Franzpaul, Lencer and Kjunix (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Remchingen_im_Enzkreis.png), „Remchingen im Enzkreis“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Auf einer Fläche von 24 km² ($\cong$ 0,06 % der Landesfläche) leben 11.995 Einwohner² ($\cong$ 0,11 % der Landesbevölkerung). Die Gemarkung ist überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt. Von den 2.405 ha der Kommune Remchingen sind 939 ha Waldfläche (39,0 %), ca. 40,3 % (970 ha) werden landwirtschaftlich genutzt.

Über den Bahnhof im Ortsteil Wilferdingen ist Remchingen an das Bahnnetz angeschlossen. Im Bahnhof halten sowohl Züge des Regionalexpress als auch Stadtbahnzüge, die sowohl für eine Anbindung an die Metropole Karlsruhe als auch an Pforzheim sorgen. Für den Übergang vom Individual- zum Schienenverkehr wird ein großer Park und Ride-Platz vorgehalten. Der ÖPNV zwischen den Ortsteilen ist über Busverbindungen realisiert. Die Bundesstraße B10 verläuft von Südosten nach Nordwesten über die Gemarkung. Sie durchquert den Ortsteil Wilferdingen und verläuft dann am westlichen Rand von Singen entlang. Nöttingen und Darmsbach sind über die L339 an die B10 angeschlossen. Im südlichen Bereich wird die Gemarkung von der Autobahn A8 in Ost-West-Richtung gequert. Die Autobahn verläuft dabei zwischen den Ortsteilen Darmsbach und Nöttingen.

2.1.2 Einwohnerzahlen

Laut statistischem Landesamt Baden-Württemberg hatte die Kommune Remchingen zum 31.12.2022 11.995 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 499 Einwohnern je Quadratkilometer entspricht. Dieser Wert liegt deutlich über den Werten von Kreis (353 EW/km²) und Land (316 EW/km²). Remchingen gehört damit zu den dicht besiedelten Regionen des Landes Baden-Württemberg. In den Jahren 2011 bis 2022 ist die Bevölkerungszahl abgesehen von geringfügigen Schwankungen kontinuierlich von 11.659 auf 11.995 Personen angestiegen.

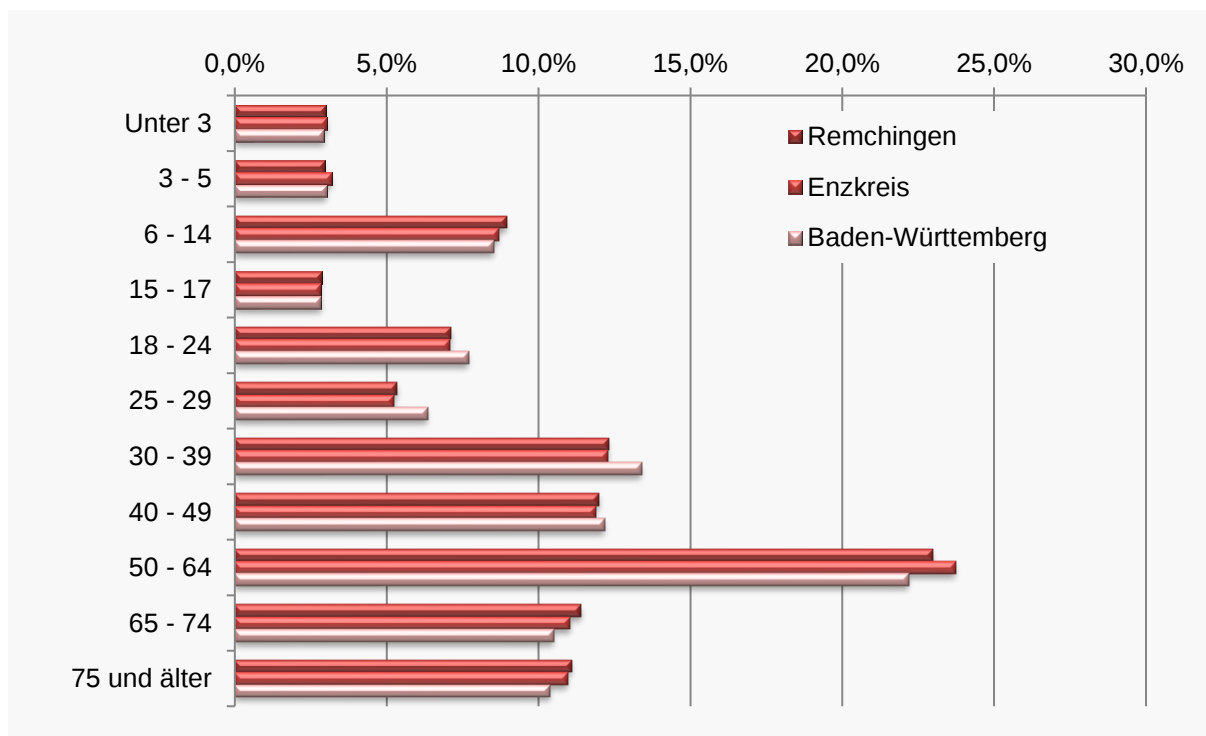


Abbildung 2-2: Anteil der Personen in den einzelnen Altersgruppen, Remchingen im Vergleich zum Enzkreis und zum Land Baden-Württemberg (Altersgruppen: Zensus, Zahlen Fortschreibung statistisches Landesamt).

² Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stand: 31.12.2022.

Von der Gesamtbevölkerung Remchings befanden sich 2022 7.705 Personen (64,2 % der Bevölkerung) im erwerbsfähigen Alter, d.h. zwischen dem 16. und 66. Lebensjahr. 19,9 % der Bevölkerung sind über 66 Jahre alt.

2.1.3 Beschäftigungskennziffern, Pendler

Insgesamt sind in der Kommune Remchingen nach den Angaben des statistischen Landesamtes zum 30.06.2022 3.118 sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse gemeldet. Davon entfallen 48 % (1.496 Stellen) auf das produzierende Gewerbe, und 33,9 % (1.057 Stellen) auf den Bereich der sonstigen Dienstleistungen. Im Bereich Handel, Verkehr und Gastgewerbe waren es 560 Stellen, was einem Anteil von 18 % entspricht. Es wurden im Jahr 2022 4.039 Auspendler und 2.051 Einpendler ermittelt (Stand 30.06.2022). Die Arbeitslosenquote im Jahresdurchschnitt ist in Remchingen von 3,3 % im Jahr 2010 auf 2,7 % der erwerbstätigen Bevölkerung im Jahr 2022 gesunken, d. h. die Zahl der arbeitssuchend gemeldeten Personen ist von 255 auf 210 zurückgegangen.

2.1.4 Flächenverteilung und Flächennutzung

Die bebauten Flächen (Siedlungs- und Verkehrsflächen) summieren sich in Remchingen zu einem Flächenanteil von 19,6 % auf. Dieser ist damit höher als in Kreis (16,6 %) und Land (14,8 %), was aufgrund der Verhältnisse bei der Bevölkerungsdichte zu erwarten war.

Der Anteil der Waldfläche der Kommune Remchingen liegt mit 39 % noch knapp über dem Landes- als auch dem Kreisdurchschnitt von 37,8 % bzw. 38 %. Bei der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind die Flächenanteile in Remchingen mit 40,3 % dagegen etwas niedriger als im Land mit 44,9 % und im Enzkreis mit 43,7 %.

Wasserflächen, die wichtig für eine kleinräumliche Klimaregulierung sein können, sind in Remchingen vor allem in Form von Fließgewässern vorhanden. Der Anteil der Wasserflächen beträgt insgesamt 0,6 % der Gesamtmarkungsfläche. Dieser Anteil entspricht exakt dem Gewässeranteil im Enzkreis ist aber niedriger als der Landesdurchschnitt von 1,1 %.

2.1.5 Gebäudebestand

Die Kommune Remchingen verzeichnet nach Angaben des statistischen Landesamtes zum Ende des Jahres 2022 einen Bestand von 3.343 Wohngebäuden mit insgesamt 5.427 Wohnungen. Die Belegungsdichte beträgt damit rund 2,2 Personen pro Wohnung. Unbeheizte Gebäude, wie Garagen und Schuppen, werden nicht berücksichtigt. Die kommunalen Liegenschaften werden gesondert betrachtet.

Auffällig ist in Remchingen der trotz der hohen Bevölkerungsdichte mit 65 % noch sehr hohe Anteil an Einfamilienhäusern (EFH). Zusammen mit den Zweifamilienhäusern (23,7 %) machen diese Gebäude knapp 89 % des Gebäudebestandes aus. Bei den Mehrfamilienhäusern überwiegen die Gebäude mit einer Anzahl von 3-6 Wohnungen (6,8 %). Noch größere Wohneinheiten machen noch 3,4 % des Bestandes aus.

Tabelle 2-1: Kommune Remchingen – Gebäudebestand und Anzahl der Wohnungen und Wohngebäude (Datenbasis: statistische Landesamt, Stand 31.12.2022).

Gebäudebestand Kommune Remchingen	Anzahl
Wohngebäude:	3.343
davon Einfamilienhäuser	2.171
davon Zweifamilienhäuser	792
davon 3 bis 6 Wohnungen pro Haus*	336
davon 7 bis 12 Wohnungen pro Haus*	31
davon 13 und mehr Wohnungen pro Haus*	11
Wohnungen	2404

*Anteile entsprechend der Zensus-Ergebnisse aus der Summenangabe des statistischen Landesamtes berechnet.

Normalerweise korreliert ein höherer Bestand an Einfamilienhäusern mit eher größeren Wohnflächen von über 100 m². Dies ist, wie Abbildung 2-3 zeigt, auch in Remchingen der Fall, wo der Anteil an Wohnungen mit mehr als 100 m² höher ist als im Landesdurchschnitt. In den Größenklassen 120 m² bis 139 m² sowie 140 m² bis 159 m² sind die Anteile auch deutlich höher als beim Landkreis. Bei noch größeren Wohnungen entsprechen die Verhältnisse in Remchingen dann ungefähr den Verhältnisse im Landkreis. Die Verhältnisse sind eigentlich typisch für ländliche Räume in Baden-Württemberg bei denen die Bevölkerungsdichte dann aber deutlich niedriger liegt als in Remchingen.

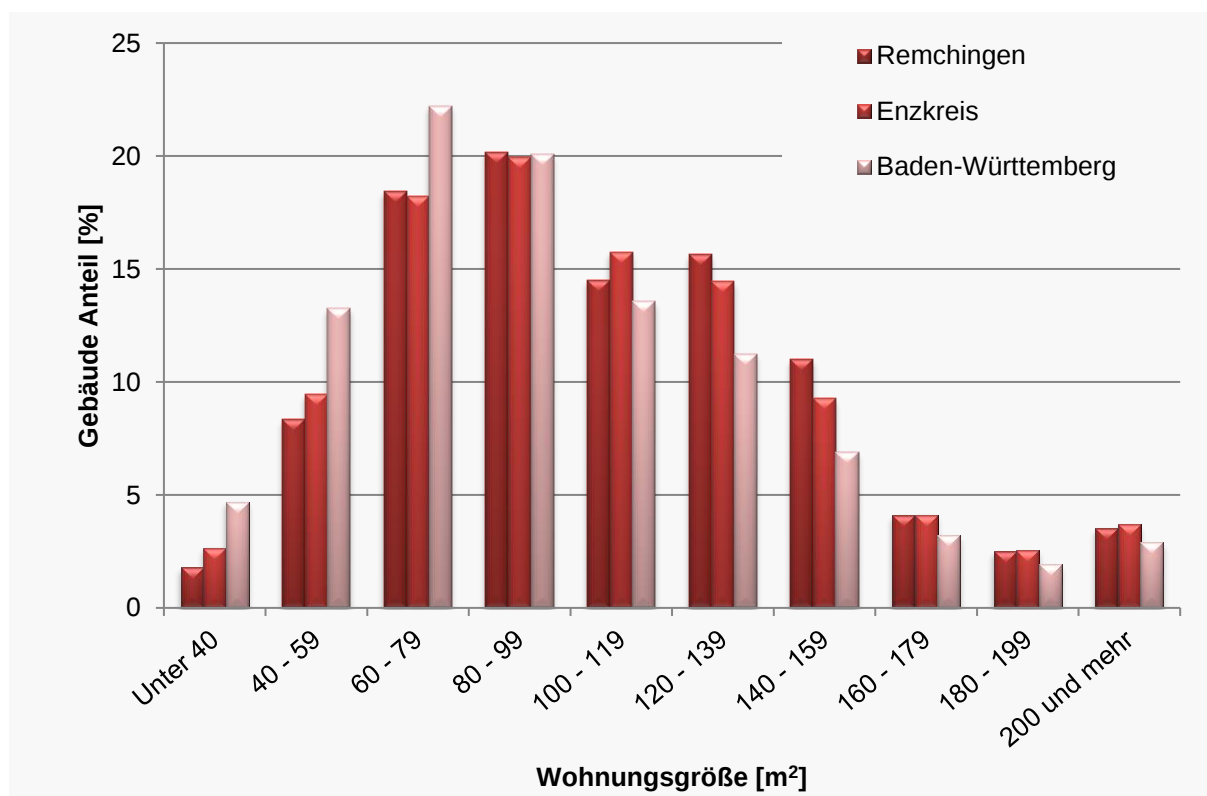


Abbildung 2-3: Anteil der Wohnungen in den einzelnen Größenklassen, Remchingen im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2011).

Nach den in Abbildung 2-4 dargestellten Ergebnissen liegt der Anteil der Gebäude, die zwischen 1950 und 1990 gebaut wurden bei 56%. Diese Gebäude weisen nach den Erfahrungen der Gebäudeenergieberater ein hohes Einsparpotenzial auf. Neubauten, bei denen energetische Verbesserungen vor allem aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten kaum sinnvoll sind (Baujahr nach 2000), haben in Remchingen einen Anteil von 13,7 %. Etwas schwieriger gestalten sich pauschale Aussagen zur Sanierungswürdigkeit von Gebäuden mit Baujahren zwischen 1990 und 1999, die in Remchingen mit 12,2 % im durchschnittlichen Bereich liegen. In der Mitte dieses Zeitabschnitts trat die dritte Wärmeschutzverordnung in Kraft. Wurden die Gebäude nach der Wärmeschutzverordnung von 1995 errichtet, dürfte sich eine Sanierung aus rein wirtschaftlicher Sicht auch aktuell noch nicht als sinnvoll erweisen.

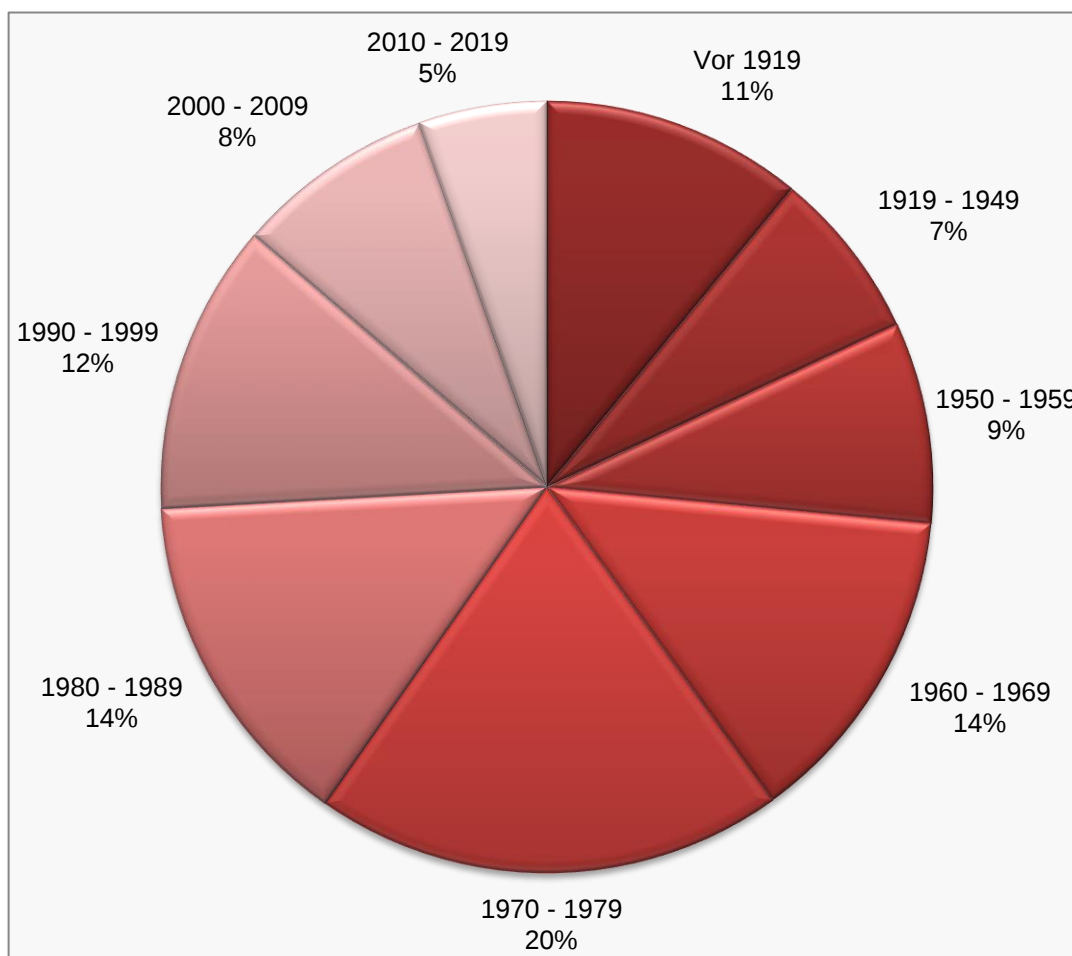


Abbildung 2-4: Anteile der Baualtersklassen (Jahrzehnte) in Remchingen (Zensus 2011, Weiterführung StaLa 2022).

Der in Abbildung 2-5 dargestellte Vergleich zwischen den Anteilen der einzelnen Baualtersklassen in Remchingen mit denen im Landkreis und im Land, belegt sehr anschaulich hohe Bautätigkeiten in der Kommune im Verlauf der Jahre 70er Jahre. Aber auch in den jüngeren Altersklassen liegen die Anteile höher als in Kreis und Land.

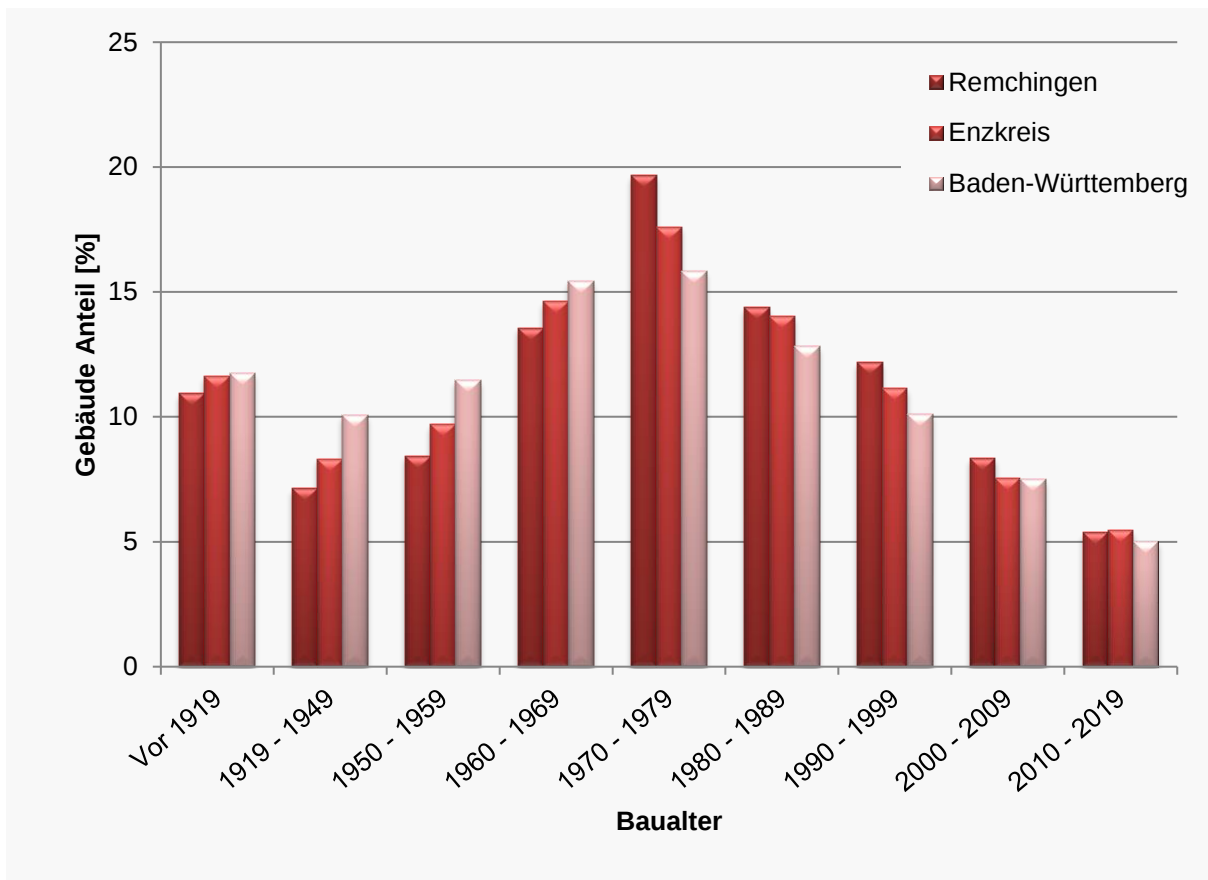


Abbildung 2-5: Anteil der Gebäude in den einzelnen Baualtersklassen, Remchingen im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2011 und StLa 2022)

2.1.6 Heizenergieverbrauch im Gebäudebestand

Die Angaben zum Verbrauch an Heizenergie in den Gebäuden der unterschiedlichen Altersklassen weisen hohe Schwankungen auf. Teilweise werden Zahlen von 350 kWh/m²a und mehr ausgewiesen. Dabei handelt es sich in der Regel um rechnerisch ermittelte Bedarfswerte. Der tatsächliche Verbrauch ist in der Praxis meist geringer. Gründe hierfür können z.B. Teilsanierungen oder Sparmaßnahmen der Bewohner sein.

Für Remchingen liegen Daten zu den leitungsgebundenen Energieträgern (Erdgas) von Seiten des Netzbetreibers vor. Aus den vorliegenden Daten schätzt das zur Bilanzierung eingesetzte Werkzeug BiCO₂BW einen durchschnittlichen Verbrauch für 2021 von 119 kWh/m²a ab, was merklich unter dem Durchschnitt in Baden-Württemberg (137 kWh/m²a) liegt. Angesichts der Baualtersverteilung (siehe Abbildung 2-4) kann dies nicht durch einen relativ hohen Anteil an Gebäuden jüngsten Baudatums erklärt werden. Möglicherweise haben auch die geringen Anteile historischer Gebäude einen entsprechenden Einfluss oder die zwischenzeitlich sanierten Gebäude haben entsprechend hohe Anteile. Genaue Aussagen zu den realen Verbrauchswerten lassen sich nur über eine direkte Befragung der Haushalte erreichen.

2.2 Energieverbrauch in Remchingen

Wesentliche Grundlage einer konzeptionellen Weiterentwicklung und Systematisierung von Klimaschutzmaßnahmen ist die Kenntnis des Ist-Zustandes. Da die überwiegende Menge an Treibhausgasemissionen

aus der Nutzung von Energie resultiert, stehen vor allem der Energieverbrauch und die eingesetzten Energieträger im Fokus. Diese Daten stellen die Basis für die Energie- und CO₂-Bilanz der Kommune dar.

2.2.1 Leitungsgebundene Energieträger

Die Daten zum Stromverbrauch wurden vom Verteilnetzbetreiber geliefert. Verteilnetzbetreiber des Stromnetzes ist die Netze BW GmbH. Der CO₂-Bilanz wurden die Verbrauchswerte des Jahres 2021 zugrunde gelegt. Da es sich um die durchgeleiteten Energiemengen handelt, wird der gesamte Verbrauch erfasst. Gleiches gilt für die Angaben zum Erdgasverbrauch. Das Gasnetz wird von der Netze Südwest GmbH betrieben.

Abbildung 2-6 zeigt die Entwicklung des Strom- und Gasverbrauchs über die letzten Jahre. Der Stromverbrauch ist bis auf einen leichten Rückgang in den Jahren 2019 und 2020 nahezu konstant. Der Gasverbrauch weist eine eher steigende Tendenz auf. Wird eine Witterungskorrektur vorgenommen zeigt sich der Anstieg deutlicher. Die nach der Witterung korrigierten Verbrauchswerte für Erdgas sind von 46.667 MWh im Jahr 2015 auf 56.836 MWh im Jahr 2021 und damit um 26 % gestiegen. Allerdings hat auch die Zahl der Abnahmestellen von 1.497 im Jahr 2016 auf 1.675 im Jahr 2021 zugenommen. Das ist ein Zuwachs von 11 %.

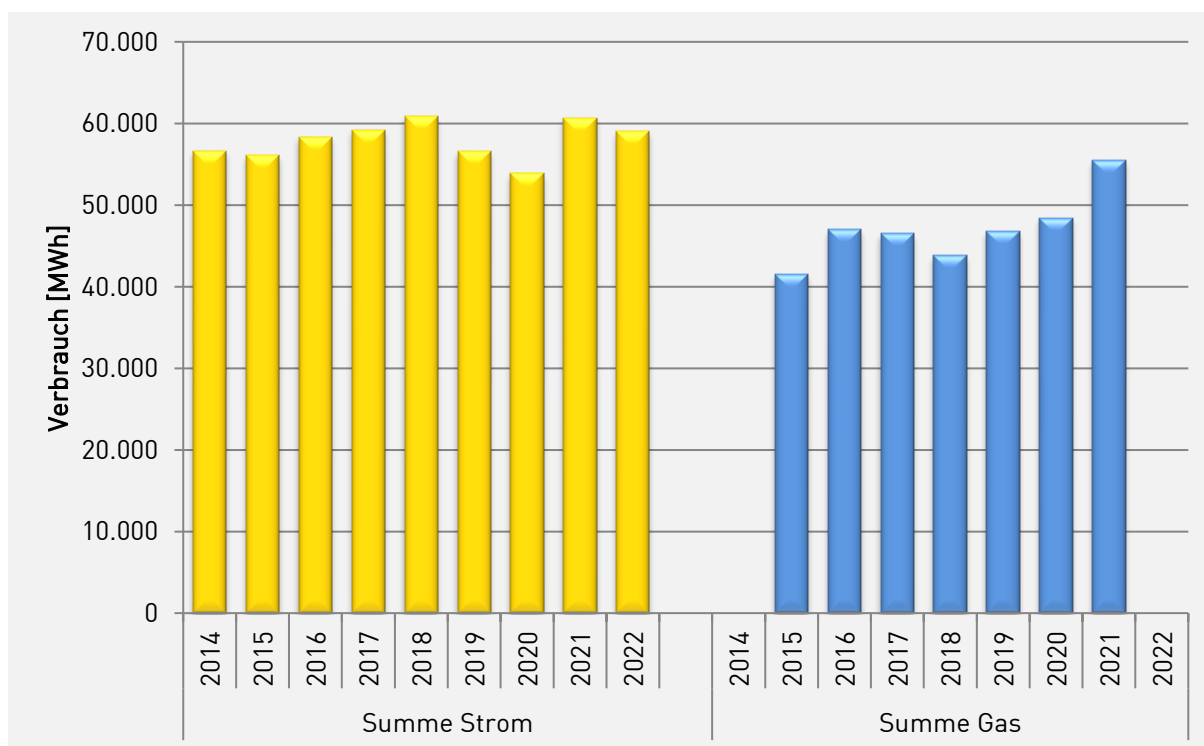


Abbildung 2-6: Entwicklung von Strom und Gasverbrauch in Remchingen in den Jahren 2014 bis 2022³.

2.2.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger

Als Grundlage für die Ermittlung des Verbrauchs an nicht leitungsgebundenen Energieträger (Kohle, Heizöl, erneuerbare Energie wie Holz oder Solarthermie, sonstige Energieträger) dienen für das verarbeitende Gewerbe die CO₂-Bilanz des statistischen Landesamtes, die Daten zu Anlagen der 11. BImSchV sowie statistische Verbrauchsdaten. Auch bei den privaten Haushalten wurde die Bilanz auf Basis der im Berechnungswerkzeug (BICO₂BW, Version 3.1) implementierten Abschätzungen erstellt. Demnach entfielen 2021 von der insgesamt

³ Die Verbrauchswerte für Erdgas standen nur für die Jahre 2015 bis 2021 zur Verfügung.

benötigten Heizwärmemenge in Höhe von 104.752 MWh etwa 47,7 % auf Erdgas, 22,7 % auf Heizöl und 29,6 % auf die Nutzung erneuerbarer Energiequellen (EEQ). Die Nutzung weiterer Brennstoffe wie z. B. Kohle liegt in Summe bei unter 0,1 %. Um konkrete Aussagen zu den Brennstoffen sowie zu Typ und Alter der Heizanlagen in Remchingen machen zu können, wären Einzeldaten zu den Feuerungsstätten in der Kommune erforderlich. Diese Datensätze liegen nur bei den Bezirksschornsteinfegern direkt vor und standen für eine Auswertung nicht zur Verfügung.

2.2.3 Fahr- und Verkehrsleistungen

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg berechnet auf Basis der laufenden Verkehrszählungen jedes Jahr die Fahrleistungen auf kommunaler Ebene und differenziert dabei nach Straßentypen und Fahrzeugkategorien (Zweiräder, Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Schwerverkehr). Damit werden alle Fahrzeugbewegungen, die auf den Straßen in der jeweiligen Kommune stattfinden, unabhängig vom Zulassungsort des Fahrzeugs erfasst. Diese Betrachtungsweise entspricht dem sogenannten Territorialprinzip (vgl. auch Kapitel 3.2 zur Bilanzierungsmethodik). Gerade Kommunen mit einem kleinen Straßennetz und hohen Auspendlerzahlen profitieren von dieser Betrachtungsweise. Im Gegenzug schneiden Kommunen über deren Gemarkung eine vielbefahrene Fernstraße verläuft eher schlecht ab. Alternativ können auch die Zulassungszahlen erfasst und über die statistischen Erhebungen zur Fahrleistung in Deutschland Rückschlüsse auf die Fahrleistung der Einwohner der Kommunen gezogen werden. Bei diesem sogenannten Verursacherprinzip spielt es keine Rolle, auf welchen Straßen die Fahrzeuge bewegt werden, hierbei ist der Zulassungsort entscheidend. In Remchingen weisen die Ergebnisse der beiden Auswertungsmethoden einen deutlichen Unterschied zugunsten des Verursacherprinzips auf. Das statistische Landesamt gibt für das Jahr 2021 222 Mio. Fahrzeugkilometer an, wohingegen die Berechnung über die Zulassungszahlen 107 Mio. Fahrzeugkilometer ergeben. Grund hierfür ist das vielbefahrene Teilstück der A8, das Remchingen quert. Im Folgenden werden die entsprechenden Zahlenwerte angeführt. Kapitel 2.2.3.1 stellt die Zahlen des Landesamtes vor (Territorialprinzip), wohingegen das Kapitel 0 auf die nach dem Verursacherprinzip ermittelten Werte eingeht.

2.2.3.1 Gemeindegebiet Remchingen

Tabelle 2-2: Fahrleistungen innerhalb der Kommune Remchingen im Jahr 2021 (StaLa BiCO₂BW Grunddatensatz)

Mio. Fahrzeug-km	Innerorts	Außerorts	Autobahnen
Motorisierte Zweiräder	0,28	0,62	0,72
PKW	12,66	37,9	106,6
Leichte Nutzfahrzeuge (LNF)	1,12	4,92	19,6
LKW > 3,5 t	0,47	1,69	34,82
Gesamtfahrleistung	14,53	45,13	161,74

Nach den in Tabelle 2-2 zusammengestellten Werten ermittelt das Statistische Landesamt Baden-Württemberg insgesamt eine Fahrleistung von knapp 222 Mio. Fahrzeugkilometer für die Gemarkung Remchingen im Jahr 2021. Davon entfallen 159 Mio. km auf PKW und Zweiräder. 63 Mio. km werden den Nutzfahrzeugen zugerechnet. Im Hinblick auf die Straßennutzung werden etwa 73 % der gefahrenen Kilometer

(161,74 Mio. km) auf der Autobahn zurückgelegt. Außerorts verbleibt ein Anteil von 20 % (45,13 Mio. km). Auf den Innerort-Verkehr entfallen dann noch knapp 7 %, was 14,53 Mio. km entspricht.

2.2.3.2 Zugelassene Fahrzeuge

In Remchingen waren Ende 2021 649 PKW pro 1.000 Einwohner zugelassen (7.714 Fahrzeuge). Das sind 6 % mehr als im Durchschnitt Baden-Württembergs (612 PKW je 1000 Einwohner). Die Details der Zulassungszahlen aller Fahrzeugkategorien sowie die zeitliche Entwicklung seit 2011 sind in Tabelle 2-3 zusammengestellt.

Um aus den Zulassungszahlen auf die Fahrzeugkilometer und die Verbrauchs- bzw. Emissionswerte schließen zu können, werden die Veröffentlichungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) [1], des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMDV) [2] sowie Detailangaben von DIW und DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), das die Aufbereitung des Zahlenwerks für die Veröffentlichung der BMDV mittlerweile übernommen hat, verwendet. Dort werden die Fahrzeugtypen weiter differenziert, als es bei den Veröffentlichungen des Statistischen Landesamtes der Fall ist. Dies betrifft insbesondere die Unterteilung der PKW in Diesel- und Benzinfahrzeuge sowie die Aufteilung der Zugmaschinen nach Sattelzugmaschinen und sonstigen Zugmaschinen. Werden die im Bund vorliegenden Durchschnittswerte für diese Differenzierung auch auf Remchingen übertragen, ergeben sich die in Tabelle 2-4 zusammengestellten Fahrleistungen.

Tabelle 2-3: Zulassungszahlen in Remchingen nach Fahrzeugkategorien für die Jahre 2011 bis 2022⁴

Jahr	PKW	LKW	Zugmaschinen	Krafträder	Sonder-KFZ
2011	6.589	245	300	693	15
2012	6.726	247	300	707	16
2013	6.825	257	305	721	16
2014	6.944	266	293	773	16
2015	7.051	281	297	767	17
2016	7.085	292	300	793	17
2017	7.208	315	305	793	14
2018	7.310	334	304	785	14
2019	7.383	349	308	793	16
2020	7.437	371	315	814	16
2021	7.638	400	320	838	16
2022	7.714	394	325	860	20
2023	7.732	396	339	881	19

⁴ Stand jeweils am 1.1. des Jahres

Tabelle 2-4: Fahrleistungen der in Remchingen zugelassenen Fahrzeugen in Mio. km

Jahr	PKW	LKW	Zugmaschinen	Krafträder	Sonder-KFZ	Summe
2011	94,53	6,10	4,96	2,88	0,22	108,69
2012	94,94	6,28	4,77	2,93	0,22	109,13
2013	96,46	6,49	4,45	3,07	0,22	110,69
2014	98,66	6,88	4,45	3,05	0,23	113,27
2015	99,05	7,14	4,44	3,12	0,23	113,98
2016	101,39	7,67	4,43	3,11	0,19	116,80
2017	101,41	7,17	4,07	2,37	0,13	115,15
2018	101,03	7,41	4,11	2,36	0,14	115,04
2019	100,88	7,73	4,07	2,39	0,13	115,20
2020	91,85	7,66	3,91	2,17	0,13	105,71
2021	92,78	7,69	3,87	2,13	0,17	106,63
2022	95,48	7,63	3,85	2,27	0,16	109,38

Die auf Basis der Zulassungszahlen ermittelten Fahrleistungen erreichen damit nur etwa die Hälfte der territorial basierten Angaben des statistischen Landesamtes. Diese Differenz resultiert aus dem hohen Verkehrsaufkommen der A8, das zu 73 % zu den territorial ermittelten Fahrleistungen beiträgt. Dass die Fahrleistungen im Jahr 2020 um ca. 10 % zurückgehen, ist auf die Maßnahmen zur Bekämpfung der Corona Pandemie (Lock Down) zurückzuführen. Der Wiederanstieg in den Jahren 2021 und 2022 ist deutlich zu erkennen. Im Jahr 2022 lagen die Fahrleistungen noch etwa 5 % niedriger als vor der Pandemie. Ob der steigende Trend weiter anhält, bleibt abzuwarten.

2.3 Erneuerbare Erzeugung

2.3.1 Strom

Aktuell werden in Remchingen zur regenerativen Stromerzeugung Photovoltaikanlagen sowie Wasserkraftanlagen genutzt. Die im Energiemonitor der Netze BW angegebenen Einspeisungen aus Biogas sind auf das BHKW am San-Biagio-Platani-Platz zurückzuführen. Da diese Anlage vertraglich mit Biogas versorgt wird, wird die erzeugte Strommenge von 752 MWh im Jahr 2021 nach EEG vergütet und als Erzeugung durch Biogas angeführt. Die folgenden Unterkapitel gehen auf die einzelnen Erzeugungsarten sowie die daraus resultierenden Strommengen ein.

2.3.1.1 PV-Anlagen

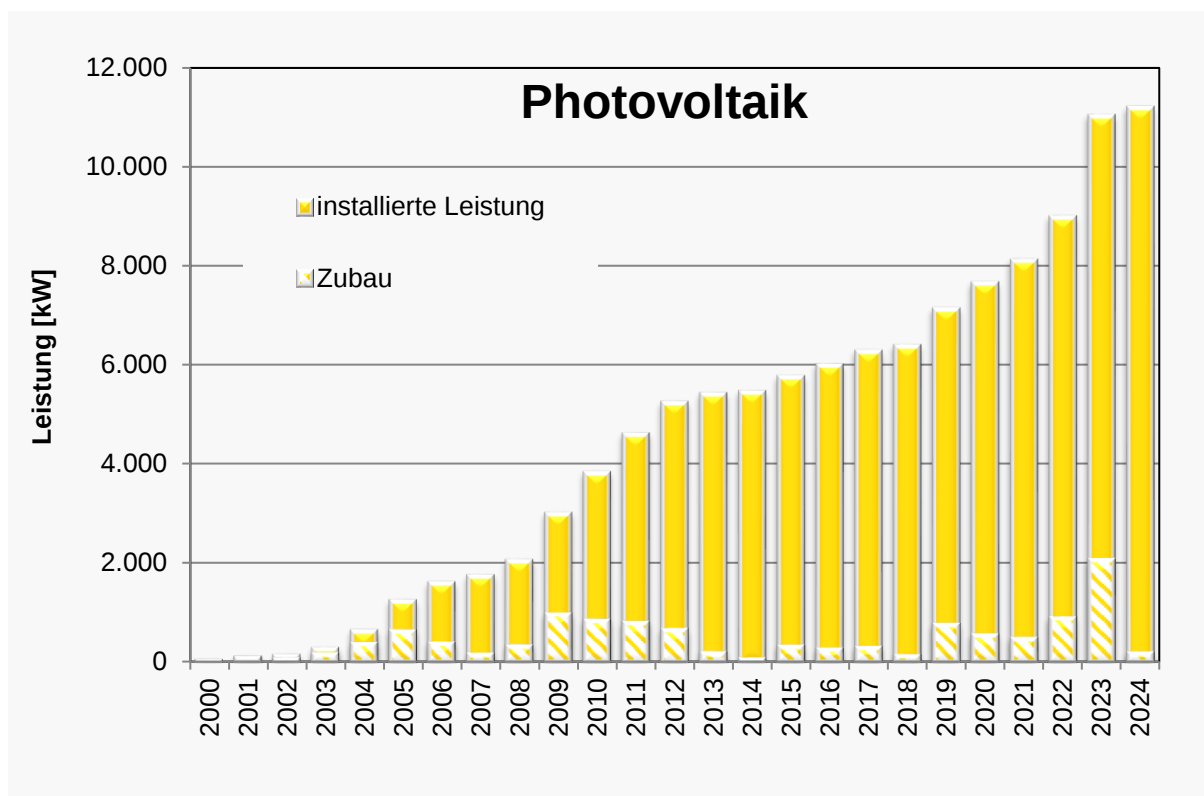


Abbildung 2-7: Installierte Leistung und jährlicher Zubau der Photovoltaikanlagen in Remchingen (Jahr 2024 nur bis ca. Ende Februar; Quelle: Marktstammdatenregister)

Abbildung 2-7 zeigt die Entwicklung der installierten Leistung sowie den jährlichen Zubau bei den Photovoltaikanlagen für das Jahr 2000 bis Ende Februar 2024. Im Jahr 2021 waren demnach 605 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 8.102 kW_p installiert. Ende 2023 waren es 878 Anlagen mit insgesamt 11.027 kW_p. Es gibt seit dem Jahr 2009 eine Freiflächenanlagen mit einer Anschlussleistung von 609 kW_p. Es ist ein deutlicher Anstieg des Zubaus im Jahr 2023 zu verzeichnen. Allein im Verlauf dieses Jahres wurden Anlagen mit 2.054 kW_p in Betrieb genommen, das entspricht 18 % des Bestands. Bezogen auf die Zahl der Einwohner ergibt sich für das Jahr 2023 eine installierte Leistung von 919 W_p je Einwohner. Zum Vergleich: im Bundesdurchschnitt lag die pro Kopf installierte Leistung 2021 bei 721 W_p in Baden-Württemberg wurden 646 W_p je Einwohner erreicht.

Die erzeugte Energiemenge lag 2021 bei 6.690 MWh. Davon wurden nach Angaben des Netzbetreibers 217 MWh zur Eigenversorgung genutzt. Diese Angabe ist wahrscheinlich etwas zu niedrig, da nicht bei allen Anlagen mit Eigenversorgungsanteilen eine exakte messtechnische Erfassung dieser Anteile erfolgt.

2.3.1.2 Wasserkraft

Für Remchingen sind im Marktstammdatenregister zwei Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von je 26,9 kW gelistet. Laut Energieatlas ist das Kraftwerk in Nöttingen noch in Betrieb, wohingegen das Kraftwerk in Singen stillgelegt ist. Die erzeugte Energiemenge lag 2021 bei 59,8 MWh.

2.3.1.3 Erneuerbare Stromerzeugung

Nach den oben aufgeführten Zahlen lag die erneuerbare Stromerzeugung in Remchingen im Jahr 2021 in Summe bei 7.502 MWh. Damit erreichen die erneuerbaren Energien einen Anteil von 10,8 % am Stromverbrauch.

Bezogen auf den gesamten Endenergiebedarf des Jahres 2021 in Höhe von 413.155 MWh (siehe Abbildung 3-1) entspricht die regenerative Stromerzeugung einem Anteil von 1,8 %.

2.3.2 Wärme

Erfahrungsgemäß sind die Angaben zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieanlagen deutlich unschärfer, als dies bei der elektrischen Erzeugung der Fall ist. Dies liegt zum einen daran, dass die tatsächlichen Verbrauchszahlen meist sehr ungenau sind und zum anderen die regenerativ erzeugten Mengen nicht direkt gemessen und veröffentlicht werden. Im vorliegenden Fall erfolgt die regenerative Wärmeerzeugung über Solarthermie, die energetische Nutzung von Holz sowie über Wärmepumpen. Über konventionelle Erdgas-BHKW betriebene Heizanlagen und Nahwärmenetze sind hierbei nicht zu berücksichtigen, da ein fossiler Energieträger zum Einsatz kommt. Wegen der erheblichen Steigerung des Nutzungsgrades bei der Verbrennung von Erdgas in einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Einheit wird hier von einer primärschonenden Erzeugung gesprochen.

Bei der Solarthermie sind für das Jahr 2021 348 Anlagen mit einer installierten Kollektorfläche von 2.915 m² dokumentiert. Die Entwicklung des bisherigen Zubaus und der damit verbundenen installierten Fläche ist in Abbildung 2-8 dargestellt. Diese Zahlen beziehen sich ausschließlich auf Anlagen, die über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BaFa) gefördert wurden. Die entsprechenden Werte sind im Solaratlas⁵ hinterlegt. In der Summe entsprechen 2.915 m² einer Fläche von 0,245 m² je Einwohner. Laut statistischem Bundesamt waren 2021 in Deutschland 0,259 m² Kollektorfläche je Einwohner installiert. In Baden-Württemberg lag die Zahl 2018 bei 0,343 m² je Einwohner.

Statistisch gesehen sind in Remchingen aktuell 348 Wohngebäude mit einer Solarthermieanlage ausgestattet, was einem prozentualen Anteil von 10,4 % entspricht. Die mittlere Anlagengröße liegt bei 8,4 m². Das lässt darauf schließen, dass viele der Anlagen nur für die Bereitstellung von warmem Wasser genutzt werden. Werden als jährlicher Ertrag 400 kWh/m² veranschlagt, ergibt sich für die bereitgestellte Wärmemenge im Jahr 2021 ein Wert von 1.166 MWh. Das entspricht 116.000 l Heizöl, die durch regenerative Energie ersetzt werden.

⁵ www.solaratlas.de

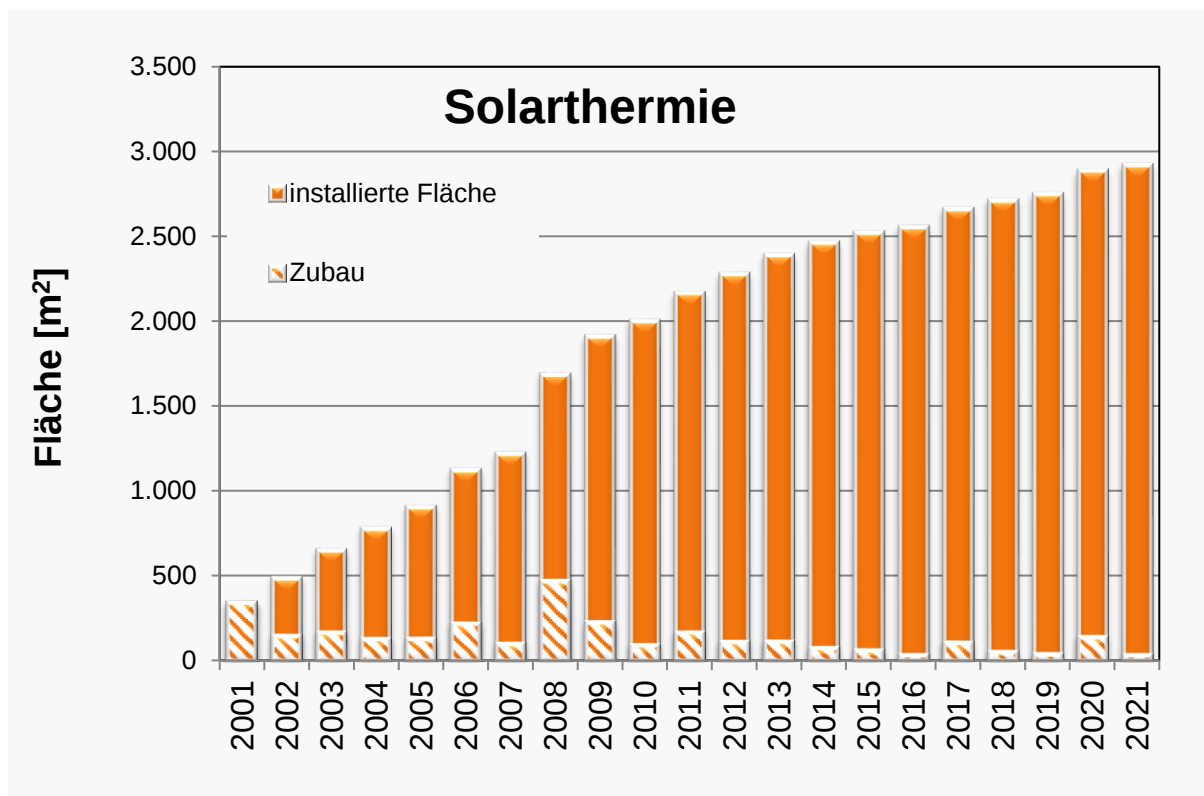


Abbildung 2-8: Installierte Fläche und jährlicher Zubau der über das BaFa geförderten Solarthermiefächen (Stand Q1 2022; Quelle: Solaratlas)

Nach den Ergebnissen des Bilanzierungswerkzeugs BICO₂BW wurden im Jahr 2021 in Remchingen 30.980 MWh an Wärme über erneuerbare Energiequellen erzeugt. Dies entspricht 29,6 % des Wärmeverbrauchs. In Baden-Württemberg sind es dagegen 20,0 %. Damit liegt der Gesamtanteil der erneuerbaren Quellen am Endenergieverbrauch trotz der in Remchingen mit 10,6 % deutlich unterdurchschnittlichen regenerativen Anteile an der Stromerzeugung (Landesdurchschnitt 30 %) mit 22,5 % immer noch über dem Landeswert von 16,3 %

2.4 Kommunale Verbrauchswerte

2.4.1 Straßenbeleuchtung

Abbildung 2-9 zeigt den Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2014 bis 2022. Demnach ist dieser im Jahr 2015 um 40 % zurückgegangen und dann bis 2021 nahezu konstant geblieben. Im Jahr 2022 gab es dann einen erneuten Rückgang um 13 %. Bezogen auf den Verbrauch von 2014 wurde der Verbrauch damit nahezu halbiert. Bei einem Jahresverbrauch von 166 MWh im Jahr 2022 ergibt sich ein Kennwert von 13,8 kWh je Einwohner.

Nach Untersuchungen des Rechnungshofes Thüringen, die vor der Umstellung auf LED-Beleuchtung erfolgte, lag das Mittel bei überwiegend konventioneller Technik bei einem Verbrauch von 54 kWh je Einwohner [3]. Die Netze BW wiesen für solche Anlagen in ihren Energieberichten einen mittleren Energieverbrauch von 47,8 kWh je Einwohner aus. Insofern deutet der Kennwert in Remchingen darauf hin, dass die Beleuchtungsanlage umfassend auf LED-Technik umgestellt und auch optimiert ist. Durch eine vollständige Umrüstung auf

LED-Technik und bei Beibehaltung bzw. Einführung weiterer Sparmaßnahmen wird, wie die Kennwerte in anderen Kommunen zeigen, ein spezifischer Verbrauch von ca. 15 kWh bis 20 kWh je Einwohner und Jahr erreicht. Damit kann der Kennwert in Remchingen als vorbildlich angesehen werden.

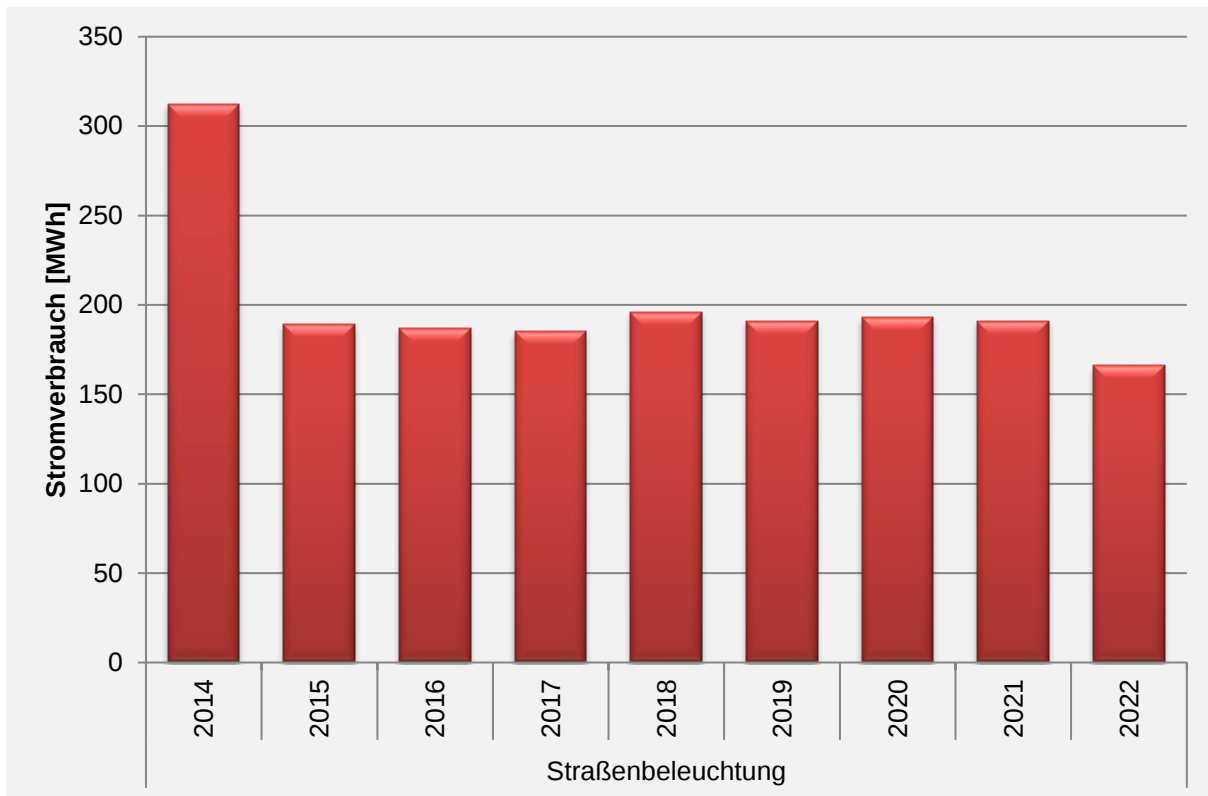


Abbildung 2-9: Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2014 bis 2022.

2.4.2 Liegenschaften der Kommune

Die Kommune Remchingen veröffentlicht bisher keinen regelmäßigen Energiebericht. Die hier dargestellten Verbrauchsdaten für Strom und Wärme basieren auf den Daten, die nach §18 Klimaschutzgesetz BW für das Jahr 2021 gemeldet wurden.

Die Beheizung der Gebäude erfolgt fast ausschließlich mit Erdgas. Im Jahr 2021 hatte Erdgas einen Anteil von 96 % an der insgesamt bereitgestellten Wärmemenge von 4.252 MWh. Die übrigen Anteile werden im Wesentlichen über Strom gedeckt. Mit 751 MWh ist die Grundschule Wilferdingen der größte Verbraucher. Es folgen die Realschule sowie die Bergschule in Singen mit Verbrauchswerten von ca. 550 MWh. Im gleichen Jahr lag der Stromverbrauch der Gebäude bei 969 MWh. Der größte Verbraucher ist hier das Rathaus. Es folgen das Altenpflegeheim sowie das Freibad.

Die Aufteilung der ermittelten Verbrauchswerte sowie die berechneten Kennwerte werden ab dem Kapitel 2.4.2.1 ff. vorgestellt und erläutert. Erläuterungen zur durchgeführten Witterungskorrektur sind im Kapitel 11.3 des Anhangs zu finden.

2.4.2.1 Aufteilung des Energieverbrauchs

Strom

Die prozentuale Aufteilung der Verbrauchswerte auf die einzelnen Gebäude / Nutzungsabschnitte für das Jahr 2021 ist in Abbildung 2-10 dargestellt.

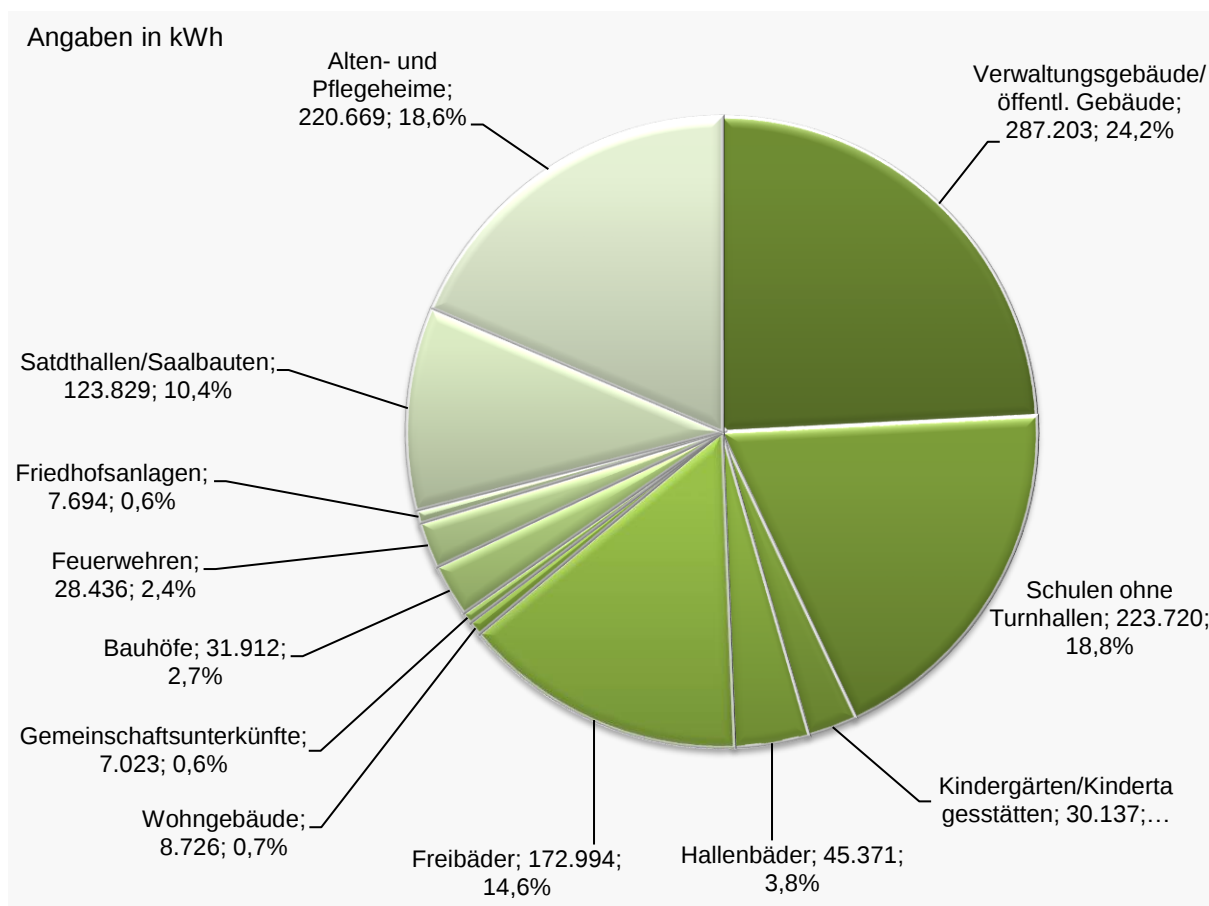


Abbildung 2-10: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2021 auf die einzelnen Gebäude

Dass die Rathäuser mit gut 24 % den größten Verbrauchsanteil haben, ist auffällig. Grund ist der sehr hohe Verbrauch im neuen Rathaus am San-Biagio-Platani-Platz.

Heizenergie

Der witterungskorrigierte Heizenergiebedarf der erfassten Gebäude lag 2021 bei 4.985 MWh. Wie Abbildung 2-11 zeigt, haben hier die Schulen einen Verbrauchsanteil von über 50 %. Es folgen das Rathaus mit 10 % sowie die Bauhöfe mit 7 %. Auffällig ist, dass das Altenpflegeheim beim Stromverbrauch an dritter Stelle lag, bei der Heizwärme aber nur 4,7 % des Verbrauchs ausmacht.

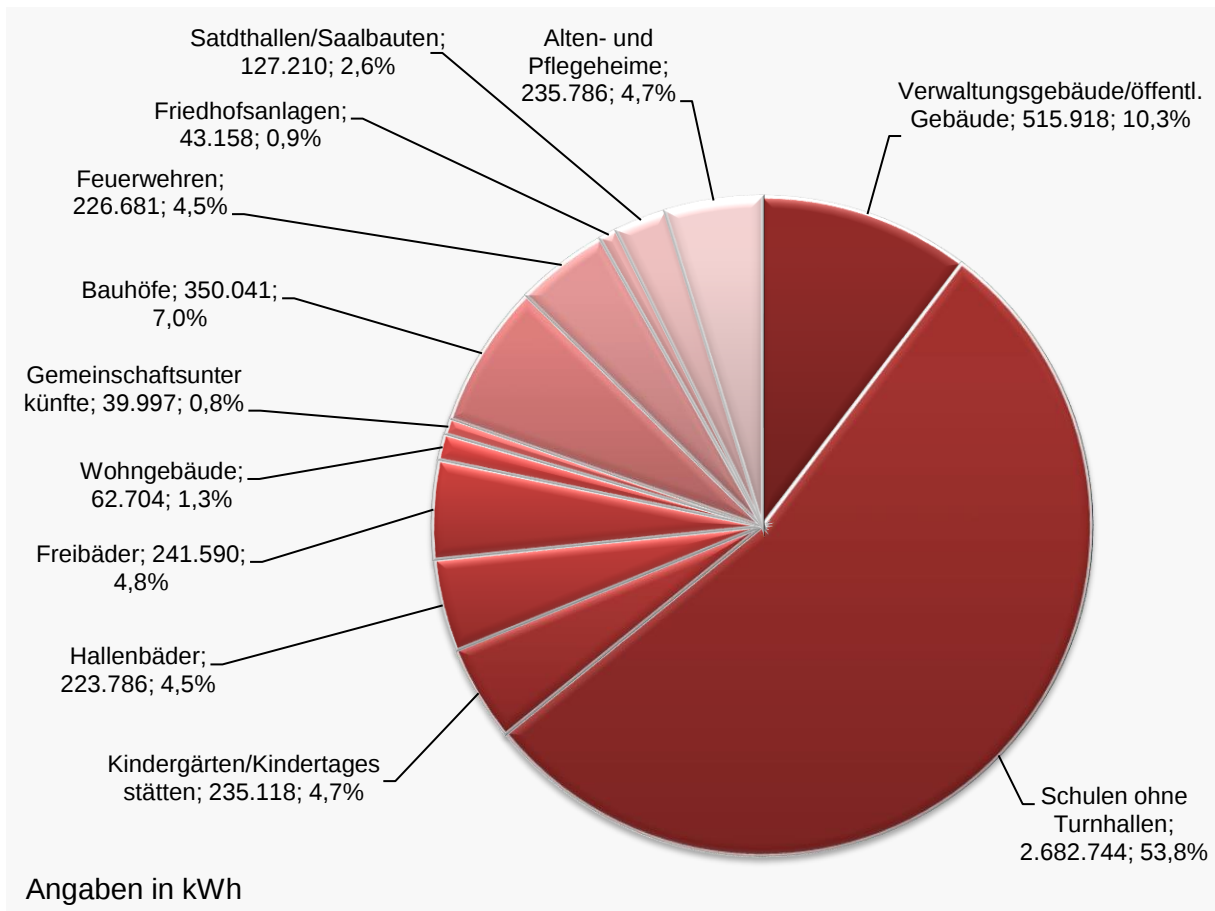


Abbildung 2-11: Prozentuale Aufteilung des witterungskorrigierten Heizwärmeverbrauchs im Jahr 2021 auf die einzelnen Gebäudegruppen

Beim Heizwärmeverbrauch werden witterungskorrigierte Werte verwendet. Zur Witterungskorrektur werden die realen Verbrauchswerte mit dem entsprechenden Klimafaktor des Verbrauchsjahres multipliziert. Zur Bestimmung des Klimafaktors wird die Gradtagzahl des jeweiligen Jahres am aktuellen Standort durch das langjährige Mittel der Gradtagzahlen eines Referenzstandortes geteilt. Bei warmer Witterung ergibt sich als Klimafaktor ein Wert größer Eins. Ist das Jahr kälter als der Durchschnitt, wird der Verbrauchswert über einen Faktor kleiner Eins nach unten korrigiert. Nähere Ausführungen sind im Anhang (Kapitel 11.3) zu finden. Die aktuellen Klimafaktoren ermittelt der Deutsche Wetterdienst fortlaufend und veröffentlicht diese postleitzahlenscharf über seine Internetseiten⁶. Als Referenzstandort wird hierbei seit 2014 Potsdam mit einem langjährigen Mittel der Gradtagzahl von 3.667 eingesetzt. In früheren Jahren wurde Würzburg mit einer Gradtagzahl von 3.883 als Referenzstandort verwendet. Würzburg wurde auch in der Studie zu den Energiekennwerten öffentlicher Gebäude verwendet, die im Folgenden zur Einschätzung des Verbrauchs sowie der sogenannten Grenz- und Zielwerte dient [4]. Daher wurde hier aus Konsistenzgründen die Witterungskorrektur auf den früher üblichen Standort bezogen. In Tabelle 2-5 sind die so ermittelten Korrekturfaktoren für die Witterungsbereinigung des Heizwärmebedarfs in Remchingen angegeben.

⁶ <http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>

Tabelle 2-5: Klimafaktoren zur Witterungskorrektur in Remchingen (Bezugsort Würzburg)

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Faktor	1,22	1,06	1,3	1,21	1,13	1,39	1,26	1,22	1,29	1,38	1,29	1,37	1,19	1,39	1,45

Anzumerken ist, dass die in den genannten Studien verwendete Datenerhebung bereits vor dem Jahr 2005 erfolgte. Neuere Ergebnisse liegen derzeit nicht vor. Diese Tatsache wird insbesondere beim Stromverbrauch als kritisch angesehen, da sich hier, allein durch die mittlerweile deutlich umfassendere Ausstattung mit EDV, Veränderungen in den Nutzungsprofilen eingestellt haben. Im Gegenzug haben sich aber auch, zum Beispiel durch die Verbreitung der LED-Technik, erhebliche Einsparpotenziale ergeben.

2.4.2.2 Kennwerte Strom

Die ermittelten Kennwerte für das Jahr 2021 sind in Abbildung 2-12 dargestellt. Dabei repräsentiert der gelbe Balken den Kennwert, der auch als Zahl angegeben ist. Der linke senkrechte Strich markiert den sogenannten Zielwert und der rechte senkrechte Strich gibt den Grenzwert an. Dabei handelt es sich um Begrifflichkeiten, die beim eea (European Energy Award) Verwendung finden. Der Grenzwert entspricht dem Mittelwert aller untersuchten Gebäude der entsprechenden Gebäudegruppe in der bereits erwähnten Studie [4]. Als Zielwert wird das untere Quartil, also der Mittelwert der besten 25 %, bezeichnet.

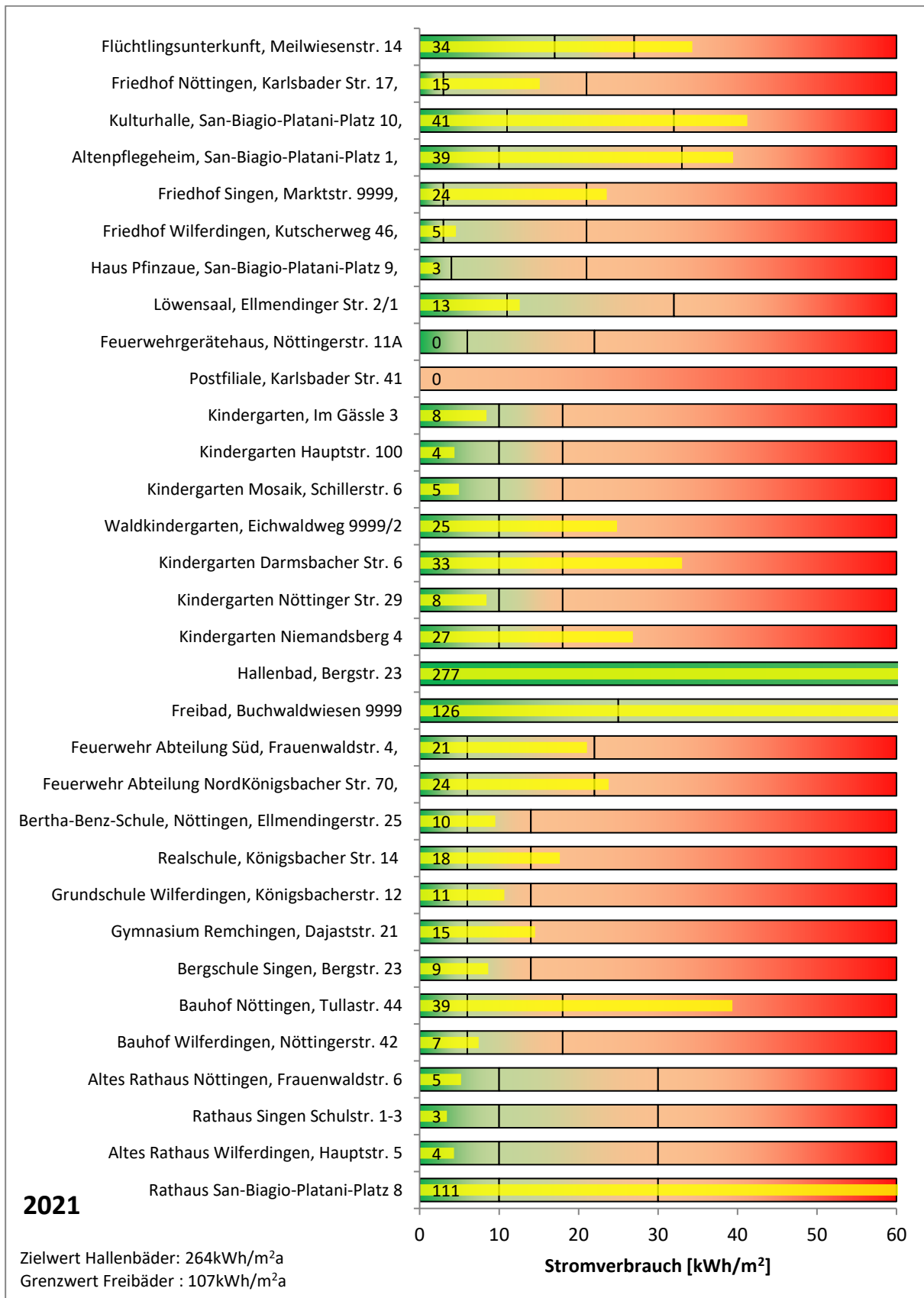


Abbildung 2-12: Stromkennwerte der unterschiedlichen Gebäude für 2021 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte

In Abbildung 2-12 fällt zunächst auf, dass die Kennwerte beim Rathaus und beim Bauhof Nöttingen deutlich oberhalb der Grenzwerte liegen. Auch bei weiteren Liegenschaften liegen die Kennwerte oberhalb oder in der Nähe der Grenzwerte. Im positiven Sinne auffallend sind der Bauhof in Wilferdingen, einige der Kindergärten sowie die Bergschule in Singen.

2.4.2.3 Kennwerte Heizenergie

Die mittels Klimafaktoren witterungskorrigierten Kennwerte des Heizwärmebedarfs für das Jahr 2021 sind in Abbildung 2-13 dargestellt. Auffällig ist, dass die Kennwerte bei etlichen Gebäuden oberhalb oder auf Höhe des Grenzwertes liegen. Niedrige Kennwerte haben die Kulturhalle, das Altenpflegeheim und das Rathaus. Auch das Gymnasium sowie der Kindergarten Mosaik fallen im positiven Sinne auf.

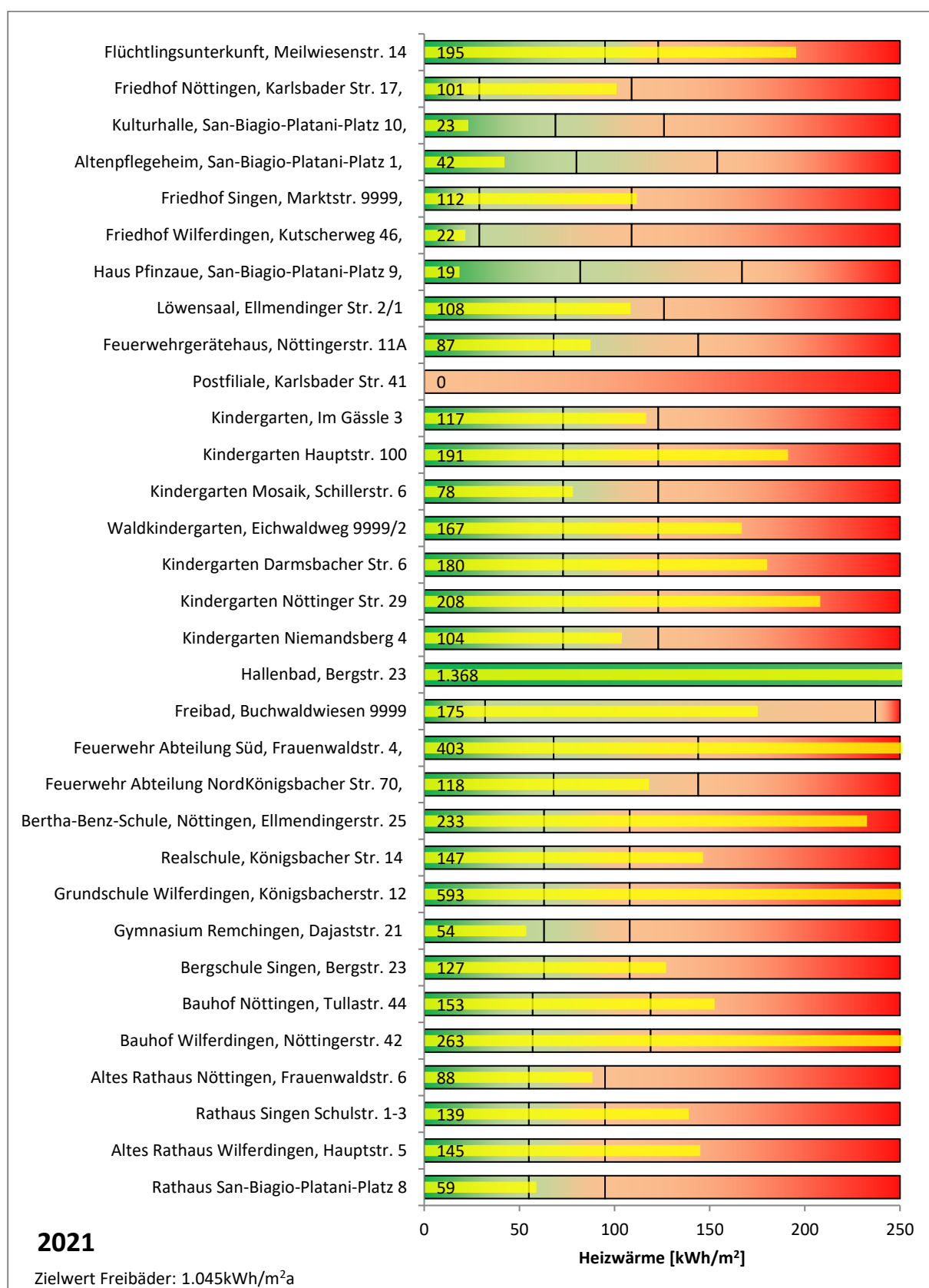


Abbildung 2-13: Heizwärme; witterungskorrigierte Kennwerte der untersuchten Gebäude für 2021 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte

2.4.2.4 Ergebnisdarstellung Strom und Wärme

Ein häufig geäußelter Kritikpunkt an der Bewertung von Liegenschaften über Kennwerte ist die Tatsache, dass bei dieser Darstellung die absolute Höhe des Verbrauchs keine Rolle spielt. Dies führt dazu, dass die Überschreitung des Grenzwertes bei einer kleinen Friedhofskapelle genauso dargestellt wird, wie die Überschreitung bei einer großen Schule oder einem Schwimmbad. In der Praxis hätten die bei der Friedhofskapelle erreichbaren Einsparungen selbst im optimalen Fall kaum Einfluss auf den Gesamtverbrauch. Wohingegen bei der Schule aufgrund des insgesamt höheren Verbrauchs schon geringfügige Veränderungen in Richtung des Zielwertes erhebliche Einsparungen mit sich bringen würden. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, sind in Abbildung 2-14 alle wesentlichen Größen in Form von Blasendiagrammen zusammenfassend dargestellt.

Der Durchmesser der Blase wird durch die Verbrauchssumme von Strom und Heizwärme festgelegt. Die Position der Blase im Diagramm wird durch die Abweichung der realen Kennwerte vom Zielwert für Wärme (X-Achse) und Strom (Y-Achse) bestimmt. Die Skalen bilden dabei linear von 0 % bis 100 % die Differenz zwischen Zielwert (0 %) und Grenzwert (100 %) ab. Um das Diagramm übersichtlich zu halten, wird die Darstellung auf den quadratischen Bereich zwischen 0 und 100 begrenzt. Das heißt, bei einer Überschreitung des Grenzwertes erfolgt die Darstellung bei 100 %, bei einer Unterschreitung des Zielwertes bei 0 %. Ziel muss es also sein, für alle Gebäude eine Darstellung in der Nähe des Nullpunktes zu erreichen. Die Größe der Blase gibt dabei einen Hinweis auf die sich aus energetischer Sicht sinnvoll ergebenden Prioritäten. Aufgrund der Einsparungen hat eine Verbesserung in Richtung Zielwert auch automatisch eine Reduktion des Blasendurchmessers zur Folge.

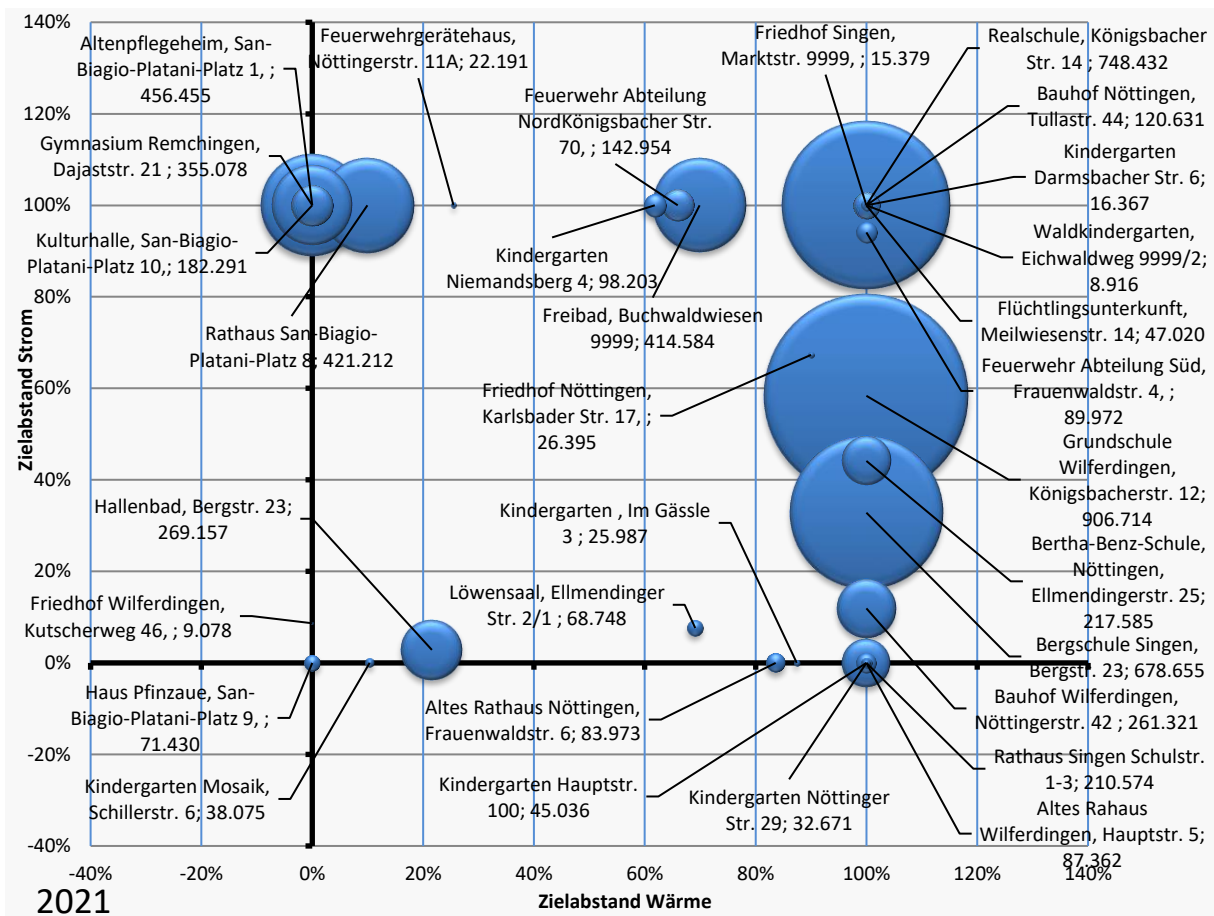


Abbildung 2-14: Kenn-(Position) und Verbrauchswerte (Blasengröße) der Liegenschaften der Kommune Remchingen (Zahlenangabe: Summe Strom und Wärme in Kilowattstunden)

Die Darstellung veranschaulicht die Ergebnisse, die direkt aus den Kennwerten der Abbildung 2-12 für den Stromverbrauch sowie aus Abbildung 2-13 für den Wärmebedarf abgeleitet werden können. Die Aufreihung von Gebäuden am rechten Rand der Grafik signalisiert, dass insbesondere beim Heizwärmebedarf Optimierungspotenzial vorhanden ist. Die Realschule fällt mit ihrem Gesamtverbrauch und der Position in der oberen rechten Ecke sowohl bezüglich des Stromverbrauchs als auch wegen des Heizwärmebedarfs auf, was auf ein hohes Einsparpotenzial hinweist. Ähnliches gilt auch für die Grundschule Wilferdingen als größtem Verbraucher, auch wenn hier die Situation beim Strom etwas besser ist. Eine weitere Auffälligkeit stellt die Häufung der Liegenschaften mit sehr hohen Kennwerten beim Strom und sehr guten Werten beim Heizwärmebedarf in der oberen linken Ecke dar.

3 Energie- und CO₂-Bilanz der Kommune Remchingen

Kommunale Energie- und CO₂-Bilanzen sollen in erster Linie zwei wichtige Aufgaben erfüllen: zum einen helfen sie, den aktuellen Stand in einer Kommune / einer Region zu beschreiben und machen so auch auf Verbrauchs- bzw. Emissionsschwerpunkte und den entsprechenden Handlungsbedarf aufmerksam. Zum anderen bieten sie als langfristiges Controlling-Instrument die Möglichkeit, Erfolge im Klimaschutz zu kontrollieren und aufzuzeigen. Sie sind der integrale Bestandteil eines detaillierten Klimaschutz-Monitorings und stellen die zentrale Grundlage für eine Potenzialanalyse und eine Szenario-Entwicklung dar.

3.1 CO₂-Bilanzen; Grundlagen und Methodik

Um aus den Energieverbrauchswerten die Emissionen berechnen zu können, müssen die zugehörigen Emissionsfaktoren bekannt sein. Diese Faktoren beschreiben z. B. wie hoch die Emissionswerte bei der Verbrennung eines Liters Öl sind. Mit der sogenannten GEMIS-Datenbank stellt das IINAS (Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien) ein umfassendes Werkzeug zur Ermittlung von Emissionswerten zur Verfügung. Dabei wird die Klimawirkung unterschiedlicher Treibhausgase, die beispielsweise bei der Förderung, Aufbereitung und Verbrennung des Rohstoffs freigesetzt werden, auf die Wirkung von Kohlendioxid umgerechnet. Der entsprechende Faktor liegt bei Methan (CH₄, Erdgas) ca. bei 25. Im Extremfall, z. B. bei fluorierten Kohlenwasserstoffen (FCKW), werden auch Faktoren von über Zehntausend erreicht. So entsteht eine Treibhausgasbilanz, in der üblicherweise mit den genannten CO₂-Äquivalenten gerechnet wird. Der Einfachheit halber wird in der Regel dennoch von einer CO₂-Bilanz gesprochen. Dies gilt auch für dieses Dokument. Um ein Gesamtbild von den mit der Energienutzung verbundenen Emissionen zeichnen zu können, ist es wichtig, dass nicht nur die direkten Emissionswerte berücksichtigt, sondern auch die Vorketten mit einbezogen werden. Besonders extrem sind die Verhältnisse bei der Stromerzeugung. Aufgrund des endlichen Wirkungsgrades fossiler Kraftwerke ist der Primärenergieeinsatz (z. B. Kohle) im Vergleich zur nutzbaren Endenergie (Strom) relativ hoch. So entstehen bei Kohlekraftwerken Emissionen von 895 g/kWh nutzbarer elektrischer Energie, während die Verbrennung von Erdgas für Heizzwecke „nur“ zu ca. 250 g/kWh führt.

Bei der Bilanzierungsmethode gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Betrachtungsweisen. Beim sogenannten Territorialprinzip wird zunächst eine geographische Grenze festgelegt. Die in diesem Gebiet erzeugten Emissionen werden berücksichtigt. Emissionen, die außerhalb der bilanzierten Region entstehen, werden hingegen nicht in die Bilanz eingerechnet. Bildlich gesprochen wird eine Glocke über das Gebiet gestülpt und die darin anfallenden Emissionen werden aufsummiert. In Remchingen würde die Anwendung dieses Prinzips dazu führen, dass im Strombereich nur sehr geringe Emissionen zu verzeichnen sind, da es keine konventionellen Kraftwerke gibt. Die Emissionen aus der Stromerzeugung in fossilen Kraftwerken werden bei dieser Methode ausschließlich den Kommunen mit entsprechenden Standorten angerechnet.

Beim „Verursacher-Prinzip“ werden die Emissionen nicht dem Entstehungsort, sondern dem Verbraucher bzw. Anwender und seinem Wohnort zugeordnet. Das heißt, die bei der Stromerzeugung entstehenden Emissionen werden dem Ort angerechnet, an dem die entsprechende Kilowattstunde verbraucht wird. In der Regel sind diese Daten zum Stromverbrauch verfügbar. Schwieriger wird es dagegen beim Verkehr, denn hier müsste zur Anwendung des Verursacherprinzips der konkrete Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge bekannt sein, die in der bilanzierten Region zugelassen sind.

Generell gilt, dass eine Bilanz mit steigender Genauigkeit und Lokalisierung der eingesetzten Daten immer aussagekräftiger und belastbarer wird. Dies führt zu einem Spannungsfeld zwischen der Detailtiefe einer Bilanz und ihrer Aktualität. Die Wahl der Datengrundlage und der Bilanzierungsmethode basiert daher immer auf einer pragmatischen Abwägung verschiedener Zielsetzungen (kommunenspezifisch, möglichst vollständig und detailliert, fortschreibbar und aktuell). Zu berücksichtigen ist auch, dass die Bilanz für das Controlling eingesetzt werden soll. Es ist also bei der Datengrundlage darauf zu achten, dass die Angaben auch in der Zukunft vorhanden sind und gepflegt werden, damit auch zukünftig auf ein konsistentes Zahlenwerk zurückgegriffen werden kann.

Auf das zur Bilanzierung eingesetzte Werkzeug und die Methodik wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

3.2 Angewandte Methodik

3.2.1 Das Tool BICO₂BW

Die im Folgenden vorgestellt Energie- und CO₂-Bilanz wurde mit dem Bilanzierungstool BICO₂BW in der Version 3.1 vom Februar 2024 ermittelt. Das vom Institut für Entwicklung und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) entwickelte Tool zielt auf eine bundesweite Harmonisierung der Regeln für die kommunale Energie- und CO₂-Bilanzierung ab, gibt eine einheitliche Berechnungsgrundlage (Emissionsfaktoren) vor und vereinheitlicht die Darstellung der Bilanzergebnisse. Relevante statistische Aktivitätsdaten werden in zunehmendem Maße aufbereitet und gebündelt und über die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) zur Verfügung gestellt. Das Land stellt den Kommunen das Werkzeug kostenfrei zur Verfügung.

3.2.2 Die Bilanzierungsmethodik

Im Rahmen der Entwicklung und in der Pilotphase des Bilanzierungstools wurde intensiv über die Methodik und die möglichen Variationen diskutiert. Die wesentlichen Punkte der dabei festgelegten Grundsätze sind im Folgenden aufgeführt:

1. CO₂-Äquivalente als Leitindikator

Die verschiedenen Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, H-FKW und FKW, SF₆) werden als CO₂-Äquivalente berücksichtigt. D. h. sie werden entsprechend ihrer Treibhauswirkung in Relation zu CO₂ bilanziert.

2. Berücksichtigung der energetischen Vorketten

Es werden neben den direkten Emissionen auch die indirekten berücksichtigt, die bei der Bereitstellung (Gewinnung, Umwandlung, Transport) von Energie anfallen.

3. Territorialbilanz auf Basis der Endenergie

Die Emissionen werden auf Grundlage des Endenergieverbrauchs je Sektor, der auf dem Territorium der Kommune anfällt, bilanziert.

4. Bundesmix und Verursacherprinzip beim Strom

Für eine bessere Vergleichbarkeit werden Emissionen aus dem Stromverbrauch nach dem Verursacherprinzip auf Basis des deutschen Strommixes berechnet. Für den lokalen Vergleich wird zusätzlich die Emission ermittelt, die sich aus dem lokalen Strommix ergibt.

5. Direkte Emissionsangaben

Die Basis-Bilanz wird nicht witterungsbereinigt diskutiert. Es wird lediglich ausgewiesen, welche Auswirkung die Witterungsbereinigung auf die Gesamtbilanz hat.

Die Bilanzierungsmethodik in BICO₂BW sieht vor, dass zunächst möglichst viele lokale Daten gesammelt werden. Diese Daten werden dann mit Kennzahlen abgeglichen und fehlende Daten ergänzt. Daten mit bester Datengüte werden bevorzugt verwendet, während Alternativen ausgewiesen werden. Bei verschiedenen Datenquellen achtet das Tool darauf, dass eine Doppelzählung vermieden wird. Weiterführende Informationen zu BiCO₂BW sind z. B. in [5], weitere Ausführungen zu kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzen in [6] zu finden.

Durch das Werkzeug selbst und die Festlegung auf ein definiertes Vorgehen wird gewährleistet, dass die Bilanzen verschiedener Kommunen miteinander vergleichbar sind und diese auch zukünftig die Rolle als Controlling-Instrument erfüllen können. Dennoch sind zumindest in einigen Punkten kritische Anmerkungen angebracht:

1. Durch das angewendete Territorialprinzip können gerade energieintensive Betriebe, insbesondere, wenn sie in kleineren Kommunen ansässig sind, die Kommunalbilanz stark beeinflussen. Hier empfiehlt BICO₂BW textliche Hinweise auf die Besonderheiten. Gerade in Extremfällen ist es aber durchaus sinnvoll, zwei Varianten der Bilanz zu berechnen, damit die eigentliche sektorale Zuordnung und damit die Verantwortlichkeiten nicht von den speziellen industriellen Emissionen überdeckt werden.
2. Auch im Bereich Verkehr kann das eingesetzte Territorialprinzip zu einer verzerrten Wahrnehmung führen. Verläuft durch das untersuchte Territorium eine Fernstraße oder liegt hier ein viel befahrener Knotenpunkt (z. B. Autobahnkreuz) entsteht eine Situation, die der im Punkt 1 beschriebenen Sachlage entspricht. Hier wird ebenfalls eine textliche Stellungnahme empfohlen.
3. Umgekehrt wird aber gerade in ländlichen Kommunen mit einem nur regional genutzten Verkehrsnetz ein viel zu positives Bild gezeichnet. Gerade in solchen Situationen sind häufig viele Kraftfahrzeuge zugelassen, es gibt einen hohen Anteil an motorisiertem Individualverkehr (MIV) und der Pendlerverkehr ist sehr ausgeprägt.

Um den unter 2 und 3 genannten Einflüssen Rechnung zu tragen, wird in Kapitel 3.3 zusätzlich eine Bilanz präsentiert, bei der die Emissionswerte des Verkehrs anhand der Zulassungszahlen und der durchschnittlichen Fahrleistungen in Deutschland über das Verursacherprinzip berechnet werden.

4. Durch den Bezug auf den Endenergieverbrauch bleiben emissionsbindende Effekte aber auch wesentliche Emissionsbereiche außen vor. So bleibt die Wirkung von Waldflächen als CO₂-Senken unberücksichtigt. Auf der anderen Seite werden aber auch sogenannte „graue Emissionen“ nicht in die Berechnungen einbezogen. Dabei handelt es sich z. B. um Treibhausgase aus der Landwirtschaft oder der Produktion, die nicht auf Prozesse zur Energiegewinnung oder –umwandlung zurückgehen.

3.2.3 Bezugsjahr

Die aktuelle Version 3.1 von BICO₂BW ermöglicht die Bilanzierung für die Jahre 2009 bis 2021. Im vorliegenden Fall wurde das Jahr 2021 gewählt. Da das statistische Landesamt die Ermittlung der Verursacherbilanz mittlerweile auf das verarbeitende Gewerbe und den Verkehr beschränkt führt BICO₂BW für Haushalte und Gewerbe entsprechende Hochrechnung aus den Werten der vergangenen Jahre durch.

3.2.4 Datengüte

Um die bestehenden Zielkonflikte bei der kommunalen CO₂-Bilanzierung, insbesondere den Trade-off zwischen Detailtiefe und Datenverfügbarkeit bzw. dem Aufwand bei einer detaillierten Datenerhebung, pragmatisch zu adressieren, schreibt BICO₂BW die Eingabe obligatorischer Daten vor. Diese können je nach Verfügbarkeit mit weiteren Daten ergänzt werden, um die Detailtiefe zu erhöhen. Gemessen wird die Aussagekraft von Energie- und CO₂-Bilanzen in Bezug auf die regionale Situation anhand der Datengüte. Mit Hilfe der Datengüte wird die Qualität der gewählten Aktivitätsdaten quantitativ bewertet. Diese Qualität wird als Prozentwert angegeben. Die entsprechenden Bereiche sind in Tabelle 3-1 zusammengestellt. Für die vorliegende Bilanz wird eine Datengüte von nur 60 % ausgewiesen. Warum der Wert nicht besser ist, ist derzeit nicht bekannt. Bei Bilanzen anderer Kommunen, die mit einem vergleichbaren Datensatz erstellt wurden, liegt die Datengüte in der Regel eher bei 70%.

Tabelle 3-1: Bewertung der Datengüte in Prozent

Prozent (%)	Datengüte des Endergebnisses
> 80 %	sehr guter regionaler Bezug
> 65-80 %	guter regionaler Bezug
> 50-65 %	statistische Daten wurden in einzelnen Bereichen regional ergänzt
bis 50 %	eher allgemeiner Datenbestand ohne regionalen Bezug

3.3 Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz

3.3.1 Endenergiebilanz

In Remchingen belief sich der mit BICO₂BW ermittelte Endenergieverbrauch im Jahr 2021 auf 413.155 MWh. Dies entspricht einem Pro-Kopf-Verbrauch von 34.774 kWh, was knapp 16 % über dem Bundesdurchschnitt von 30.000 kWh liegt. Dass der Pro-Kopf-Verbrauch höher als der Durchschnitt ist, ist vor allem auf den Verbrauch im Verkehrsbereich zurückzuführen. Aufgrund des Territorialprinzips (Kapitel 3.2.2) machen sich in diesem Bereich die hohen Fahrleistungen auf der vielbefahrenen A8 deutlich bemerkbar (siehe auch Kapitel 2.2.3). Ohne Berücksichtigung des Verkehrsbereiches liegt der Endenergieverbrauch pro Einwohner bei 13.923 kWh und damit ca. 24 % niedriger als der baden-württembergische Durchschnitt (18.241 kWh). Abbildung 3-1 zeigt die Aufteilung des Endenergieverbrauchs und der jeweiligen Energieträger auf die Verbrauchssektoren.

Die Grafik veranschaulicht sehr gut, dass der über Remchingen verlaufende Autobahnabschnitt eine dominierende Rolle einnimmt. Wird dieser Einfluss relativiert (Abbildung 3-6) zeigt sich, dass neben dem Verkehrsbereich vor allem die Haushalte sowie das verarbeitende Gewerbe für eine erfolgreiche Realisierung der Klimaschutzziele anzusprechen sind. Der mit 22 % zweithöchste Verbrauchsanteil der privaten Haushalte ist durch eine Gleichverteilung der wesentlichen Energieträger geprägt. Es folgt das verarbeitende Gewerbe mit einem Anteil von 10 %. In diesem Sektor ist vor allem der Stromverbrauch markant. An dritter Stelle liegt der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 6 %. Auch hier sind die Energieträger Gas, Strom und Biomasse

zu etwa gleichen Teilen relevant. Die kommunalen Liegenschaften und Anlagen haben mit 6.687 MWh einen Anteil von 1,6 % am Gesamtverbrauch. Dies liegt etwas niedriger als üblich.

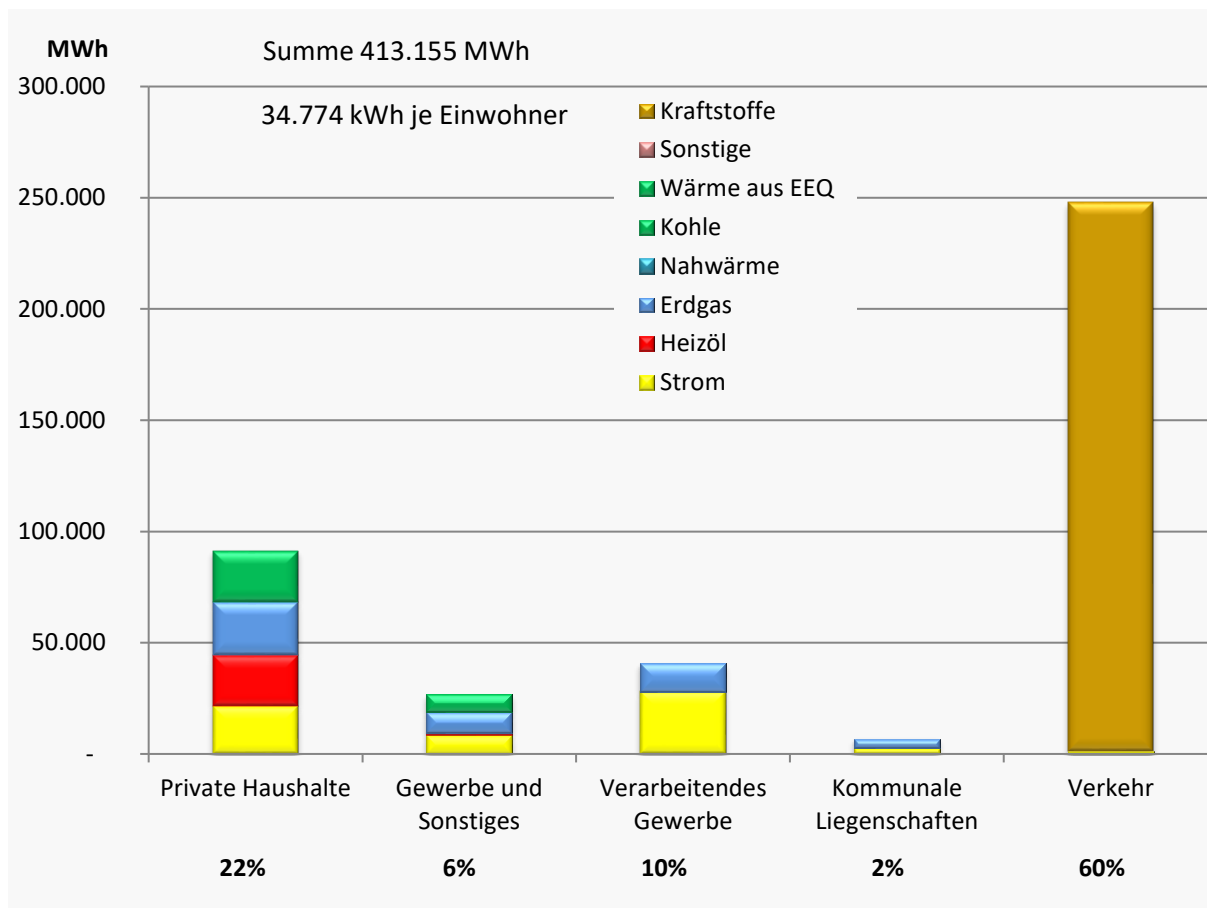


Abbildung 3-1: Endenergiebilanz nach Verbrauchssektoren in Remchingen, 2021

Insbesondere die Aufteilung des Stromverbrauchs auf die einzelnen Sektoren GHD und verarbeitendes Gewerbe ist dabei mit relativ hohen Unsicherheiten verbunden. Da der Netzbetreiber keine exakte Zuordnung der Zähler zu den einzelnen Wirtschaftszweigen liefern kann, wurden die gewerblichen Anteile über die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) in den Sektoren, die mit dem durchschnittlichen Verbrauch je SVB gewichtet wurden, aufgeteilt.

Nach den Angaben des Online-Tools des IWU [7] wurden in Remchingen für das Jahr 2021 3.510 Gradtage registriert. Das langjährige Mittel liegt bei 3.367 Gradtagen. Damit ergibt sich ein Korrekturfaktor von 0,96. In der Folge sinkt der Endenergieverbrauch bei einer Witterungskorrektur auf 410.072 MWh. Dies entspricht einer Änderung um 0,7 %. Die Tatsache, dass die Änderung geringer ist, als dies die um 4 % über dem Durchschnitt liegenden Gradtage vermuten lassen, ist in der Tatsache begründet, dass große Teile des Verbrauchs, zum Beispiel im Verkehrsbereich oder im verarbeitenden Gewerbe, nicht von der Witterung abhängen.

Tabelle 3-2: Endenergiebilanz für Remchingen 2021 in Tabellenform

	Strom	Heizöl	Erdgas	Nah-wärme	Kohle	Wärme aus EEQ	Sonst. Energieträger	Kraftstoffe	Summe
Private Haushalte	21.626	22.671	23.939	-	19	22.879	-	-	91.134
Gewerbe und Sonstiges	8.421	1.066	9.211	-	8	8.085	-	-	26.792
Verarbeitendes Gewerbe	28.046	-	12.744	-	-	16	-	-	40.806
Kommunale Liegenschaften	2.575	30	4.083	-	-	-	-	-	6.687
Verkehr	1.169	-	-	-	-	-	-	246.566	247.736
Summe	61.837	23.766	49.977	-	28	30.980	-	246.566	413.155

3.3.2 CO₂-Bilanz BICO₂BW

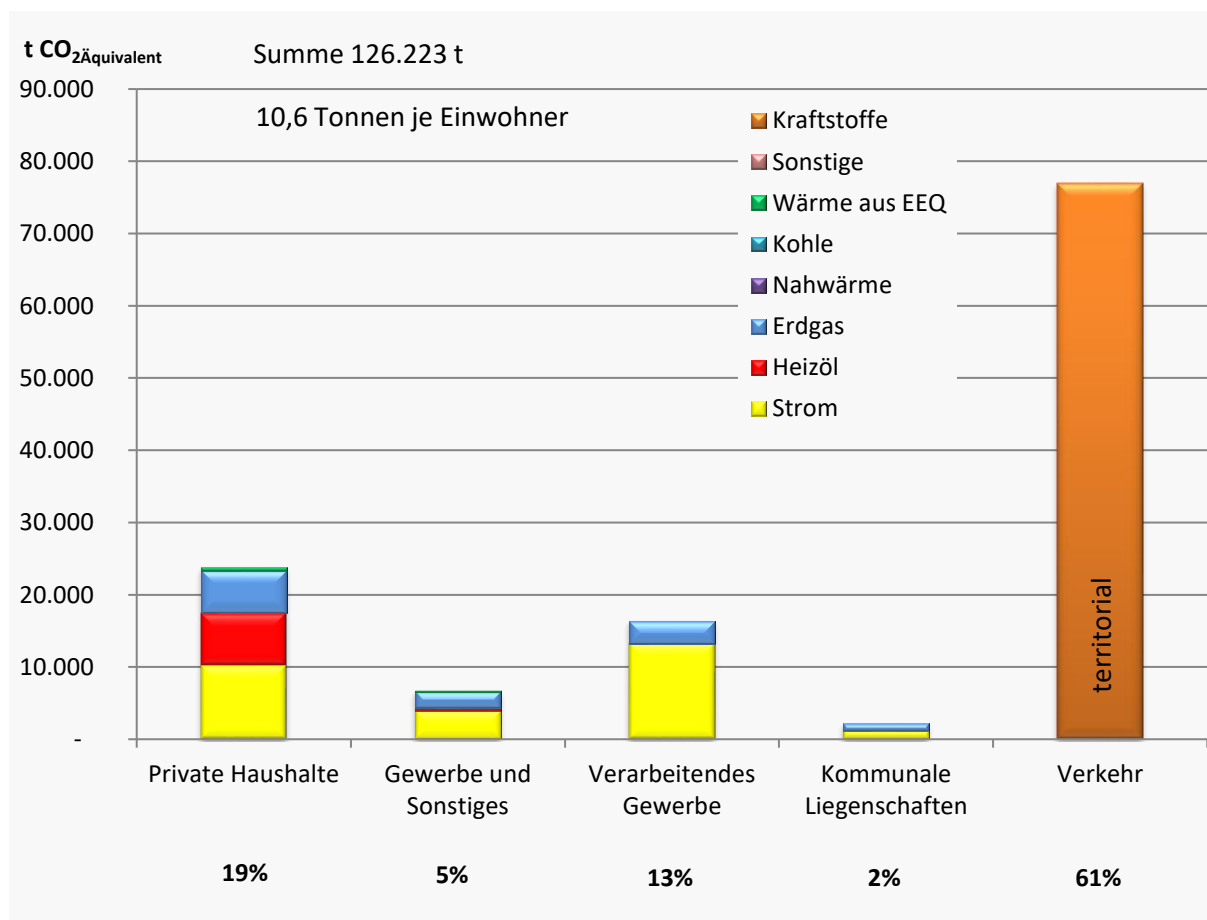


Abbildung 3-2: Treibhausgas-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Remchingen, 2021

Die CO₂-Emissionen werden aus dem Energieverbrauch mit Hilfe von Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger ermittelt. Abbildung 3-2 zeigt die Verteilung der Treibhausgastonnagen auf die Verbrauchssektoren und die jeweiligen Energieträger.

Nach BICO₂BW wurden im Jahr 2021 in Remchingen insgesamt 126.223 t an CO₂-Äquivalenten emittiert. Das entspricht einer durchschnittlichen Tonnage von 10,6 t CO₂ pro Einwohner, wobei beim Stromverbrauch der durchschnittliche Emissionswert Deutschlands verwendet wurde. Im Bundesdurchschnitt wurden 2021 9,6 t je Einwohner emittiert, in Baden-Württemberg 7,4 t/EW. Die Gründe dafür, warum die Treibhausgasemissionen pro Kopf in Remchingen höher sind als im Bundesdurchschnitt, sind in erster Linie struktureller Natur. Im Verkehrsbereich führt die territoriale Betrachtung über die bereits mehrfach erwähnte Wichtung der A8 zu erheblichen Emissionsanteilen, die durch Remchingen kaum zu beeinflussen sind. Wie hoch dieser Effekt ist, lässt sich an den in Kapitel 3.3.4 dargestellten Ergebnissen ableiten.

Aufgrund der immer noch relativ hohen Emissionsfaktoren für den Strommix treten die Emissionen, die auf den Stromverbrauch zurückgehen (gelbe Balken) in Abbildung 3-2 deutlicher hervor als bei dem in Abbildung 3-1 dargestellten Energieverbrauch. Die Reihenfolge der Sektoren an sich bleibt aber erhalten.

Tabelle 3-3: CO₂-Bilanz 2021 für Remchingen in Tabellenform

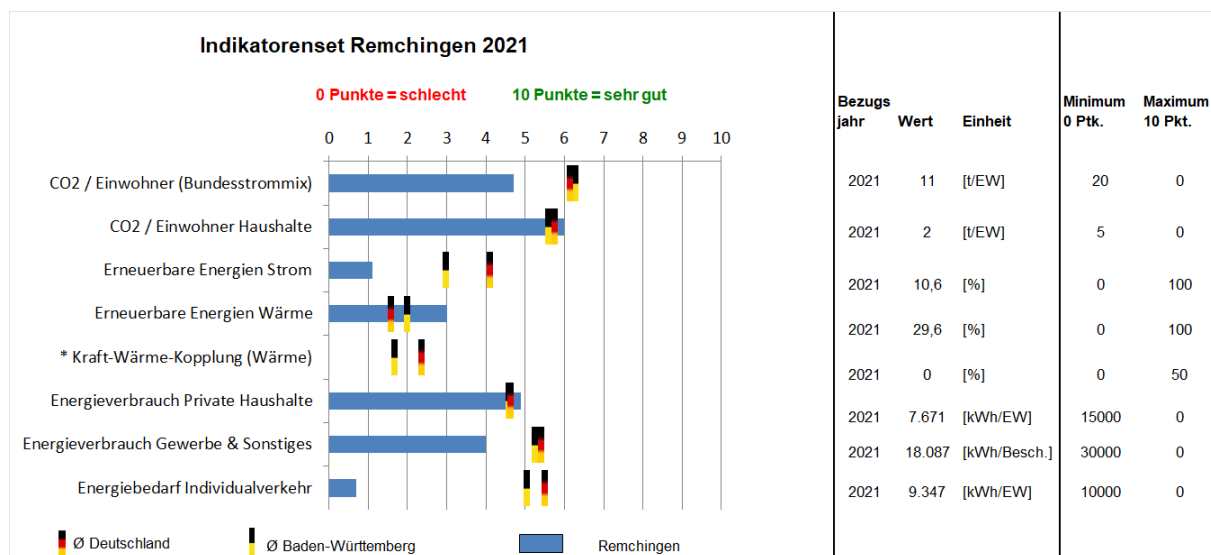
	Strom	Heizöl	Erdgas	Nah-wärme	Kohle	Wärmeau-sEEQ	Sonst.Ener-gieträger	Kraftstoffe	Summe
Private Haushalte	10.207	7.209	5.913	-	9	509	-	-	23.847
Gewerbe und Sonstiges	3.975	339	2.275	-	4	178	-	-	6.771
Verarbeitendes Gewerbe	13.238	-	3.148	-	-	1	-	-	16.386
Kommunale Liegenschaften	1.215	9	1.009	-	-	-	-	-	2.233
Verkehr	-	-	-	-	-	-	-	76.986	76.986
Summe	28.635	7.558	12.344	-	12	688	-	76.986	126.223

Im Grunde spiegelt Abbildung 3-2 (Emissionen) die Ergebnisse der Abbildung 3-1 (Endenergieverbrauch) wider. Auffällig sind lediglich Verschiebungen bei den Energieträgern, die aus der CO₂-Intensität herrühren. So tritt bei den Emissionen der Stromverbrauch (gelbe Balkenanteile) aufgrund der hohen spezifischen Emissionen deutlicher hervor, wohingegen es bei den erneuerbaren Energieträgern (grüne Balkenanteile) folgerichtig umgekehrt ist.

Witterungsbereinigt, d. h. nach einer Korrektur der Wärmeverbrauchsdaten mittels der genannten Klimafaktoren, sinken die Emissionen gegenüber der Basisbilanz auf 125.531 t geringfügig um 0,5 %.

Wie das in Abbildung 3-3 dargestellte Indikatorenset zeigt, sind sowohl die spezifischen Gesamtemissionen als auch die Emissionen des Verkehrs in Remchingen deutlich schlechter sind als im Durchschnitt von Bund und Land. Lediglich bei den Kennwerten für die Nutzung der erneuerbaren Energien bei der Wärme sowie dem Energieverbrauch der privaten Haushalte zeigen die über die farblichen Markierungen der Mittelwerte

hinausgehende blauen Balken an, dass die Situation hier in Remchingen besser als im Durchschnitt ist. Defizite werden dagegen beim Energieverbrauch im Gewerbe sowie beim Anteil der erneuerbaren Erzeugung am Stromverbrauch ausgewiesen. Da sich die ermittelten Kennwerte jeweils auf die Summen von Energieverbrauch und Emissionen beziehen, macht sich auch hier wieder der bereits mehrfach erwähnte Effekt der A8 bemerkbar, der sich aus der territorialen Betrachtungsweise ergibt.



*Zur Kraft-Wärme-Kopplung liegen keine verlässlichen Angaben vor.

Abbildung 3-3: Indikatorenset für Remchingen im Jahr 2021 (Quelle: BiCO₂BW)

3.3.3 CO₂-Bilanz mit regionalem Strommix

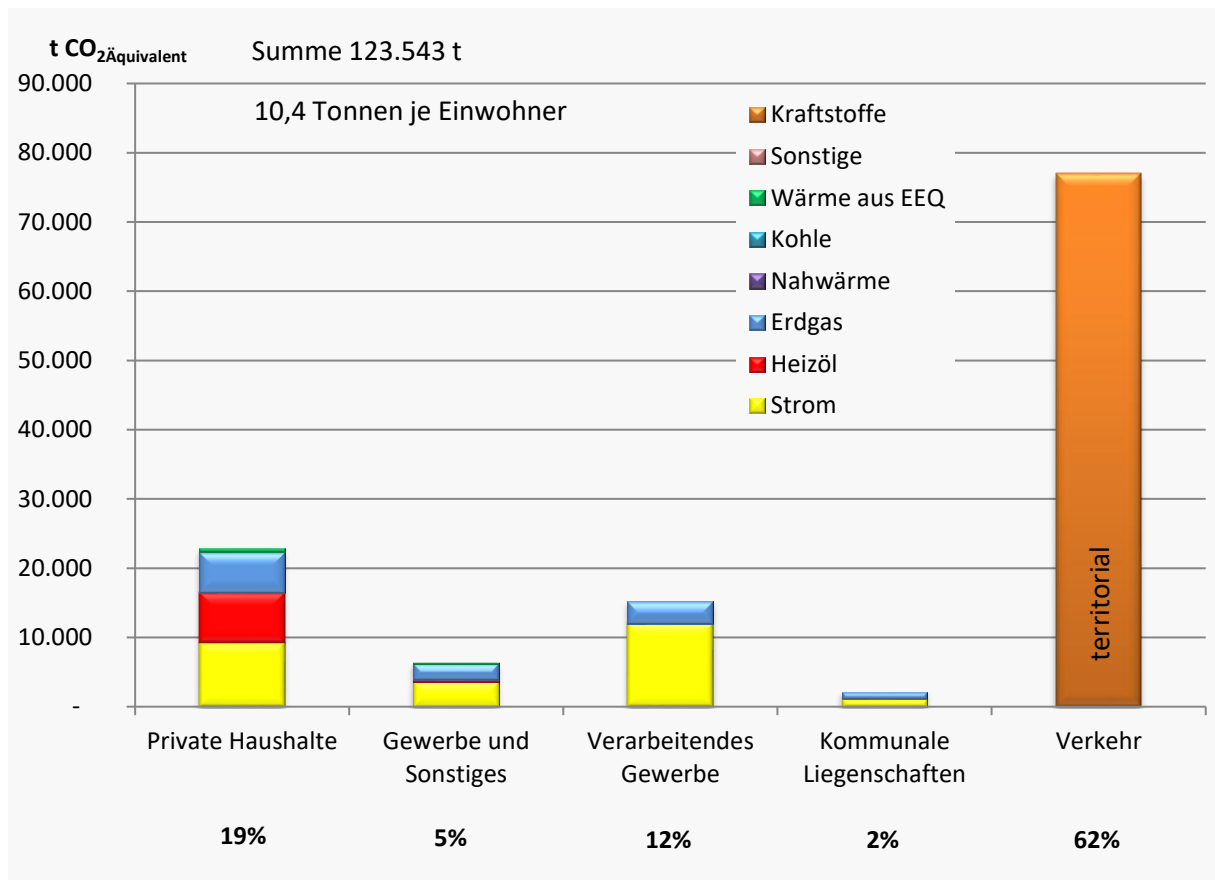


Abbildung 3-4: Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2021 nach Verbrauchssektoren auf Basis des regionalen Strommixes

Nach den in Kapitel 3.2.2 (Punkt 4 Seite 52) getroffenen Festlegungen erfolgt die Berechnung der kommunalen CO₂-Bilanzen in Baden-Württemberg auf Basis der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes. Aufgrund des bereits angesprochenen, relativ geringen Anteils der regenerativen Erzeugung am Gesamtenergieverbrauch in Remchingen gehen die Emissionen bei einer Berechnung auf Basis des regionalen Strommixes nicht deutlich zurück. Wie Abbildung 3-4 zeigt, ergibt sich eine Summe von 123.543 t, was 10,4 t je Einwohner entspricht.

3.3.4 CO₂-Bilanz mit verursacherbezogenen Mobilitätsemissionen

Wie bereits mehrfach erwähnt, beziehen sich die in Abbildung 3-2 und Abbildung 3-4 angegebenen Emissionen des Verkehrssektors in Höhe von 76.986 t nach dem Territorialprinzip auf die Gemarkungen der Kommune Remchingen direkt. Dabei trägt der Verkehr auf der A8 erheblich zu den Emissionen bei.

Werden die in Tabelle 2-3 angegebenen Zahlen für die in Remchingen zugelassenen Fahrzeuge allerdings mit den in [1] und [2] ermittelten durchschnittlichen Fahrleistungen und Verbräuchen in Relation gesetzt und die daraus resultierenden Emissionen berechnet, ergibt sich eine deutlich niedrigere Zahl. Hinzu kommen die Emissionen, die aus der Nutzung von Schienen-Nah- und Fernverkehr sowie den Flugreisen der Remchinger Bevölkerung resultieren. Die entsprechenden Emissionen wurden aus den deutschen Durchschnittswerten über den Anteil der Bevölkerung in Remchingen berechnet. In der Summe ergeben sich für das Jahr 2021 so Emissionen von 28.506 t, deren Aufteilung auf die einzelnen Verkehrsträger in Abbildung 3-5 dargestellt

ist. 68,5 % der Emissionen entfallen auf PKW, 2,5% auf Flugreisen und 0,8 % auf den Bahnverkehr. Die Nutzfahrzeuge tragen zu 26,9 % zu den Emissionen bei. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergeben sich damit Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr von knapp 2,4 t pro Einwohner im Jahr 2021.

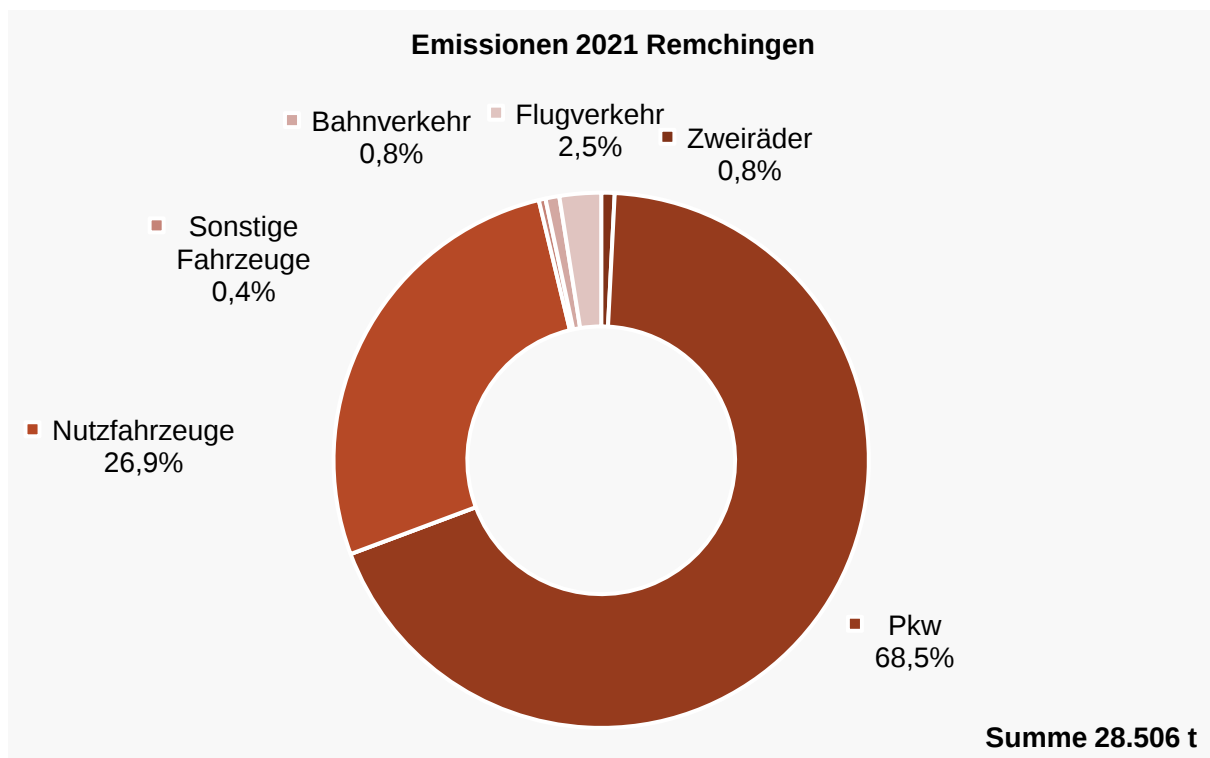


Abbildung 3-5: Nach dem Verursacherprinzip ermittelte Emissionen aus dem Verkehrsbereich für das Jahr 2021

Die auf diese Weise berechneten Emissionen des Verkehrs waren im Jahr 2000 mit 28.900 t fast identisch. Bis 2017 sind die Werte dann kontinuierlich auf gut 32.000 t gestiegen und in 2018 und 2019 auf diesem Niveau verblieben. Im Jahr 2020 ist ein deutlicher Rückgang auf ca. 28.400 t zu verzeichnen, dessen Ursache in den Lock-Down-Phasen der Corona-Pandemie liegt. 2021 blieben die Emissionen unverändert, um dann im Jahr 2022 wieder leicht anzusteigen. Auch bei den pro Kopf Emissionen sind die Verhältnisse ähnlich.

Werden die in Abbildung 3-5 ausgewiesenen Verkehrsemissionen als Grundlage für die Treibhausgasbilanz verwendet, ergibt sich ein geändertes Bild. Das Ergebnis zeigt Abbildung 3-6.

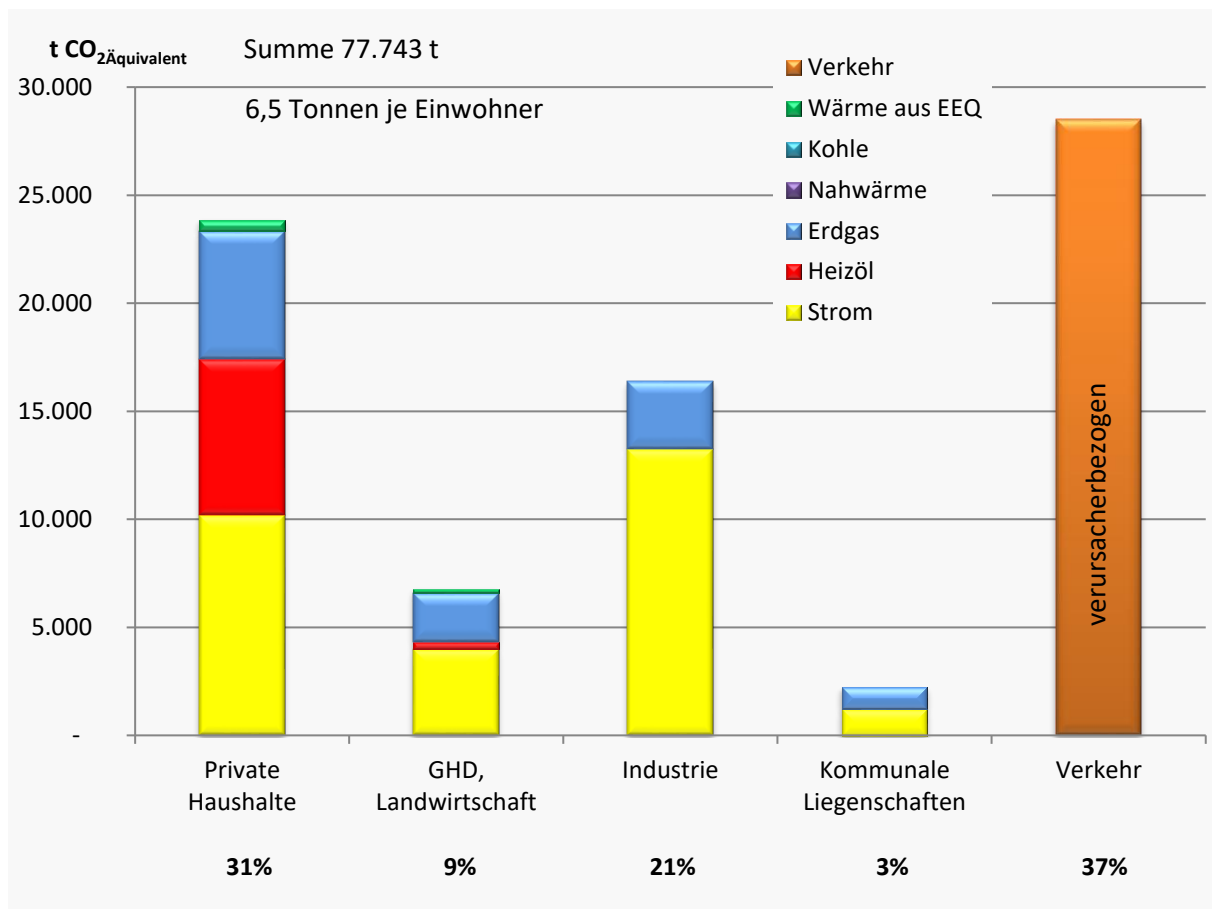


Abbildung 3-6: CO₂-Bilanz 2021 für Remchingen bei Berücksichtigung der verursacherbezogenen Verkehrsemissionen

Die Summe der Emissionen sinkt bei dieser Betrachtungsweise gegenüber Abbildung 3-2 um 38 % von 126.223 t auf 77.743 t. Die Emissionen je Einwohner betragen somit 6,5 t (Deutschland 2029: 9,6 t/Ew; BW 7,4 t/Ew). Die Verkehrsemissionen haben aber auch dann noch den größten Anteil von 37 %. Die direkten Anteile der übrigen Sektoren steigen auf 31 % bei den Haushalten und 21 % beim verarbeitenden Gewerbe. Für den Sektor GHD verbleibt ein Anteil von 9 %. Die kommunalen Liegenschaften und Anlagen tragen mit 2,9 % zu den Emissionen bei, was im üblichen Bereich liegt. Allerdings müssten für eine vollständige Zuordnung die Verkehrsemissionen wieder den einzelnen Sektoren zugeordnet werden. Das ist bei der aktuellen Datenlage nicht präzise möglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass das Gros der Emissionen aus dem Verkehrsbereich den privaten Haushalten zuzuschreiben ist. Unabhängig von einer exakten Zuordnung verdeutlichen die Ergebnisse aus Abbildung 3-6, dass in Remchingen für eine merkliche Reduktion der Emissionen vor allem die privaten Haushalte angesprochen werden müssen und dem Verkehrsbereich eine besondere Rolle zukommt. Beim Strom sinken die Emissionen bei einem immer regenerativen Strommix automatisch. Im Verkehrsbereich und bei der Heizwärme ist dies nicht der Fall.

3.3.5 CO₂-Bilanz der Verwaltung

Wie den vorangehenden Kapiteln zu entnehmen ist, tragen die kommunalen Liegenschaften nur zu einem vergleichsweise geringen Prozentsatz zu den Gesamtemissionen innerhalb der Kommune Remchingen bei. Auf der anderen Seite hat die Verwaltung gerade in diesem Bereich direkte Handlungsoptionen. Aus diesem

Grund wurden die Emissionsanteile der verschiedenen Handlungsbereiche weiter aufgeschlüsselt und in eine CO₂-Bilanz für die Verwaltung überführt. Das Ergebnis für 2021 zeigt Abbildung 3-7.

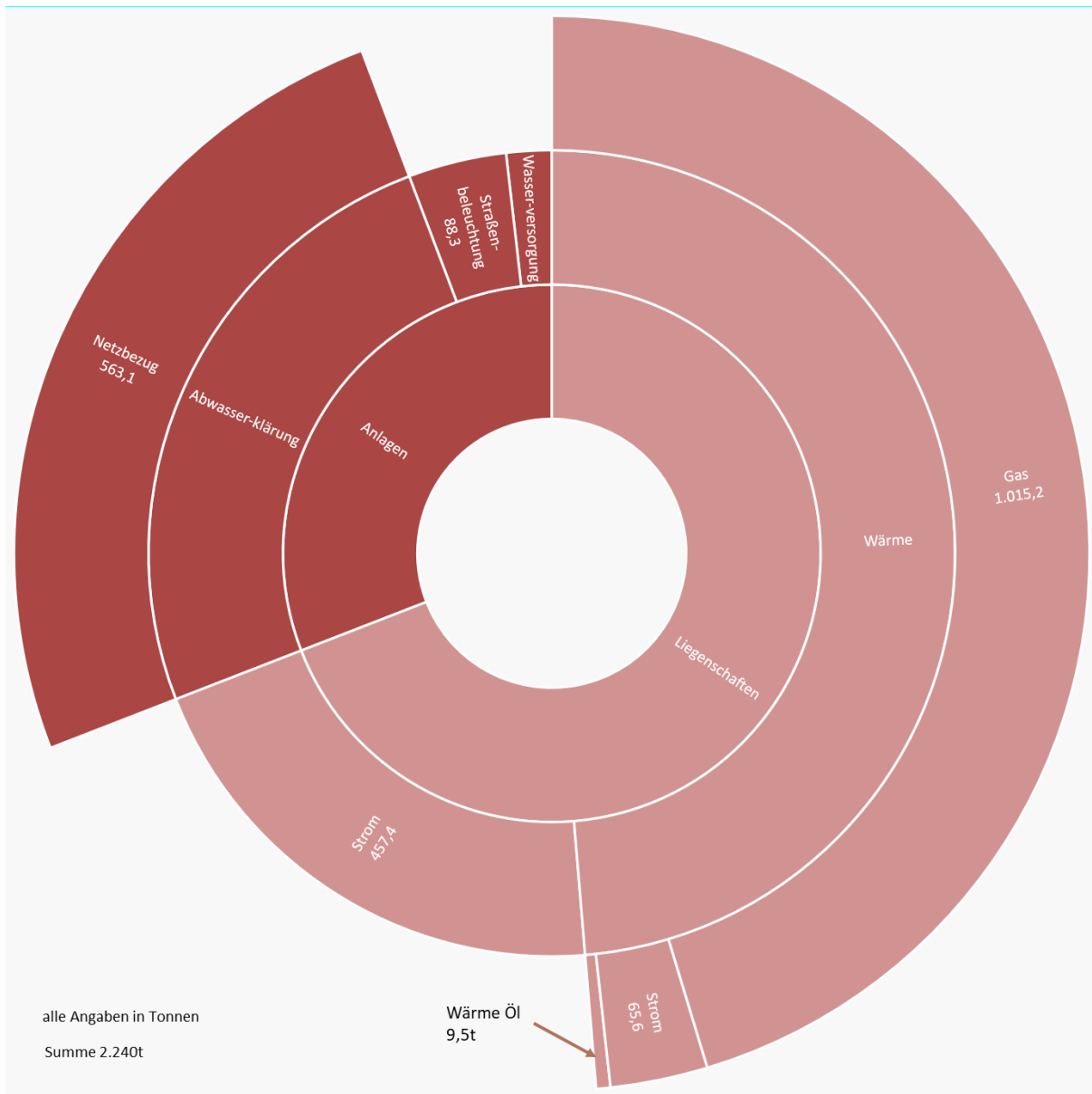


Abbildung 3-7: CO₂-Bilanz der Verwaltung im Jahr 2021

Unterschieden wird dabei zunächst nach den Handlungsfeldern Liegenschaften, Anlagen und Mobilität. Den größten Emissionsanteil haben mit 69 % die Liegenschaften. Dabei liegen die Emissionen aus dem Heizwärmebedarf mit 1.090 t deutlich höher als die Emissionswerte der Stromnutzung mit 457 t. Die Emissionen bei der Heizwärme resultieren fast ausschließlich aus der Verbrennung von Erdgas. Bei den kommunalen Anlagen dominieren die Emissionen aus den Kläranlagen mit 563 t, was 25 % der Gesamtemissionen entspricht. Es folgt die Straßenbeleuchtung mit 88 t und einem Anteil von 3,9 %. Die Wasserversorgung hat mit nur 41 t lediglich einen Anteil von knapp 2 %. Zum Anteil der Mobilität (Emissionen aus dem Treibstoffverbrauch der kommunalen Fahrzeuge) sind keine Angaben möglich, da hier die entsprechenden Daten fehlen.

3.4 Verbesserung der Datengrundlage und Fortschreibung

BICO₂BW berechnet eine Datengüte von 60 %, was nach Tabelle 3-1 bedeutet, dass noch kein guter regionaler Bezug erreicht ist. Warum der Wert bei dem verwendeten Datensatz nicht besser ist, konnte – wie bereits erwähnt – nicht geklärt werden. Bei vergleichbaren Bilanzen werden üblicherweise höhere Werte erreicht.

Verbesserungen der Datenbasis sind vor allem bei folgenden Punkten möglich und auch erstrebenswert:

- Postleitzahlenscharfe Bereitstellung der Daten zu den Feuerungsstätten durch die Bezirksschornsteinfeger,
- exakte Aufteilung der Verbrauchswerte leitungsgebundener Energieträger auf die einzelnen Subsektoren gemäß WZ 2008,
- Umfrage zum Verkehrsverhalten, zur konkreten Erhebung der Zahlen nach dem Verursacherprinzip,
- Erfassung und Bereitstellung von Nahverkehrsdaten, für die Buslinien über den Verkehrsträger.

4 Entwicklungsmöglichkeiten

In Verbindung mit der Erstellung von Klimaschutzkonzepten wird üblicherweise eine umfassende Potenzialanalyse durchgeführt und es werden unterschiedliche Szenarien ausgearbeitet. Im Rahmen einer Erstberatung sind diese Arbeiten zu umfangreich. Deshalb umfasst dieses Kapitel eine zusammenfassende Darstellung, die auf die allgemeinen Rahmenbedingungen und die spezifischen Handlungsoptionen in Remchingen eingeht. Unabhängig davon, ob sich die aus den Pariser Vereinbarungen resultierenden Zielvorstellungen in der noch zur Verfügung stehenden Zeit überhaupt realisieren lassen, weisen alle Handlungspläne zwei entscheidende Stoßrichtungen aus. Das ist zum einen die Energieeinsparung und zum anderen die Bereitstellung der noch benötigten Energiemengen aus emissionsfreien Quellen. Im Folgenden wird zunächst auf die Verbrauchsminderung eingegangen, bevor im nächsten Abschnitt eine grobe Abschätzung zu den in Remchingen vorhandenen Möglichkeiten zur erneuerbaren Erzeugung folgt. Abschließend werden die Erfordernisse, die sich aus einem Systemwechsel (fossil zu regenerativ) aus regionaler wie nationaler Sicht ergeben, den lokalen Erzeugungspotenzialen gegenübergestellt.

4.1 Verbrauchsminderung

Auch bei der Verbrauchsminderung gibt es verschiedene Stoßrichtungen. Zum einen ist es möglich die Effizienz zu steigern. Dies kann zum Beispiel durch die Anschaffung neuer Geräte erfolgen. Zum anderen besteht die Möglichkeit des Verzichts, so dass der Verbrauch gar nicht erst entsteht. Zum dritten kann der Verbrauch durch einen erhöhten Aufwand zum Beispiel in Form einer Gebäudeisolierung reduziert werden.

4.1.1 Private Haushalte

Der Stromverbrauch für die „klassischen“ Anwendungen in den privaten Haushalten ist seit dem Jahr 2005 tendenziell rückläufig und sinkt jedes Jahr um ca. 1 %. Auffällig ist dabei, dass insbesondere die hohen Einsparpotenziale durch den Einsatz von LED-Technik in der Beleuchtung bisher nicht in dem Umfang erkennbar sind, der aus der Effizienzsteigerung abzuleiten ist. Wahrscheinlich wird ein Großteil der Einsparungen durch sogenannte Rebound-Effekte wieder ausgeglichen. Das heißt, dass der geringere Verbrauch zum Anlass genommen wird, zusätzliche „Funktionen“ wie Effektbeleuchtungen oder Nachtlichter zu realisieren oder das Licht einfach häufiger und länger brennt.

Bei der Heizwärme zeigen die Unterschiede zwischen den spezifischen Verbrauchswerten von Neubauten in Höhe von 50 bis 60 kWh/m²a und unsanierten Altbauten, bei denen 140 bis 200 kWh/m²a keine Seltenheit sind, auf, wie hoch die Einsparpotenziale maximal sind. In der Praxis ist davon auszugehen, dass diese Potenziale geringer ausfallen, da es auch bei einer Vollsanierung kaum möglich ist, im Bestand die Neubauwerte zu erreichen. Wird davon ausgegangen, dass durch eine Sanierung im Mittel ein spezifischer Verbrauchswert von 90 kWh/m²a erreichbar ist, würde der Bedarf für Heizwärme in Remchingen von ca. 70.000 MWh auf 50.000 MWh im Jahr zurückgehen, wenn alle vor dem Jahr 2000 gebauten Gebäude saniert werden. Das entspricht einer Reduktion gut 28 %. Wie hoch der Primärenergieeinsatz für die Bereitstellung dieses Heizwärmebedarfs ist, hängt sehr stark von der Art der Heizung ab. Bei einem durchgehenden Einsatz von Wärmepumpen, die etwa zwei Drittel der Energie über Umweltwärme bereitstellen, wären es noch ca. 16.000 MWh an regenerativem Strom. Bei der Verbrennung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff in Gas-thermen dagegen mindestens 66.000 MWh, sofern der Wasserstoff über Elektrolyse mit einem Wirkungsgrad von 75 % erzeugt und die Wärme des Verbrennungsprozesses vollständig genutzt wird.

4.1.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und verarbeitendes Gewerbe

Bei vielen Handels- und Dienstleistungsunternehmen sind die Verhältnisse prinzipiell mit denen der Haushalte vergleichbar. Unterschiede gibt es vor allem bei den gewerblichen Betrieben und im Bereich des verarbeitenden Gewerbes / der Industrie. Hier herrscht Konsens darüber, dass vor allem in den Querschnittsthemen wie z. B. Druckluft, Kühlung und Wärmeerzeugung hohe Potenziale zur Effizienzsteigerung vorhanden sind. Allerdings sind die prozessnahen Bereiche so individuell, dass konkrete Aussagen zu tatsächlichen Einsparmöglichkeiten allenfalls branchenspezifisch möglich sind. Durchschnittlich liegen die Effizienzsteigerungen bei den Unternehmen im Zeitraum zwischen den Jahren 1991 und 2016 bei 1,1 % im Jahr [8]. Die Arbeitsgemeinschaft Energieeffizienznetzwerke-Deutschland (AGEEN) gibt für die von ihr betreuten Unternehmen eine Effizienzsteigerung von 2,1 % jährlich an [9]. Bemerkenswert ist dabei, dass diese Effizienzsteigerung nicht zu einer Reduktion des Verbrauchs geführt hat. In der Regel wurde sie zur Steigerung der Produktion genutzt, so dass die absoluten Verbrauchswerte in etwa gleichgeblieben sind. Selbst wenn der Stromverbrauch aus Gründen der Prozessabläufe nicht reduziert werden könnte, ergibt sich in Folge der unabdingbaren Reduktion des Emissionsfaktors eine Reduktion der Treibhausgasemissionen. Besonderes Augenmerk ist daher auf Alternativen zur Nutzung der fossilen Energieträger für Prozesswärme sowie die Effizienz der Prozesse und Maschinen an sich zu richten.

4.1.3 Kommunale Liegenschaften und Anlagen

4.1.3.1 Kommunale Anlagen

Auf die Entwicklungs- und Einsparmöglichkeiten bei der Straßenbeleuchtung wurde bereits in Kapitel 2.4.1 eingegangen. Demnach ist der Kennwert mit 13,8 kWh je Einwohner heute bereits so niedrig, dass nicht von weiteren Einsparungen auszugehen ist.

4.1.3.2 Kommunale Liegenschaften

Die Kennwerte sowie die Bewertung der Verbrauchszahlen der von der Kommune Remchingen betriebenen Liegenschaften sind bereits in der Bestandsaufnahme in Kapitel 2.4.2 beschrieben. Abbildung 2-10 und Abbildung 2-11 zeigen die Anteile der einzelnen Gebäude am Strom bzw. Heizwärmeverbrauch im Jahr 2021. Die Situation und die Entwicklungsmöglichkeiten, die sich auf Basis der ermittelten Kennwerte für Strom und Heizwärme ergeben, sind in Tabelle 4-1 bzw. Tabelle 4-2 zusammengestellt. Der Heizwärmebedarf wurde witterungskorrigiert. In den Tabellen werden nur dann Angaben zu den Liegenschaften gemacht, wenn eine Kennwertbildung möglich war. Es sind jeweils die Verbrauchswerte sowie die Einsparpotenziale aufgeführt, die sich aus der Beeinflussung des Nutzerverhaltens, der Einhaltung der Grenzwerte sowie einer Sanierung auf Zielwerte ergeben⁷. Dabei wurde beim Nutzerverhalten nur dann eine Einsparung von 10 % veranschlagt, wenn der spezifische Verbrauch höher lag als der Zielwert. Einsparpotenziale von mehr als 25 % sind farblich markiert.

⁷ Die Begrifflichkeiten sind im Abschnitt 2.4.2.2 erläutert.

Tabelle 4-1: Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2021

Strom	spezifische Verbrauchswerte [kWh/m²a]					
2021	Ist	Ziel -10 % nur Nut- zerverh.	Ziel: Grenz- wert	Einspa- rung	Ziel: Ziel- wert (Sa- nierung)	Einspa- rung
Rathaus San-Biagio-Platani-Platz 8	110,9	99,8	30	73%	10	91%
Altes Rathaus Wilferdingen, Hauptstr. 5	4,3	0,0	30	0%	10	0%
Rathaus Singen Schulstr. 1-3	3,4	0,0	30	0%	10	0%
Altes Rathaus Nöttingen, Frauenwaldstr. 6	5,2	0,0	30	0%	10	0%
Bauhof Wilferdingen, Nöttingerstr. 42	7,4	6,7	18	0%	6	19%
Bauhof Nöttingen, Tullastr. 44	39,4	35,4	18	54%	6	85%
Bergschule Singen, Bergstr. 23	8,6	7,8	14	0%	6	30%
Gymnasium Remchingen, Dajaststr. 21	14,5	13,1	14	4%	6	59%
Grundschule Wilferdingen, Königsbacherstr. 12	10,7	9,6	14	0%	6	44%
Realschule, Königsbacher Str. 14	17,6	15,9	14	21%	6	66%
Bertha-Benz-Schule, Nöttingen, Ellmendingerstr. 25	9,5	8,6	14	0%	6	37%
Feuerwehr Abteilung NordKönigsbacher Str. 70,	23,8	21,4	22	8%	6	75%
Feuerwehr Abteilung Süd, Frauenwaldstr. 4,	21,1	18,9	22	0%	6	71%
Freibad, Buchwaldwiesen 9999	125,5	113,0	107	15%	25	80%
Hallenbad, Bergstr. 23	277,3	0,0	731	0%	264	5%
Kindergarten Niemandsberg 4	26,8	24,1	18	33%	10	63%
Kindergarten Nöttinger Str. 29	8,4	0,0	18	0%	10	0%
Kindergarten Darmsbacher Str. 6	33,0	29,7	18	45%	10	70%
Waldkindergarten, Eichwaldweg 9999/2	24,8	22,3	18	28%	10	60%
Kindergarten Mosaik, Schillerstr. 6	5,0	0,0	18	0%	10	0%
Kindergarten Hauptstr. 100	4,4	0,0	18	0%	10	0%
Kindergarten, Im Gässle 3	8,4	0,0	18	0%	10	0%
Postfiliale, Karlsbader Str. 41	0,0	0,0	0	0%	0	0%
Feuerwehrgerätehaus, Nöttingerstr. 11A	0,0	0,0	22	0%	6	0%
Löwensaal, Ellmendinger Str. 2/1	12,6	11,3	32	0%	11	13%
Haus Pfinzaue, San-Biagio-Platani-Platz 9,	2,6	0,0	21	0%	4	0%
Friedhof Wilferdingen, Kutscherweg 46,	4,6	4,1	21	0%	3	34%
Friedhof Singen, Marktstr. 9999,	23,6	21,2	21	11%	3	87%
Altenpflegeheim, San-Biagio-Platani-Platz 1,	39,5	35,5	33	16%	10	75%
Kulturhalle, San-Biagio-Platani-Platz 10,	41,2	37,1	32	22%	11	73%
Friedhof Nöttingen, Karlsbader Str. 17,	15,1	13,6	21	0%	3	80%
Flüchtlingsunterkunft, Meilwiesenstr. 14	34,3	30,9	27	21%	17	50%

zur Bewertung der Einsparpotenziale, siehe Text

Tabelle 4-2: Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Heizwärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2021

Wärme 2021	spezifische Verbrauchswerte [kWh/m²a]					
	Ist	Ziel -10 % nur Nutzer- verh.	Ziel: Grenz- wert	Einspa- rung	Ziel: Ziel- wert (Sa- nierung)	Einspa- rung
Rathaus San-Biagio-Platani-Platz 8	59,0	0,0	95	0%	55	7%
Altes Rathaus Wilferdingen, Hauptstr. 5	145,1	130,6	95	35%	55	62%
Rathaus Singen Schulstr. 1-3	139,0	125,1	95	32%	55	60%
Altes Rathaus Nöttingen, Frauenwaldstr. 6	88,5	79,6	95	0%	55	38%
Bauhof Wilferdingen, Nöttingerstr. 42	263,4	237,0	119	55%	57	78%
Bauhof Nöttingen, Tullastr. 44	152,5	137,3	119	22%	57	63%
Bergschule Singen, Bergstr. 23	127,2	114,5	108	15%	63	50%
Gymnasium Remchingen, Dajaststr. 21	53,7	0,0	108	0%	63	0%
Grundschule Wilferdingen, Königsbacherstr. 12	593,0	533,7	108	82%	63	89%
Realschule, Königsbacher Str. 14	146,6	131,9	108	26%	63	57%
Bertha-Benz-Schule, Nöttingen, Ellmendingerstr. 25	232,7	209,4	108	54%	63	73%
Feuerwehr Abteilung NordKönigsbacher Str. 70,	118,1	106,3	144	0%	68	42%
Feuerwehr Abteilung Süd, Frauenwaldstr. 4,	402,9	362,6	144	64%	68	83%
Freibad, Buchwaldwiesen 9999	175,3	157,8	237	0%	32	82%
Hallenbad, Bergstr. 23	1367,6	1230,8	2.539	0%	1.045	24%
Kindergarten Niemandsberg 4	103,9	93,5	123	0%	73	30%
Kindergarten Nöttinger Str. 29	208,2	187,3	123	41%	73	65%
Kindergarten Darmsbacher Str. 6	180,3	162,2	123	32%	73	60%
Waldkindergarten, Eichwaldweg 9999/2	166,9	150,2	123	26%	73	56%
Kindergarten Mosaik, Schillerstr. 6	78,2	0,0	123	0%	73	7%
Kindergarten Hauptstr. 100	191,2	172,1	123	36%	73	62%
Kindergarten, Im Gässle 3	116,7	105,0	123	0%	73	37%
Postfiliale, Karlsbader Str. 41	0,0	0,0	0	0%	0	0%
Feuerwehrgerätehaus, Nöttingerstr. 11A	87,4	78,6	144	0%	68	22%
Löwensaal, Ellmendinger Str. 2/1	108,4	97,6	126	0%	69	36%
Haus Pfinzaue, San-Biagio-Platani-Platz 9,	18,5	0,0	167	0%	82	0%
Friedhof Wilferdingen, Kutscherweg 46,	21,6	0,0	109	0%	29	0%
Friedhof Singen, Marktstr. 9999,	111,8	100,6	109	2%	29	74%
Altenpflegeheim, San-Biagio-Platani-Platz 1,	42,2	0,0	154	0%	80	0%
Kulturhalle, San-Biagio-Platani-Platz 10,	23,2	0,0	126	0%	69	0%
Friedhof Nöttingen, Karlsbader Str. 17,	101,0	90,9	109	0%	29	71%
Flüchtlingsunterkunft, Meilwiesenstr. 14	195,5	175,9	123	37%	95	51%

zur Bewertung der Einsparpotenziale, siehe Text

Wie bereits in Kapitel 2.4.2 erläutert, weisen die Einsparpotenziale zum Teil lediglich das prinzipiell Machbare aus. So ist gerade bei Gebäuden mit einer historischen Bausubstanz eine Reduktion auf die Zielwerte nicht erreichbar. Emissionsreduktionen sind in solchen Fällen über eine Umstellung des Brennstoffs auf erneuerbare Energiequellen und in gewissem Umfang auch durch die Nutzerbeeinflussung zu erreichen. Beim Stromverbrauch ist zusätzlich die Frage angebracht, ob nicht aus dem hohen Alter der Studie, auf deren Basis Grenz- und Zielwerte bestimmt wurden, Festlegungen resultieren, die nicht mehr konform mit den aktuellen Anforderungen sind. Aus der zunehmenden Digitalisierung und den Veränderungen bei der Kommunikationsinfrastruktur ergibt sich zwangsweise ein erhöhter Stromverbrauch. Dies betrifft insbesondere die Verwaltung und die Schulen. Allerdings erschließen sich zum Beispiel durch die Fortschritte bei der Beleuchtungstechnik auch Einsparmöglichkeiten, die vor 15 Jahren noch nicht absehbar waren.

Die in Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 gelisteten Zahlen zu den Einsparpotenzialen sind in Abbildung 4-1 (Strom) und in Abbildung 4-2 (Wärme) noch einmal in grafischer Form dargestellt. Dabei wurden Gebäude gleicher Nutzung jeweils zusammengefasst. Hinsichtlich der Realisierbarkeit der dargestellten Potenziale gelten die oben bereits genannten Anmerkungen. In Abbildung 4-2 ist dabei mit der Kennung „klimaneutrale Verwaltung“ angegeben, welcher Verbrauch sich ergibt, wenn alle Gebäude den Vorgaben entsprechen, die das Land Baden-Württemberg im Programm „klimaneutrale Verwaltung“ macht. Der spezifische Heizwärmebedarf darf dann inklusive der Energie für Warmwasserbereitstellung, außer bei Baudenkmälern und Bädern, nicht über 50kWh/m²a liegen.

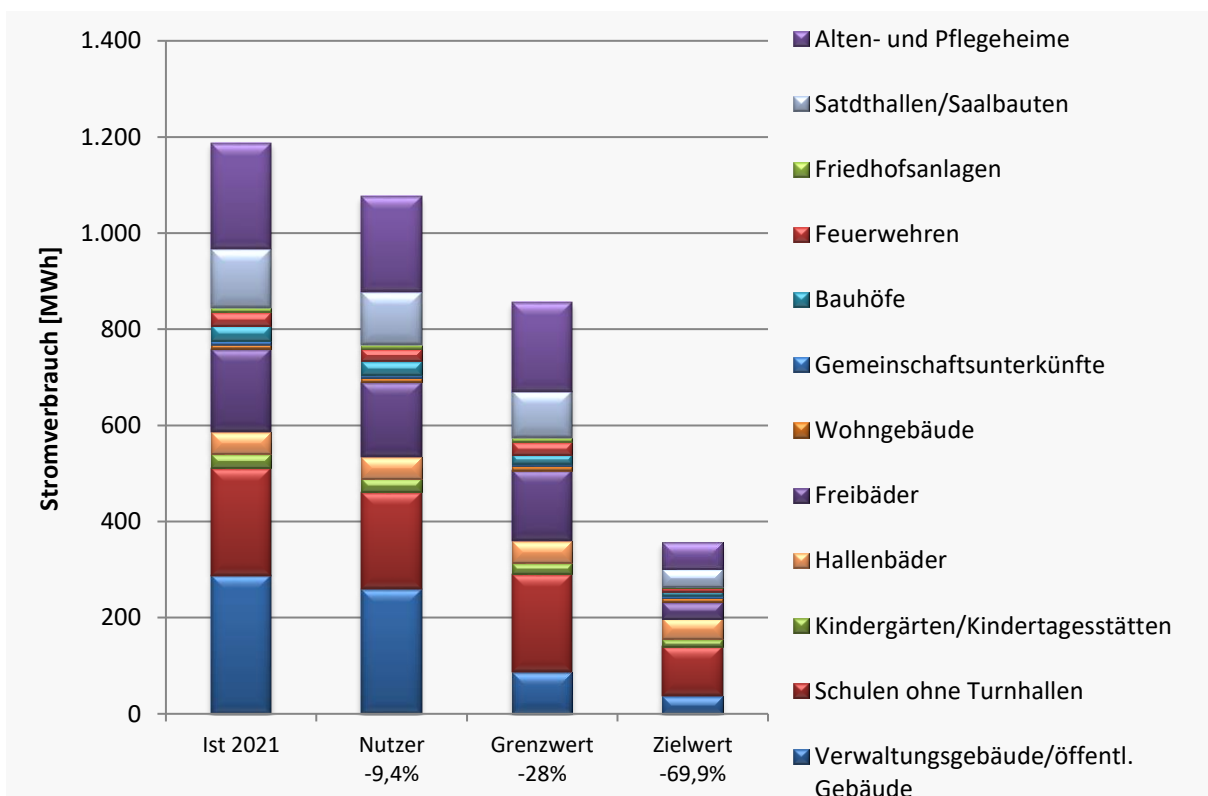


Abbildung 4-1: grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften

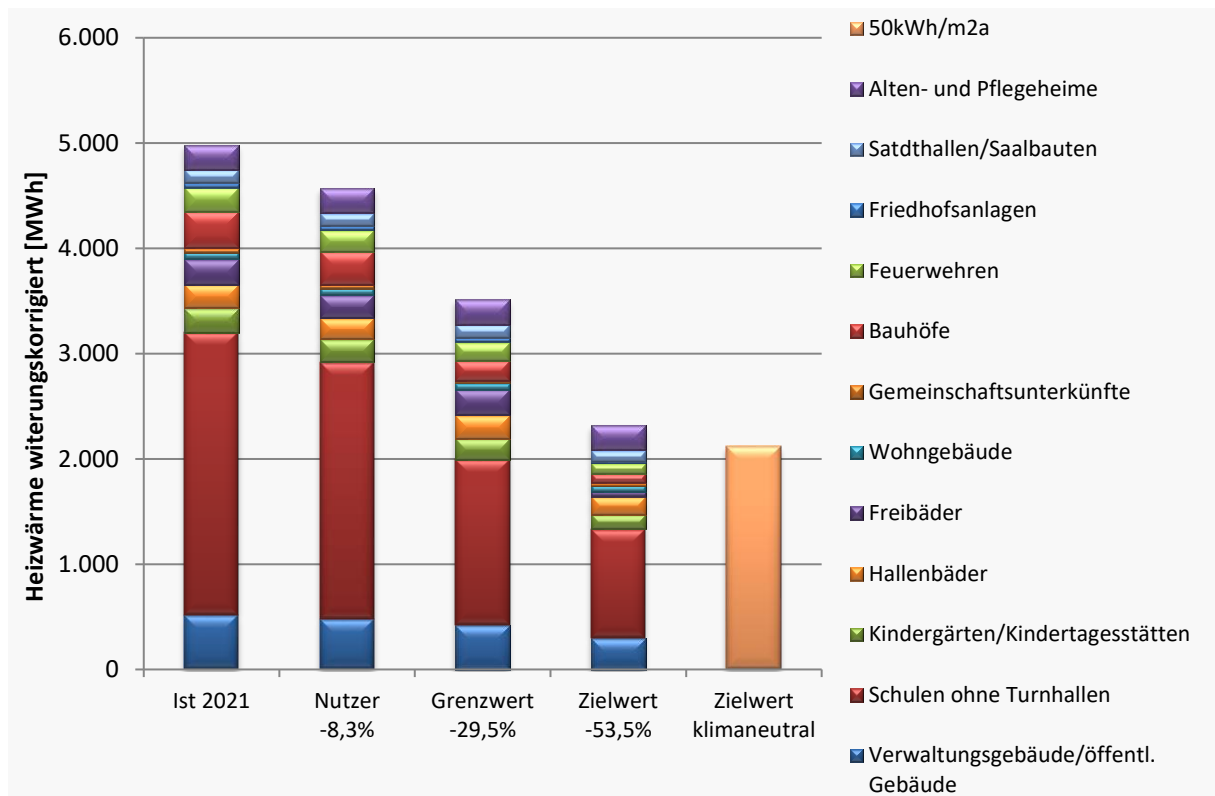


Abbildung 4-2: grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen der kommunalen Liegenschaften für den Heizwärmebedarf

4.1.4 Mobilität

Obwohl in der Vergangenheit fast durchgängig damit geworben wurde, dass Neufahrzeuge mit immer effizienteren Motoren ausgestattet sind, hat sich in den letzten 20 Jahren in Summe keine Verbrauchsreduktion eingestellt und die Emissionen des Verkehrsbereichs sind seit 1990 nahezu unverändert geblieben. Die Gründe hierfür sind vielfältig. So stieg die Zahl der gefahrenen Kilometer unablässig an, die Fahrzeuge wurden größer und schwerer und der Trend zur SUV-Bauform hat die erreichbaren cw-Werte verschlechtert. Ein Umstieg auf andere Verkehrsträger fand, trotz der erhöhten Fahrgastzahlen der Bahn, nicht statt.

Eine Verbrauchsminderung im eigentlichen Sinn ist im Verkehrsbereich durch den Verzicht auf Fahrten, die Bildung von Fahrgemeinschaften und eine Veränderung des Modalsplits hin zum Umweltverbund möglich. Letzteres bedeutet, dass der ÖPNV häufiger genutzt wird und zumindest kurze Wegstrecken zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden.

Insgesamt wäre eine erhebliche Verbrauchsreduktion durch einen Wechsel der Antriebsart möglich. Aufgrund der im Vergleich mit einem Verbrennungsmotor sehr hohen Effizienz von Elektroantrieben, ließe sich bei einer konsequenten Umstellung auf vollelektrische Fahrzeuge der Endenergieverbrauch auf etwa ein Drittel reduzieren, sofern diese „Ersparnis“ nicht wieder durch erhöhte Laufleistungen kompensiert wird. Der Verkehrsbereich stellt diesbezüglich eine Besonderheit dar, da sich allein auf Basis eines Wechsels zum elektrisch zentrierten System erhebliche Einsparungen ergeben. Dies unterscheidet sich deutlich von anderen Sektoren, wie zum Beispiel dem Heizungsbereich. Beim Einsatz einer Wärmepumpe ändert sich der Heizwärmebedarf an sich nicht, es wird lediglich ein großer Teil davon aus Umweltwärme bereitgestellt.

Insgesamt ist aber ein Umbau der gesamten Versorgungsstruktur unabdingbar, um die notwendige Klimaneutralität erreichen zu können. Hierauf wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

4.2 Emissionsreduktionen hin zur Treibhausgasneutralität

Nach einer Studie mehrerer renommierter Institute, deren diesbezügliches Ergebnis auf der Webseite der Stiftung Klimaneutralität veröffentlicht ist [10], bedingt Treibhausgasneutralität, dass in Deutschland jährlich nicht mehr als 0,5 t an Treibhausgasen je Einwohner emittiert werden dürfen. Das genannte Ziel wurde im Klimaschutzabkommen von Paris verpflichtend festgelegt. Wie schnell dieser Zielzustand erreicht werden muss, hängt davon ab, wie hoch die Menge an Treibhausgasen eingeschätzt wird, welche die Menschheit noch emittieren darf, damit das 1,5 -Ziel eingehalten werden kann und wie dieses Kontingent auf die einzelnen Staaten verteilt wird. Mit den bisher für Deutschland getroffenen Festlegungen verteilt die genannte Studie das Emissionskontingent bis ins Jahr 2045, das als Zieljahr gesetzt ist. Dabei ist klar, dass eine anfänglich schnellere Reduktion dafür sorgt, dass der Zustand „treibhausgasneutral“ erst später erreicht werden muss. Baden-Württemberg strebt die Klimaneutralität bis 2040 an. Beides ist nach den Erfahrungen der letzten Jahre und der aktuellen Krisen als zumindest sehr ambitioniert anzusehen.

Mit diesen Randbedingungen können notwendigen Änderungen auch auf Remchingen heruntergebrochen werden und es lassen sich Angaben zu möglichen Minderungspfaden berechnen. Dabei wird davon ausgegangen, dass es nicht zu strukturellen Brüchen kommt, also zum Beispiel größere Unternehmen ab- oder zuwandern. In Remchingen stellt sich zudem die Frage, ob es sinnvoll ist, von der offiziellen Treibhausgasbilanz der Abbildung 3-2 auszugehen. Diese wird sehr stark von den Verkehrsemissionen geprägt, die sich daraus ergeben, dass ein Abschnitt der vielbefahrenen A8 über das Gemeindegebiet verläuft. Auf diese Emissionen haben die Klimaschutzbemühungen der Gemeinde nur sehr indirekt Einfluss. Daher wird in den folgenden Abschnitten von der Treibhausgasbilanz mit verursacherbezogenen Verkehrsemissionen ausgegangen (Abbildung 3-6). Ausgangspunkt sind daher spezifische Emissionen von 6,5 t je Einwohner und nicht die 10,6 t der Territorialbilanz. Wie mögliche Absenkpfade für Remchingen auf Basis der Zielvorstellungen des Landes aussehen könnten, zeigt Abbildung 4-3. Wird das Ergebnis der Territorialbilanz zugrunde gelegt, müssten die Emissionen um 15,5 % oder linear um knapp 6.700 t im Jahr zurückgehen.

Allein durch eine Reduktion des Verbrauchs über Verzicht und Effizienzsteigerungen ist dieses Ziel nicht zu erreichen. Zusätzlich ist ein möglichst kompletter Umstieg auf erneuerbare Energiequellen erforderlich. Dabei sollten, nicht zuletzt auch wegen des geringen Wirkungsgrades, den die Erzeugung und der Verbrauch von regenerativ erzeugten Treibstoffen und Gasen mit sich bringen, hocheffiziente elektrische Lösungen preferiert werden. Gut ablesen lässt sich dies zum Beispiel an den Erläuterungen zu den Sektorzielen im „Teilbericht Sektorziele für Baden-Württemberg“ [11] sowie an den politischen Vorgaben und den veröffentlichten Förderprogrammen.

Im Verkehrsbereich geht dieser Bericht davon aus, dass sich die sehr ehrgeizigen Minderungsziele in Baden-Württemberg erreichen lassen, wenn eine schnelle und umfassende Elektrifizierung, sowohl im ÖPNV als auch im motorisierten Individualverkehr (MIV), mit einer Verschiebung des Modalsplits hin zum Umweltverbund kombiniert wird und der zum Antrieb verwendete Strom aus regenerativen Quellen stammt. Ob sich der genannte Elektrifizierungsgrad von zum Beispiel 34 % bei den PKW bis 2030 erreichen lässt, hängt von der Preisentwicklung bei Strom und Fahrzeugen und nicht zuletzt auch von der generellen Verfügbarkeit der Fahrzeuge an sich ab.

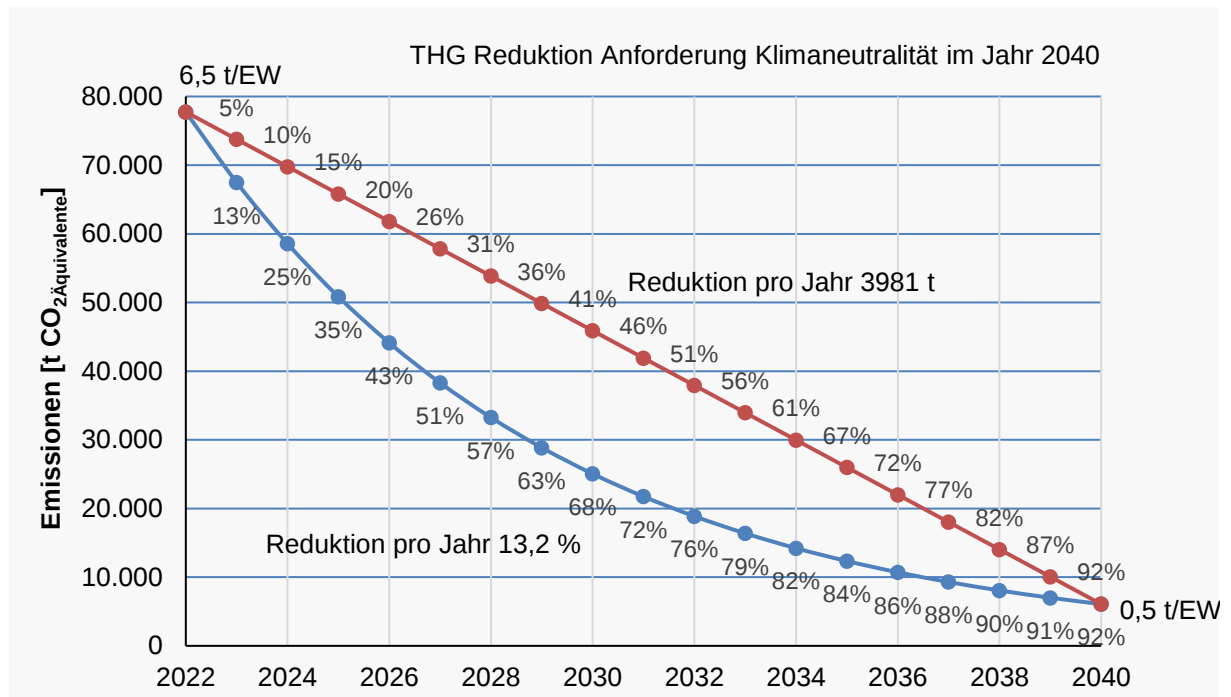


Abbildung 4-3: mögliche Absenkpfade der Treibhausgasemissionen in Remchingen für eine Zielerreichung im Jahr 2040.

Nach den in Aussicht gestellten gesetzlichen Regelungen müssen bei einem Heizungstausch zukünftig Systeme eingebaut werden, die mindestens 65 % der Wärme über erneuerbare Quellen zur Verfügung stellen. Neben Holzfeuerungen, deren Einsatz durch die begrenzte Menge an ökologisch bereitgestelltem Brennstoff limitiert ist, lässt sich dies nur mit Wärmepumpen realisieren. Dass dabei auch der Strom zum Antrieb der Geräte möglichst aus erneuerbaren Energiequellen kommen sollte, versteht sich von selbst. Ob sich eine solche Umstellung im notwendigen Umfang realisieren lässt, ist derzeit schwer abzuschätzen. Auf der einen Seite zeigt der Absatz an Wärmepumpen eine hohe Steigerung, auf der anderen Seite gibt es Berichte darüber, dass ein Heizungstausch bewusst vorgezogen wird, um noch fossil befeuerte Anlagen einsetzen zu können. Im Jahr 2023 wurden insgesamt circa 356.000 Wärmepumpen installiert. Dem stehen ca. 680.000 Heizanlagen gegenüber, die alleine aus Altersgründen jährlich getauscht werden müssen. Über die Frage der Verfügbarkeit hinaus stellen Engpässe bei den Fachfirmen, die hohen Kosten der Geräte sowie die hohen Strompreise weitere Hemmnisse dar. Hinzu kommt die Tatsache, dass bei vielen Altbauten eine Wärmepumpe nur dann sinnvoll einzusetzen ist, wenn auch die Gebäudehülle und die Wärmeverteilung saniert werden.

Auch in den gewerblichen Sektoren wird angeregt, die benötigte Wärme nach Möglichkeit über Wärmepumpen zu erzeugen. Wenn dies nicht möglich ist, wird eine direkte elektrische Erwärmung empfohlen. Ersatzbrennstoffe in Form von Wasserstoff oder synthetisch erzeugtem Erdgas bzw. flüssigen Treibstoffen (e-fuels) sollten nur dort zum Einsatz kommen, wo es unbedingt erforderlich ist. Grund hierfür sind die Verluste bei Herstellung und Verwendung, die im Vergleich zur direkten Stromnutzung einen ungleich höheren Energiebedarf zur Folge haben. Bei der direkten Nutzung von Wasserstoff in einer Brennstoffzelle ergibt die Kette aus Erzeugung (Wirkungsgrad 80 %), Verdichtung und Transport (Wirkungsgrad 90 %) und Stromherstellung in der Brennstoffzelle (Wirkungsgrad ca. 50 %) eine Gesamteffizienz von 36 % ($0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,5$). Beim Einsatz von E-fuels in Verbrennungsmotoren sind es in der Regel weniger als 15 %.

Im Folgenden soll ermittelt werden, welcher regenerative Strombedarf für Remchingen entsteht, wenn eine vollständige strombasierte Versorgung, entsprechend der oben skizzierten Vorgehensweise, realisiert wird. Hierbei wird mit Ausnahme des Verkehrsbereichs zunächst vom aktuellen Endenergieverbrauch gemäß Tabelle 3-2 ausgegangen. Aus der verursacherbezogenen Betrachtungsweise beim Verkehr ergibt sich ein aktueller Verbrauch von 90.000 MWh. Bezüglich der Veränderungen werden folgende Annahmen getroffen:

- Der in der Endenergiebilanz angeführte direkte Stromverbrauch bleibt unverändert.
- Der Wärmebedarf des verarbeitenden Gewerbes wird über eine direkte Stromnutzung gesichert.
- Der Wärmebedarf der Sektoren GHD und private Haushalte wird über Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3 gedeckt. Das heißt, ein Drittel des derzeitigen Verbrauchs ist als elektrische Antriebsenergie bereitzustellen.
- Im Verkehrsbereich führt eine vollständige Elektrifizierung zu einem Verbrauch, der einem Drittel des aktuellen Verbrauchs entspricht.

In Summe führt dies zu einem jährlichen Strombedarf von 135.550 MWh. Wird angenommen, dass die in Kapitel 4.1 skizzierten Einsparmöglichkeiten vollständig realisiert werden, was im Folgenden als Klimaschuttszenario bezeichnet wird, sinkt der Verbrauch in allen Sektoren und es ergibt sich in Summe ein Strombedarf von ca. 103.100 MWh. Soll der Energiebedarf des Klimaschuttszenarios über regenerativ erzeugten Wasserstoff und e-fuels gedeckt werden, würde der Bedarf mit rund 330.000 MWh sogar den heutigen Verbrauch übersteigen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-3 zusammengefasst.

Tabelle 4-3: regenerativer Strombedarf bei verschiedenen Bedarfswerten und Versorgungssystemen (Annahmen siehe Text)

Anwendungsfeld	Strom direkt	Wärme	Mobilität	Summe
ohne Einsparungen Strom	60.715	43.620	31.212	135.547
Verbrauch Klimaschutz Strom	46.870	31.027	25.203	103.101
Verbrauch Klimaschutz e-fuels	46.870	101.390	181.425	329.685

In Kapitel 4.4 wird dieser Bedarf sowie der über die Bevölkerungszahl bzw. die Gemarkungsfläche umgelegte Bedarf für Deutschland den Erzeugungspotenzialen in Remchingen gegenübergestellt. Zunächst wird aber im folgenden Kapitel 4.3 näher auf die Entwicklungsmöglichkeiten bei der erneuerbaren Erzeugung eingegangen.

4.3 Ausbau der erneuerbaren Erzeugung

Für eine erste Abschätzung der zusätzlichen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien wurden die verfügbaren Angaben des Energieatlas Baden-Württemberg der LUBW ausgewertet (www.energieatlas-bw.de). Darin sind die Potenziale in den Bereichen Wind, PV (Dach- und Freiflächen) und Wasserkraft im Detail dargestellt.

Diese Potenziale beziehen sich vor allem auf den Ausbau der Stromerzeugung. Der Ausbau der regenerativen Wärmeerzeugung ist dagegen deutlich schwieriger abzuschätzen, da hier eine Fülle von Faktoren eine Rolle

spielt. Im Bereich der Solarthermie ergeben sich die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten, wie bei den PV-Dachflächenanlagen. Ob und wie effizient Geothermie nutzbar ist, hängt vor allem von den geologischen Gegebenheiten und der Frage ab, ob oberflächennahe Bohrungen nicht durch den Trinkwasserschutz ausgeschlossen sind. Wie intensiv bestehende Möglichkeiten zukünftig aber genutzt werden, ist momentan nicht abschätzbar. Bei der Verbrennung von Holz gibt es vor allem Limitierungen in Bezug auf die Nachhaltigkeit. Hinzu kommen Probleme durch Feinstaub und andere Emissionen. Die diesbezüglich präsentierte Abschätzung basiert mangels neuerer und detaillierter Zahlen auf relativ pauschalen Angaben, die bereits einige Jahre alt sind.

4.3.1 Wärmebereitstellung

Bei der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wird die erzeugte Energie in der Regel direkt vor Ort durch den Anlagenbetreiber genutzt. Im Gegensatz zur Stromerzeugung basiert die Förderung nicht auf garantierten Preisen für die erzeugte Energie, sondern wird üblicherweise als Investitionszuschuss gewährt.

4.3.1.1 Solarthermie

Bis Ende 2021 waren in Remchingen Solarthermieranlagen mit einer Kollektorfläche von 2.915 m² installiert. Dies entspricht einer Fläche von 0,245 m² je Einwohner. Sollen alle bestehenden Wohngebäude mit einer Thermieanlage von 1 m² je 10 m² Wohnfläche ausgestattet werden, sind hierzu 58.288 m² geeigneter Fläche erforderlich. Laut Potenzialatlas sind ca. 646.000 m² an Dachfläche für die Nutzung von Solarenergie verfügbar, von denen derzeit erst 95.000 m² mit Photovoltaikanlagen belegt sind. Damit ist das Potenzial prinzipiell vorhanden. Ob aber wirklich 9 % der Flächen für Thermieanlagen genutzt werden, hängt insbesondere vor dem Hintergrund der Konkurrenz durch die Photovoltaik stark von der Entwicklung von Gesetzgebung, Förderung und Energiepreis in den nächsten Jahren ab. Würde die genannte Fläche für Solarthermie erschlossen, könnten bei einem jährlichen Ertrag von 400 kWh/m²a, 2,3 Mio. Liter Heizöl ersetzt werden. Das sind etwa 50 % des derzeit noch fossil gedeckten Wärmebedarfs der privaten Haushalte. Um dies in den nächsten 16 Jahren erreichen zu können, müssten aber jährlich Kollektoren mit einer Fläche von gut 3.460 m² zusätzlich installiert werden. Der bisher höchste Zubauwert wurde im Jahr 2008 mit 465 m² erreicht. Würde dieser Wert auch jeweils in den nächsten 16 Jahren erreicht, ergäbe sich eine Gesamtfläche von 10.355 m². Wird jeweils der Durchschnitt der letzten 15 Jahre in Höhe von 132 m² realisiert, würden die Solarthermieflächen ungefähr auf das 1,7-fache des aktuellen Wertes anwachsen. Diese Zahlen beziehen sich auf die Dachanlagen.

4.3.1.2 Geothermie

Im Bereich der Wärmeversorgung mittels Geothermie wird die Energie des Erdreiches oder des Grundwassers in Oberflächennähe oder die Umweltwärme über Wärmepumpen erschlossen. Bei der Erdwärmenutzung wird mit Flächenkollektoren in maximal 2 m Tiefe oder mit kurzen Bohrungen (üblicherweise weniger als 100 m) gearbeitet. Hier kommen sogenannte Sole-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Eine weitere Möglichkeit stellt die Erschließung der Umweltwärme (Luft oder Abluft) über Luft-Wasser-Wärmepumpen dar. Obwohl es sich dabei streng genommen nicht um Geothermie handelt, wird diese Energiequelle in diesem Kapitel diskutiert, da identische Techniken zum Einsatz kommen. Wärmepumpen funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie der heimische Kühlschrank. Sie heben das niedrige Wärmeniveau der Quelle (Umweltwärme oder Bodenwärme) so weit an, dass es zur Versorgung eines Heizungssystems dienen kann. Je

geringer der Temperaturunterschied von Heizung und Quelle ist, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Die Effizienz der Anlage wird in erster Linie über die sogenannte Jahresarbeitszahl bestimmt. Diese gibt an, wie das Verhältnis von Antriebsenergie zur bereitgestellten Heizwärme ist. Bei einer Jahresarbeitszahl von 4 wird für 4 kWh Heizwärme eine Antriebsenergie von 1 kWh benötigt. Damit kommen drei Viertel der Heizwärme aus der Umwelt. Bei Anlagen, die mit der normalen Umgebungsluft arbeiten, stellt eine Jahresarbeitszahl von 3 bereits einen guten Wert dar. Bei geothermischen Anlagen und einer guten Abstimmung des Heizsystems sind Jahresarbeitszahlen von 4 und darüber zunehmend die Regel [12]. Als Antriebsenergie kommt normalerweise Strom zum Einsatz.

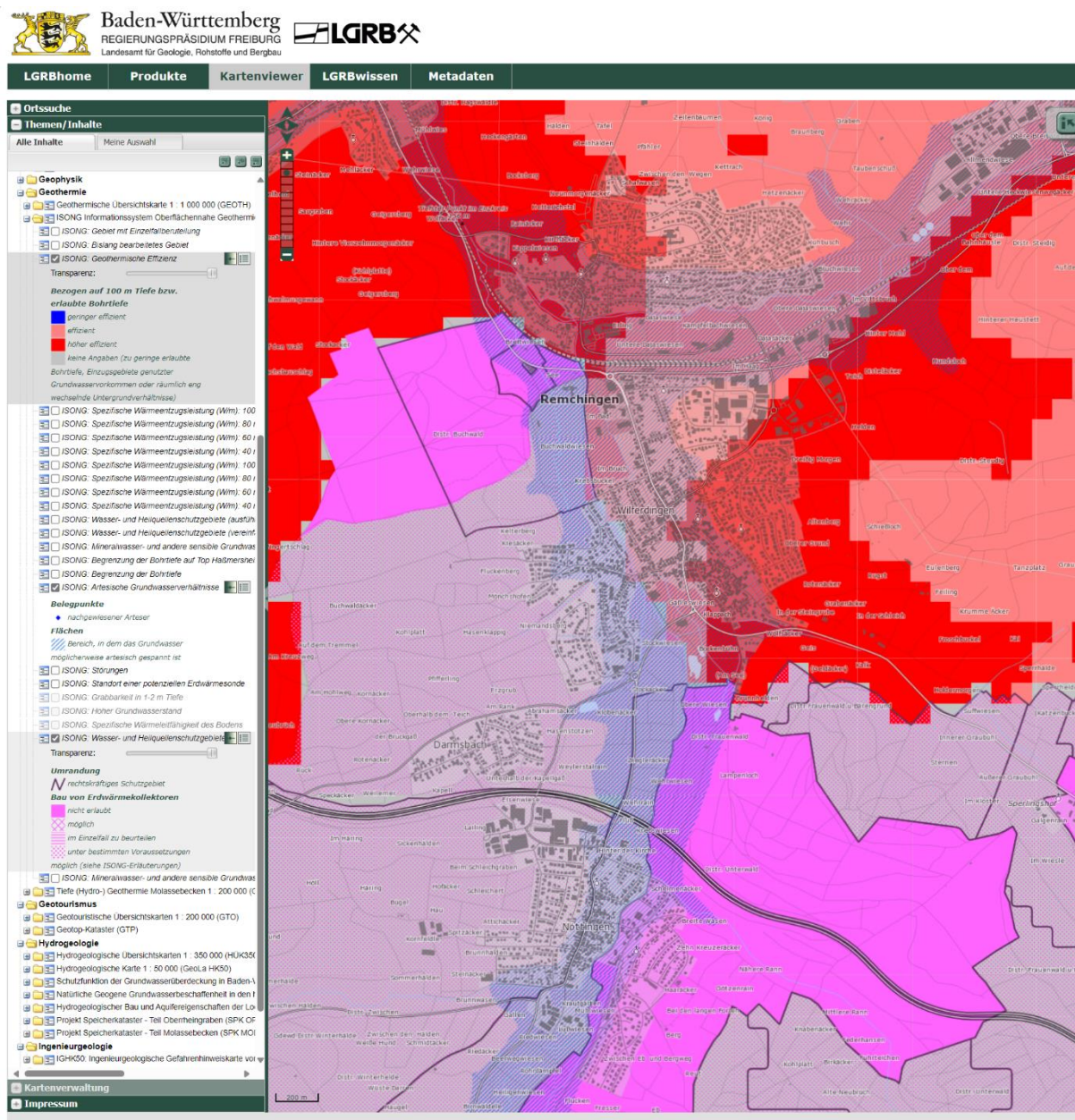


Abbildung 4-4: Geothermische Effizienz und Einschränkungen der Nutzung durch Grundwasserschutz und artesischen Grundwasserverhältnisse (Quelle: LGRB)

Bei oberflächennaher Geothermie und bei der Umweltwärme stellt die Höhe der von Seiten der Quelle zur Verfügung stehenden Energiemenge auf absehbare Zeit keine Begrenzung dar. Luft-Wasser-Wärmepumpen

sind bis auf absolute Einzelfälle überall installierbar. Wie Abbildung 4-4 zeigt, sind in den meisten Siedlungsbereichen Remchingsens für die Geothermie eher problematische Verhältnisse anzutreffen. In den westlichen Siedlungsbereichen von Wilferdingen sowie in Darmsbach und Nöttingen gibt es Einschränkungen durch den Grundwasserschutz. Hinzu kommen Flächen, in denen mit einer artesischen Vorspannung des Grundwassers zu rechnen ist. Hiervon betroffen sind die westlichen Siedlungsbereiche von Singen, zentrale Bereiche von Wilferdingen sowie Teilbereiche von Nöttingen. Lediglich in den nördlichen Abschnitten von Singen und den östlichen Abschnitten von Wilferdingen liegen keine Problemzonen vor und das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) weist diese als höher effizient oder zumindest effizient aus. Als Wärmeentzugsleistung sind in diesen Bereichen bei 80 m Bohrtiefe 55 W/m bis 65 W/m zu erwarten.

4.3.1.3 Biomasse

Bei der Wärmebereitstellung durch Biomasse kommt neben einer Nahwärmenutzung im Umfeld von Biogasanlagen fast ausschließlich feste Biomasse zum Einsatz. Da Ernteabfälle wie z. B. Stroh weitestgehend stofflich genutzt werden und als Brennstoff auch nicht einfach zu handhaben sind, handelt es sich dabei im Wesentlichen um Holz, wobei Altholzkontingente (z. B. Sperrmüll) heute nur noch in Großanlagen, die mit Müllverbrennungsanlagen vergleichbar sind, verbrannt werden.

Nach Angaben der „Stiftung Unternehmen Wald“ wachsen in Deutschland im Jahr durchschnittlich 11 m³ Holz je Hektar Waldfläche nach. Davon werden etwa 63 % eingeschlagen [13]. Mit einer Waldfläche von 939 ha in Remchingen ist mit einem Zuwachs von 10.300 m³ und einem daraus resultierenden Einschlag von ca. 6.500 m³ je Jahr zu rechnen. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) weist in der Veröffentlichung „Waldstrategie 2020“ aus, dass etwa 60 % des Holzes stofflich und 40 % energetisch genutzt werden [14]. Somit stellt sich die Situation in Remchingen so dar, dass aus dem Einschlag eine Menge von 2.600 m³ für die energetische und von 3.900 m³ für die stoffliche Nutzung zur Verfügung steht. Werden die doppelt nutzbaren Kontingente (energetische Nutzung folgt auf die stoffliche Nutzung) sowie Landschaftspflegeholzer etc. mit eingerechnet, sollten die Kontingente für die energetische Nutzung eher höher liegen. Bei ca. 3.000 kWh/m³ ergibt sich aus dem errechneten Zuwachs an Energieholz eine Wärmemenge von 7.800 MWh. Nach der Energie- und CO₂-Bilanz (siehe Abbildung 3-1) werden derzeit 30.980 MWh des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt. Davon hat die Solarthermie einen Anteil von 1.166 MWh. Demnach ist das lokale Kontingent von Holz zur Energiebereitstellung vollständig ausgeschöpft und es werden bereits erhebliche Mengen aus den umliegenden Kommunen genutzt.

4.3.2 Stromerzeugung

Wie in Kapitel 3 erläutert gehen die lokal erzeugten regenerativen Strommengen aufgrund der getroffenen Festlegungen und Abgrenzungen nicht direkt in die Energie- und Treibhausgasbilanz ein. Hier werden die Emissionen mit dem Emissionsfaktor des deutschen Strommixes berechnet. An dieser Stelle wird dennoch auf die örtlichen Entwicklungspotenziale eingegangen. Auf Basis dieser Abschätzungen kann aufgezeigt werden, ob die erzeugbaren Energiemengen ausreichen um Remchingen entsprechend der in Kapitel 4 aufgezeigten Entwicklungsmöglichkeiten bilanziell autark zu versorgen und welche Reserven für eine nationale Versorgung noch bestehen. Die Entwicklungspotenziale können auch als wesentliche Basis für die Festlegung von Ausbau oder Klimaschutzzielen herangezogen werden.

4.3.2.1 Photovoltaik

Bis Anfang 2023 wurden im Energieatlas vier Eignungskategorien für Dachflächen verwendet. Die Basisdaten gingen dabei aber auf Analysen zurück, die bereits Anfang der 2000er Jahre durchgeführt wurden. Mit der Aktualisierung der Datenbasis wurde diese Differenzierung aufgegeben und es wird nur noch ausgewiesen, wie hoch das Dachflächenpotenzial in Summe ist⁸. Im Gegenzug ist es in den Detailansichten der zugehörigen Webseiten nun möglich, eine Erstanalyse bis auf die Gebäudeebene herab durchzuführen⁹. Nach den im Energieatlas eingestellten Potenzialen stehen in Remchingen Dachflächen zur Verfügung, die für die Installation von 71.800 kW_p ausreichen würden. Aktuell realisiert sind 10.584 kW_p, was einen Anteil von knapp 15 % entspricht. Mit 900 Volllaststunden im Jahr würde das ausgewiesene Potenzial ausreichen, um jährlich 64.620 MWh elektrischer Energie zu erzeugen.

Für ein ganzheitliches Bild zu den noch zur Verfügung stehenden Dachflächen müssen auch die bereits installierten Solarthermieranlagen einbezogen werden, auch wenn diese in der Regel lediglich einen kleinen Flächenanteil umfassen. Ein Weg, um die unterschiedlichen Angaben (PV: kW_p und Thermie: m²) in einem Diagramm zusammenzuführen, ist die Umrechnung der Solarthermieflächen in ein „PV-Leistungs-Äquivalent“. Im Handbuch Klimaschutz wird davon ausgegangen, dass aufgrund notwendiger Randabstände oder auch der Abstände zu Kaminen etc. im Mittel 1,5 m² Dachfläche benötigt werden, um 1 m² Modulfläche zu realisieren [15]. Die Angabe zu den Leistungsdichten schwanken derzeit je nach Modultyp zwischen 5 m² und 7 m² je kW_p. Hier wird daher von 6 m²/kW_p ausgegangen, woraus folgt, dass etwa 9 m² Dachfläche je kW_p erforderlich sind. Damit entsprechen die bisher installierten 2.915 m² Thermieflächen einer PV-Leistung von ca. 320kW_p.

Das Ergebnis ist in Abbildung 4-5 grafisch dargestellt. Demnach stehen aktuell noch 84,8 % der Dachflächen für weitere Anlagen zur Verfügung. Diese Daten belegen, dass in Remchingen ein weiterer Ausbau nicht durch die zur Verfügung stehenden Dachflächen begrenzt ist. Die größte Herausforderung dürfte es sein, die Ausbaurate weiter zu erhöhen. Da der Bestand an Dachflächenanlagen mit 919 W_p je Einwohner bereits überdurchschnittlich ist, sollte eine gute Ausgangslage vorhanden sein, um bestehende Ressentiments anhand von positiven Beispielen auszuräumen.

Zusätzlich zu den Dachflächen können auch bereits baulich genutzte Freiflächen wie zum Beispiel Parkplätze für PV-Anlagen erschlossen werden. Nachdem es in Baden-Württemberg bei neu beantragten Parkplätzen ab einer gewissen Größe eine PV-Pflicht gibt, ist es sicher angebracht auch die nachträgliche Ausstattung bestehender Flächen in den Ausbau mit einzubeziehen.

⁸ <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflaechen/pv-potenziale-auf-gebietsebene>

⁹ <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflaechen/solarpotenzial-auf-dachflaechen>

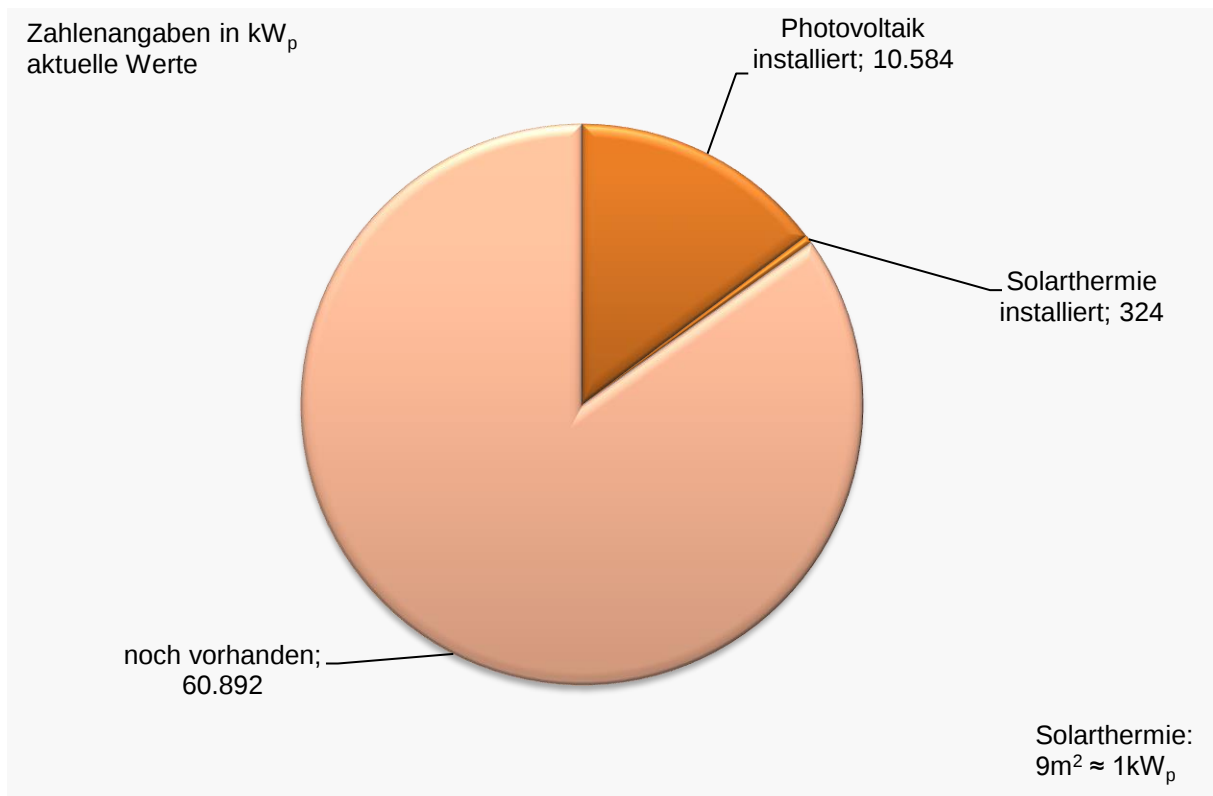


Abbildung 4-5: Dachflächenpotenziale und Ausbaustatus im Bereich Photovoltaik (Energieatlas BW)

Im Hinblick auf mögliche Freiflächenanlagen werden im Energieatlas, wie in Abbildung 4-6 abzulesen ist, fast ausschließlich sogenannte Seitenrandstreifen entlang der Autobahn und der Bahnlinie ausgewiesen. In Summe handelt es sich um 19 ha. Dabei unterliegen 15,4 ha sogenannten weichen Restriktionen. Bei den „weichen Restriktionsflächen“ handelt es sich um Flächen, bei denen Nutzungseinschränkungen, zum Beispiel durch Auflagen zum Naturschutz, vorliegen. Hier muss eine weitere Abwägung hinsichtlich der Eignung erfolgen.

Benachteiligte Flächen, also Flächen, die bei einer landwirtschaftlichen Nutzung einen unterdurchschnittlichen Ertrag bringen, sind mit nur 0,33 ha vernachlässigbar. In Tabelle 4-4 sind die von der LUBW ermittelten Potenzialflächen für Freilandanlagen zusammengestellt.

Tabelle 4-4: Überblick über die von der LUBW aufgeführten Flächen für Freiland Photovoltaikanlagen

Flächentyp / Fläche [ha]	Summe	davon ohne Restriktion	davon in weicher Restriktionsfläche
Randstreifen	19,14	3,75	15,39
Grünland	0,03	0	0,03
Ackerland	0,3	0	0,3

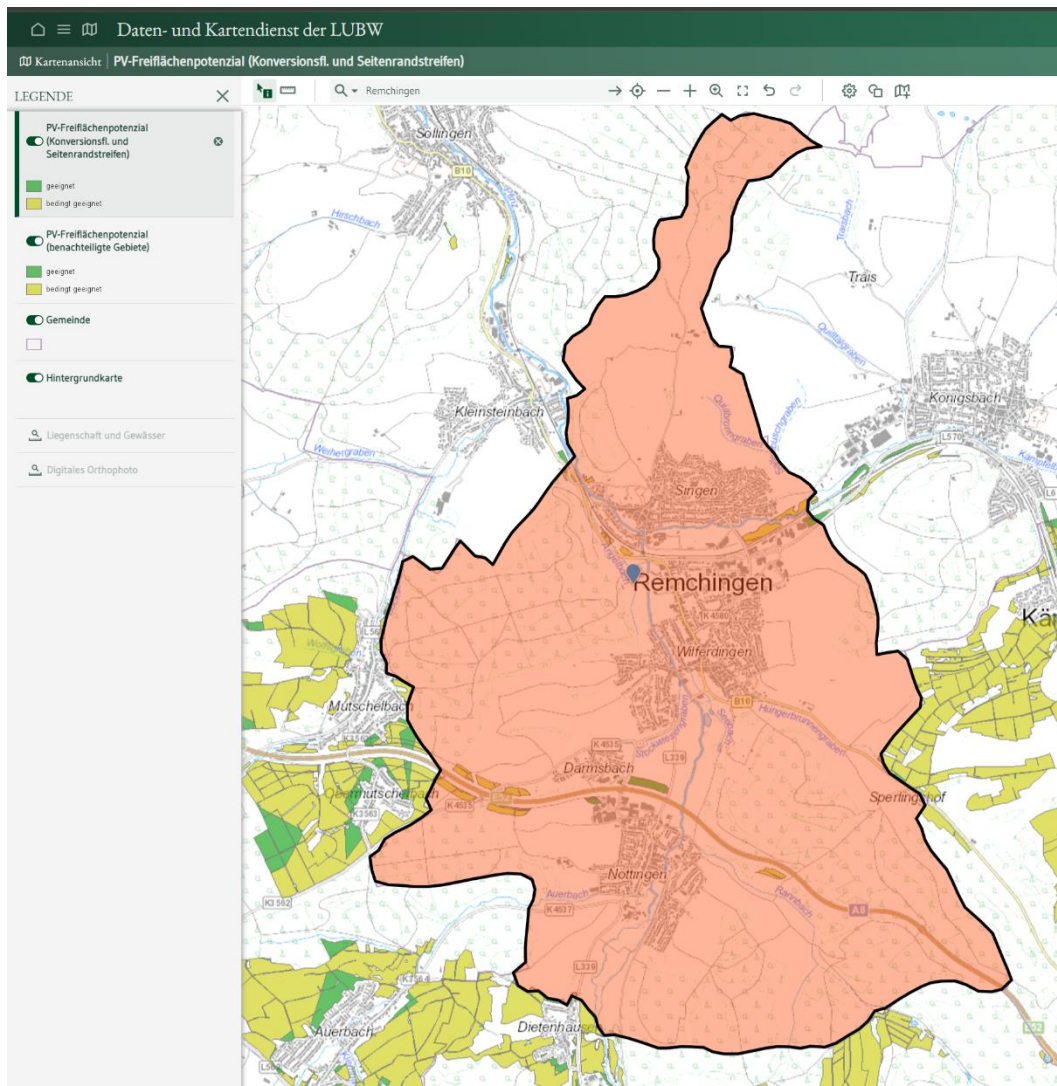


Abbildung 4-6: PV-Freiflächenpotenziale nach Energieatlas-BW (grün: geeignete Flächen, gelb: bedingt geeignete Flächen, Quelle: www.energieatlas-bw.de)

Welche Anteile der in Tabelle 4-4 angeführten Freiflächenpotenziale in den nächsten 16 Jahren tatsächlich zusätzlich für eine PV-Nutzung ausgewiesen werden, ist aktuell schwer einzuschätzen, zumal sich die Nutzung von Seitenrandstreifen oft aufgrund komplizierter Eigentumsverhältnisse oder weitere Auflagen durch die Autobahngesellschaft oder die Bahn schwierig gestaltet. Bei der in Kapitel 4.4 ausgeführten Potenzialabschätzungen, wurde davon ausgegangen, dass die Flächen ohne Restriktionen für Freiflächenanlagen erschlossen wird.

4.3.2.2 Wind

Nach einer ersten Einschätzung, die der Energieatlas wiedergibt, sind in Remchingen geeignete Flächen für 8 Windkraftanlagen vorhanden. Hinzu kommen Potenziale für 12 weitere Anlagen auf bedingt geeigneten Flächen. Viele der im Energieatlas als geeignet gekennzeichneten Flächen sind allerdings im Teilflächennutzungsplan der Region Nordschwarzwald nicht als Suchraum angeführt. Überschneidungen gibt es lediglich bei der Fläche WE4, die in Abbildung 4-7 orange dargestellt ist. Diese liegt westlich von Wilferdingen und hat

eine Fläche von ca. 50 ha. In der Potenzialabschätzung des Kapitels 4.4 wurden drei Windkraftanlagen als möglich angenommen.

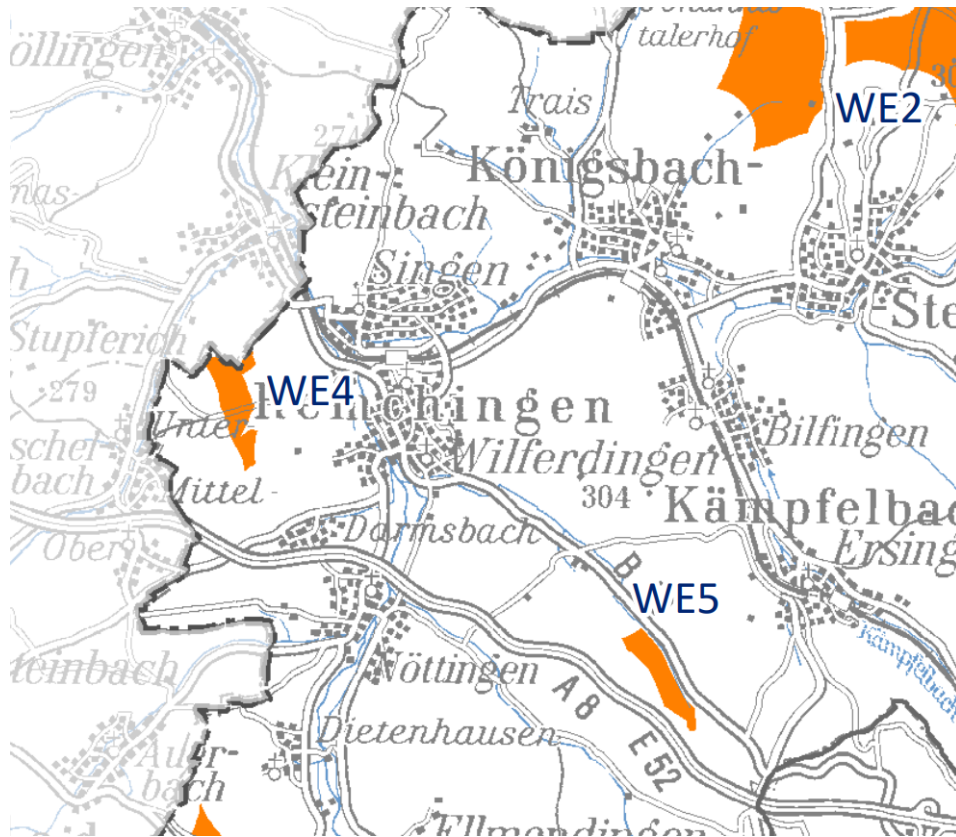


Abbildung 4-7: Suchräume für Standorte von Windkraftanlagen (Quelle: Teilflächennutzungsplan Windenergie der Region Nordschwarzwald)

4.3.2.3 Biomasse

Etwa 40 % der Gemarkungsfläche werden landwirtschaftlich genutzt. Dabei überwiegt mit ca. 65 % das Ackerland. Bei den verbleibenden Anteilen handelt es sich um sogenanntes Dauergrünland. Laut Angaben des statistischen Landesamtes werden 599 ha als Ackerland genutzt. Für den Betrieb einer Biogasanlage mit einer Leistung von 500 kW wird nach der Datenbank der Firma Bioreact aus Troisdorf [16] eine Fläche von ca. 225 ha benötigt. Die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) ging in ihren bisherigen Veröffentlichungen davon aus, dass es ohne Engpässe in der Lebensmittelversorgung möglich ist, im Jahr 2020 etwa 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für Energiepflanzen zu nutzen [17]. Werden diese Annahmen zugrunde gelegt, ergibt sich in Remchingen ein rechnerisches Potenzial von 120 kW. Da bisher keine Anlagen in Betrieb sind, ist nicht davon auszugehen, dass es in den nächsten Jahren zu einem nennenswerten Zubau an Biogasanlagen kommen wird. Möglicherweise bietet sich noch die Gelegenheit, Hofanlagen von 50 kW bis maximal 100 kW elektrischer Leistung in Verbindung mit Nahwärmenetzen zu etablieren. Zumal eine solche Versorgung vor dem Hintergrund der angestrebten Regelungen zum Heizungstausch im Gebäudebestand sehr interessant werden könnte. Bisher gibt es in diesem Bereich allerdings keine Interessensbekundungen oder Voranfragen.

Die energetische Verwertung des über die Biotonne eingesammelten Materials ist aufgrund der heterogenen Struktur der Biomasse und weil trotz der energetischen Nutzung Kompost als wertvoller Rohstoff erhalten

bleiben soll, komplexer als bei landwirtschaftlicher Biomasse. Im Enzkreis erfolgt die Entsorgung dieser Fraktionen über eine zentrale Biogasanlage. Die holzigen Biomasseanteile werden über Holzheizkraftwerke der Region zur Energiegewinnung genutzt.

4.3.2.4 Wasserkraft

Für Remchingen ist derzeit ein Wasserkraftwerk gelistet. Dieses liegt in der Ausleitung des Mühlgrabens in Nöttingen. Die Anlage hat eine Leistung von 27 kW. Die erzeugte Energiemenge lag in der Spitze bei 85 MWh (2016). Der Mittelwert der Jahre 2014 bis 2022 beträgt 62,7 MWh. Dieser Wert wurde aber in den jüngeren Jahren nicht erreicht. Ein weiteres Kraftwerk gleicher Größenordnung lag in Singen, beim Zusammenfluss von Pfinz und Kämpfelbach. Diese Anlage ist aber stillgelegt. Vor diesem Hintergrund ist nicht davon auszugehen, dass in den Folgejahren eine Steigerung der Wasserkraftnutzung erfolgen wird.

4.4 Energiebedarf und Erzeugungsmöglichkeiten

Im Folgenden werden die Entwicklungsmöglichkeiten bei der Erzeugung dem bestehenden bzw. dem abgeschätzten Bedarf gegenübergestellt. Dabei dient das Kapitel 4.4.1 mit dem Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch lediglich der Einordnung. Wie im Abschnitt 4.2 ausgeführt, muss für eine CO₂-freie oder zumindest CO₂-neutrale Versorgung ein Umbau des Versorgungssystems erfolgen. Alle fossilen Brennstoffe sind durch regenerativ erzeugte Ersatzstoffe oder durch alternative Technologien auf Basis elektrischer Prozesse zu ersetzen. Konkret gemeint sind damit die Erzeugung von Wasserstoff oder e-fuels bzw. der direkte Einsatz von Strom zum Antrieb von Wärmepumpen oder Fahrzeugen. Da auch die Erzeugung der regenerativen Brennstoffe letztendlich auf den Einsatz von Strom zurückgeht, der aber mit einem Wirkungsgrad kleiner Eins umgewandelt wird, ergibt sich eine relativ breite Spanne für den Strombedarf. Wie die Verhältnisse im Sinne einer bilanziellen Autarkie regional für Remchingen aussehen, wird in Kapitel 4.4.2 ausgeführt. Wird die Betrachtung auf Deutschland ausgedehnt, steigt der Energiebedarf gerade in eher ländlich geprägten Regionen in der Regel an, da dann zum Beispiel auch energieintensive Branchen einzubeziehen sind. Die im Handbuch Klimaschutz genannten nationalen Bedarfe [18] werden im Kapitel 4.4.3 auf Remchingen umgelegt und den lokalen Erzeugungsmöglichkeiten gegenübergestellt.

4.4.1 Erzeugungspotenziale und aktueller Strombedarf

Werden die in den vorstehenden Kapiteln erläuterten Entwicklungen aufgegriffen und dem aktuellen Stromverbrauch gegenübergestellt, ergeben sich die in Abbildung 4-8 dargestellten Verhältnisse.

Demnach lag der Anteil der regenerativen Stromerzeugung am aktuellen Stromverbrauch im Jahr 2022 bei 13,2 %.

Das Szenario „Trend 2040“ geht von den folgenden Entwicklungen aus:

- Bei der Photovoltaik wird bis 2040 auf den Dächern ein Zubau realisiert, der den Zubau der letzten 15 Jahre (2009 bis 2023) entspricht. Dies ergibt in etwa eine zusätzliche Leistung von 9.600 kW_p, was nicht ganz zu einer Verdopplung der derzeit installierten Leistung führt.
- Die Freiflächen-PV bleibt mit einer Leistung von 609 kW_p konstant.
- Es werden keine Windkraftanlagen realisiert.
- Das BHKW am San-Biagio-Platani-Platz wird weiterhin mit Biogas betrieben.
- Bei der Wasserkraft bleiben die Energiemengen unverändert.

Bei diesem Szenario würde der auf der Gemarkung regenerativ erzeugte Strom, etwa 33 % des aktuellen Verbrauchs decken.

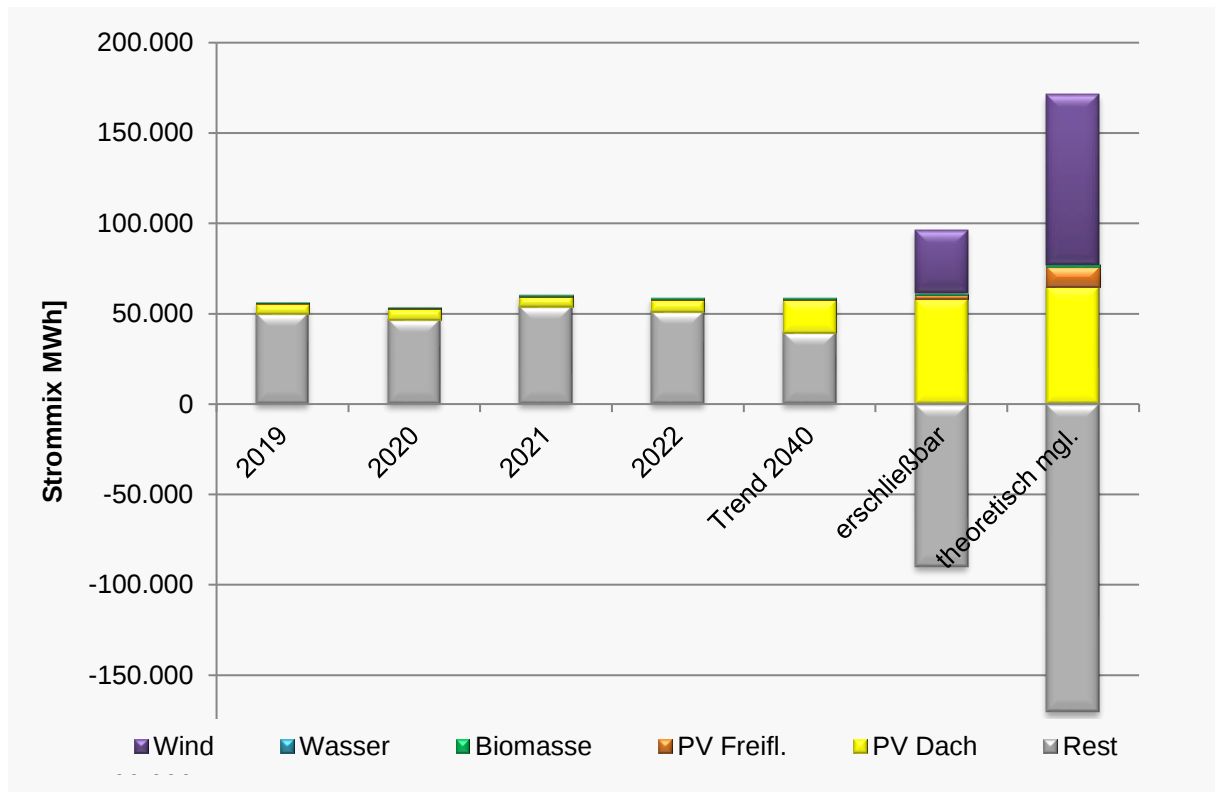


Abbildung 4-8: Bilanz und Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Remchingen in Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch.

Im Szenario „erschließbar“ werden folgende Annahmen getroffen:

- Die im Energieatlas ausgewiesenen Dachflächenpotenziale werden zu 90 % erschlossen¹⁰.
- Die Hälfte der nicht mit Restriktionen belegten Potenzialflächen werden für Freiflächen-PV-Anlagen genutzt.
- Es werden drei Windkraftanlagen realisiert.
- Das BHKW am San-Biagio-Platani-Platz wird weiterhin mit Biogas betrieben.
- Die Energieerzeugung aus Wasserkraft verändert sich nicht.

In Summe lässt sich so eine Erzeugung von knapp 96.490 MWh erreichen, was etwa dem 1,6-fachen des bisherigen Strombedarfs entspricht.

Im Szenario „theoretisch möglich“ werden alle potenziellen Dachflächen genutzt. Hinzu kommen acht Windkraftanlagen, welche laut Energieatlas auf den geeigneten Flächen untergertacht werden könnten, 120 kW Biomasse sowie PV-Freiflächenanlagen auf allen geeigneten und bedingt geeigneten Potenzialflächen. Die mögliche Erzeugung steigt damit auf rund 171.270 MWh jährlich an, was ungefähr dem 2,9-fachen des aktuellen Stromverbrauchs entspricht.

¹⁰ Die Minderung um 10 % ist als eine Art Sicherheitspuffer zu verstehen, der willkürlich festgelegt wurde.

4.4.2 Lokaler Energiebedarf

Zur Bestimmung des lokalen Energiebedarfs wurde, wie bereits erwähnt, vom dem Endenergieverbrauch ausgegangen, der sich bei einer verursacherbezogenen Berücksichtigung des Verkehrssektors ergibt. Damit beträgt der Strombedarf, bei der in Kapitel 4.2 ausgeführten Verschiebung von Heizwärme und Mobilität in Richtung einer regenerativen elektrischen Versorgung, gemäß Tabelle 4-3 135.547 MWh (Verbrauch aktuell, vollelektrisch). Wird der Verbrauch durch Verzicht, Effizienzsteigerungen und Gebäudesanierungen reduziert, sinkt der Bedarf auf 103.101 MWh (Verbrauch Klimaschutz, vollelektrisch). Würde dieser Energiebedarf nicht weitestgehend durch elektrische Prozesse, sondern durch eine Substitution der derzeitigen fossilen Brennstoffe durch Wasserstoff und e-fuels bereitgestellt, müssten 329.686 MWh an regenerativem Strom erzeugt werden. In Abbildung 4-9 ist dieser Bedarf den in Kapitel 4.4.1 angegebenen Erzeugungsszenarien gegenübergestellt. Demnach würde bei einer Fortsetzung der bisherigen Entwicklung (Erzeugung Trend) die lokal erzeugte Energiemenge in keinem Fall ausreichen, um den Bedarf zu decken. Die als möglich angenommene Erzeugung würde hingegen knapp ausreichen, um zumindest den Bedarf des vollelektrischen Klimaschutz-Szenarios zu decken. Bei der überwiegenden Nutzung von e-fuels und Wasserstoff wäre dagegen das 3,4-fache der als möglich eingeschätzten lokalen Erzeugung notwendig.

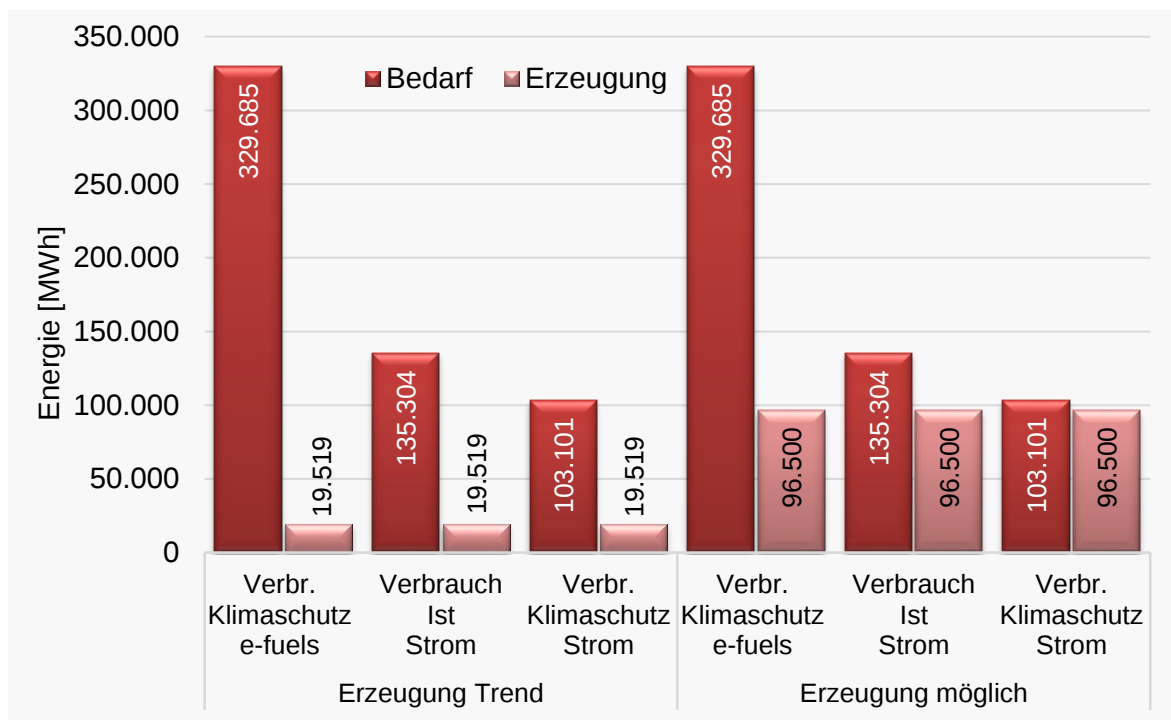


Abbildung 4-9: Gegenüberstellung von Erzeugungsmöglichkeiten und Bedarf in Remchingen für verschiedene Ausprägungen einer klimaneutralen Energiebereitstellung.

In Abbildung 4-10 ist die notwendige Stromerzeugung bei einem minimierten Verbrauch (Verbrauch Klimaschutz) für die beiden Extremszenarien (vollelektrisch und e-fuels) dem als möglich erachteten regenerativen Erzeugungspotenzial gegenübergestellt. Dabei wurden beim Verbrauch die Bereiche Strom direkt (gelb), Strom für die Bereitstellung von (Heiz)Wärme (rot) und Strom für den Verkehr (orange) unterschieden. Zur Erzeugung tragen primär die PV-Dach- sowie die Windkraftanlagen bei. Der dargestellte Anteil entspricht bei

den Dachflächen nahezu einem Vollausbau. Bei den PV-Freiflächenanlagen werden alle restriktionsfreien Flächen genutzt. Es kommen drei Windkraftanlagen zum Einsatz und die Beiträge aus Wasserkraft und Biogas bleiben konstant und sind marginal.

In der Summe entsprechen die abgebildeten Werte denen, die auch in Abbildung 4-9 dargestellt sind. Demnach fehlen beim optimierten Bedarf 6.600 MWh oder ca. 6,5 %, wenn ein elektrisch zentriertes Versorgungssystem realisiert wird. Werden dagegen primär fossile Brennstoffe durch regenerativ erzeugte Brennstoffe ersetzt, kann die lokale Erzeugung lediglich einen Deckungsbeitrag von ca. 29 % liefern.

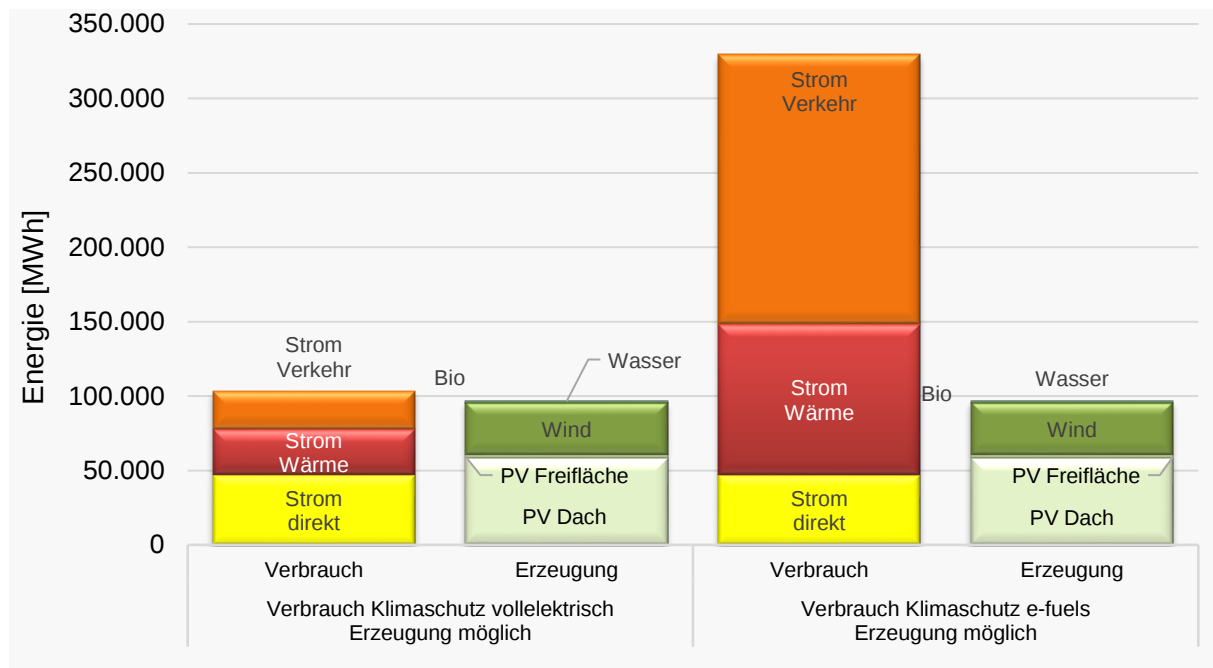


Abbildung 4-10: Gegenüberstellung der Erzeugungsmöglichkeiten und der Bedarfe bei unterschiedlich ausgeprägten klimaneutralen Versorgungssystemen.

4.4.3 Nationaler Energiebedarf

In Kapitel 4.4.2 wurde der regenerative Energiebedarf in Remchingen aus den derzeitigen lokalen Verbrauchsdaten abgeleitet. Auf nationaler Ebene kann sich der Bedarf allerdings substantiell unterscheiden. Wesentliche Punkte sind dabei die Schwerindustrie, die in Remchingen nicht ansässig ist, oder dicht besiedelte Ballungsräume, deren Versorgung auf regionaler Ebene nicht bilanziell autark aus regenerativen Quellen erfolgen kann.

Es gibt bereits etliche Studien darüber, auf welchem Weg und mit welcher Zielvorstellung die Energieversorgung der Industriegesellschaften umgebaut werden muss, damit eine Klimaneutralität erreicht werden kann. Im „Handbuch Klimaschutz“ haben die Autoren viele dieser Studien ausgewertet und dargestellt, was zu tun ist, damit Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann [18]. In Abbildung 4-11 sind diese Ergebnisse dem aktuellen Primärenergieverbrauch in Deutschland gegenübergestellt. Es wird dabei generell davon ausgegangen, dass in Deutschland regenerativer Strom in Höhe von etwa 1.200 TWh erzeugt werden kann. Die fehlende Energiemenge muss importiert werden. Im vollelektrischen Szenario (Wärmepumpen und elektrische Fahrzeuge) werden zirka 1.500 TWh benötigt. Im „BrennstoffszENARIO“ liegt der Wert doppelt so hoch und damit trotz aller Effizienzsteigerungen nur 20 % unter dem aktuellen Energieverbrauch. Der als „Mittelweg“ bezeichnete Bedarf wurde im Handbuch Klimaschutz als Zwischenweg ausgewiesen.

Werden diese Werte für das im Handbuch angesetzte Jahr 2038 zunächst einmal als gegeben angenommen, stellt sich die Frage nach der Verteilung auf die einzelnen Regionen in Deutschland. Dabei ist sicher anzunehmen, dass keine gleichmäßige Verteilung erfolgen kann. Regionen mit einem hohen Angebot an regenerativen Energien und einer niedrigen Bevölkerungsdichte werden mehr beitragen müssen als dicht besiedelte städtische Bereiche. Hinzu kommen auch die Windparks auf See (Off-Shore). Da ein „korrekter“ Verteilungsschlüssel bisher nicht ausdiskutiert ist, wird hier ein genereller Ansatz gewählt, um aufzuzeigen, welche Anforderungen sich an die regenerative Erzeugung in Remchingen ergeben könnten. Als Verteilungsschlüssel wird zum einen die Einwohnerzahl und zum anderen der Anteil der Gemarkungsfläche an der Fläche Deutschlands herangezogen.

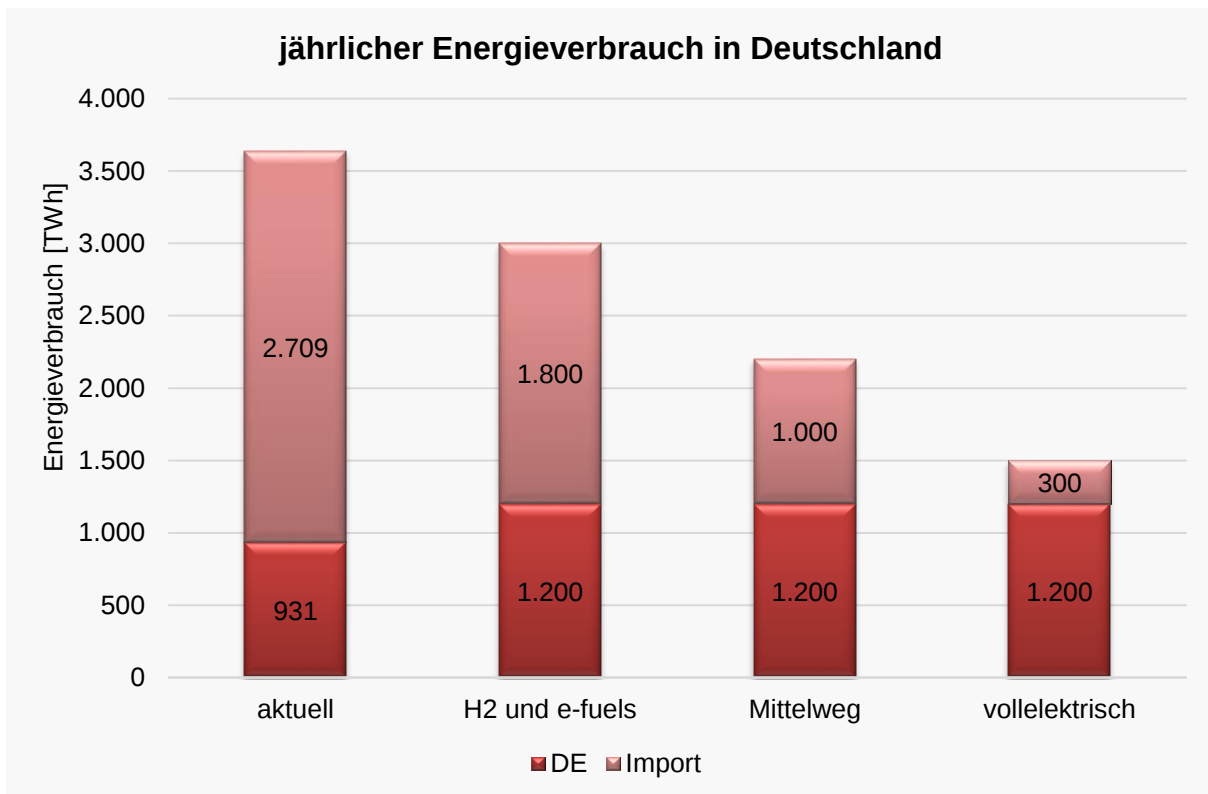


Abbildung 4-11: jährlicher Primärenergieverbrauch in Deutschland; aktuell und klimaneutral bei verschieden ausgeprägten Versorgungssystemen.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 4-12 und Abbildung 4-13 dargestellt. Wird der Bedarf über die Fläche umgelegt ergeben sich bei vollelektrischem System rund 101.000 MWh, die in Remchingen bereitgestellt werden müssten. Wird der nationale Bedarf anhand der Einwohnerzahl umgelegt, steigen die Anforderungen für Remchingen auf etwas mehr als das Doppelte und damit auf rund 211.000 MWh. Mittelweg und die brennstoffzentrierte Lösung führen zwangsläufig zu jeweils höheren Bedarfswerten. Die Aufteilung über die Fläche führt damit in etwa zu den in Kapitel 4.4.2 dargestellten Ergebnissen der regionalen Betrachtung. Die derzeit erkennbaren Erzeugungspotenziale, die sich auf ca. 96.000 MWh belaufen, reichen dann sehr knapp, um den nationalen Bedarf zu decken. Erfolgt die Aufteilung über die Einwohnerzahl, macht sich die hohe Einwohnerdichte in Remchingen deutlich bemerkbar. Die als möglich erachtete regionale Erzeugung erreicht nur eine lokale Deckung von 46 %.

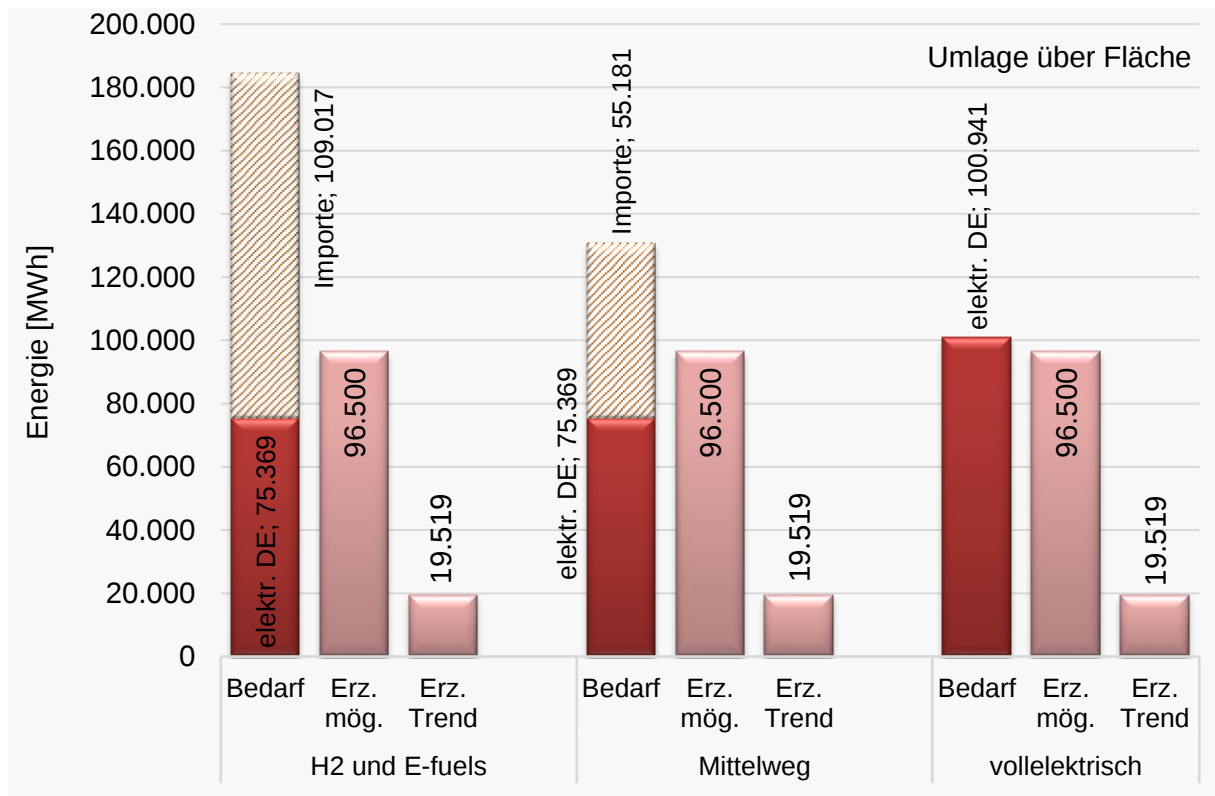


Abbildung 4-12: Gegenüberstellung des nach der Fläche aufgeteilten nationalen Bedarfs und den in Remchingen als möglich erachteten Erzeugungsmöglichkeiten.

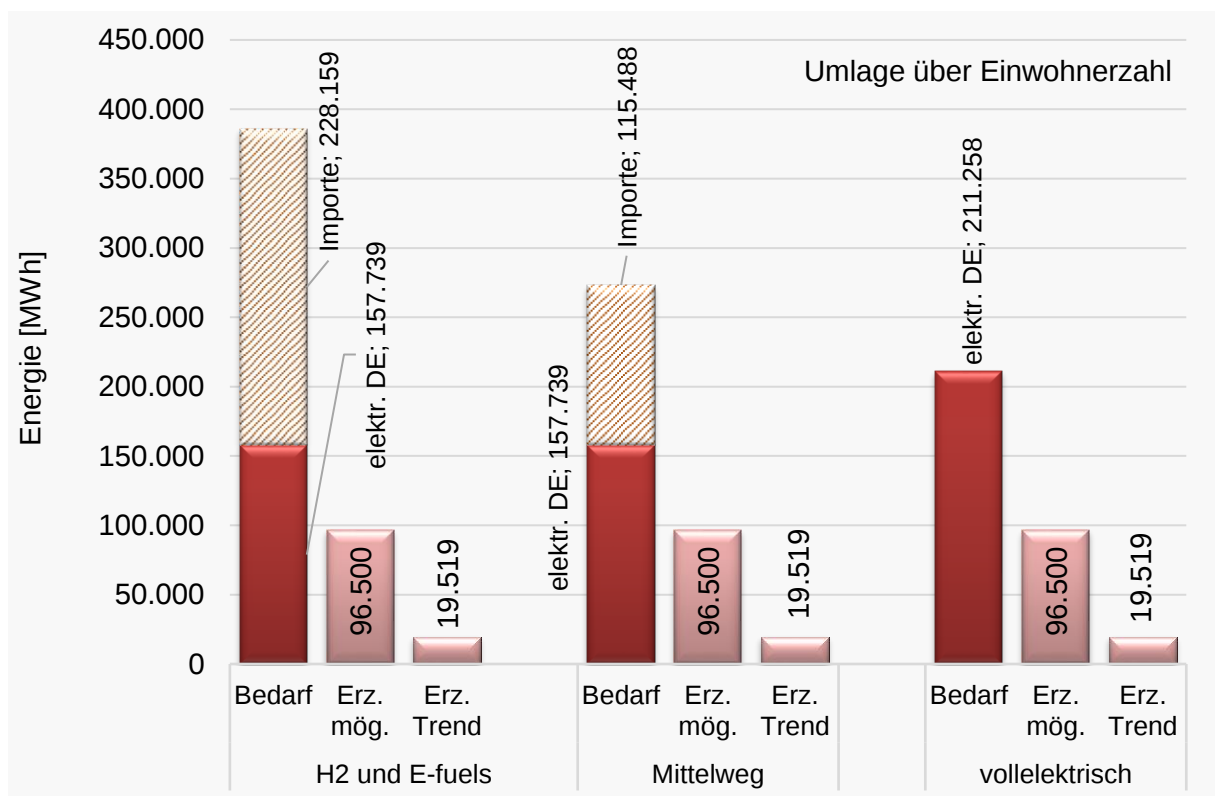


Abbildung 4-13: Gegenüberstellung des nach der Einwohnerzahl aufgeteilten nationalen Bedarfs und den in Remchingen als möglich erachteten Erzeugungsmöglichkeiten.

4.4.4 Einordnung der Ergebnisse

Die in den vorstehenden Kapiteln dargestellten Daten und Gegenüberstellungen machen klar, dass die in Remchingen derzeit als erschließbar eingestuften Erzeugungspotenziale nur ausreichen werden, wenn ein vollelektrisches System mit einer möglichst effizienten Betriebsweise kombiniert wird. Dann reichen die lokalen Ressourcen nahezu aus, um den ausschließlich lokal ermittelten Bedarf (Kapitel 4.4.2) oder den über die Gemeindefläche umgelegten nationalen Bedarf (Abbildung 4-12) zu decken. Wird die Einwohnerzahlen als Umlageschlüssel für den nationalen Bedarf verwendet lässt sich über die lokalen Potenziale lediglich eine Deckung von knapp 50 % erreicht. Dies bedeutet, dass ohne die Windkraftanlagen eine lokale Deckung des Bedarfs sicher nicht realisierbar ist und dass die Erschließung der lokale Erzeugungspotenziale nach Möglichkeit in größerem Umfang als hier angenommen erfolgen sollte. Dies dürfte allerdings problematisch sein. Es sind zwar noch Flächen für Freiland-PV-Anlagen mit weichen Restriktionen vorhanden, diese würden aber auch bei einer vollständigen Erschließung mit maximal 10.000 MWh jährlich zur regenerativen Erzeugung beitragen.

Genauso entscheidend ist eine Minimierung des Verbrauchs über Suffizienz und Effizienzsteigerungen in Kombination mit einer möglichst effizienten Deckung des verbleibenden Bedarfs. Möglicherweise lassen sich über industrieller Abwärme oder das geothermische Potenzial weitere klimaneutrale Energiequellen erschließen. In diesem Zusammenhang könnte eine detaillierte Wärmeplanung genaueren Aufschluss über die Höhe und die Erschließbarkeit dieser Potenziale geben.

Sicherlich ist bei der Lektüre des Kapitels 4 aufgefallen, dass die in der aktuellen Endenergiebilanz ausgewiesenen Energiemengen aus regenerativen Quellen (EEQ; Tabelle 3-2) nicht in den erläuterten Szenarien einer klimaneutralen Versorgung berücksichtigt wurden. Das liegt zum einen daran, dass die Verbrennung von Holz nur insoweit klimaneutral ist, als dass die bei der Verbrennung freigesetzten Treibhausgase beim Nachwachsen des Brennstoffs wieder gebunden werden und dieser Prozess in der Regel etliche Jahrzehnte benötigt. Zum anderen sollte die Verbrennung von Holz mit Bedacht erfolgen, da es sich um einen wertvollen Rohstoff handelt, der nachhaltig bewirtschaftet werden muss. Zu guter Letzt ist davon auszugehen, dass wegen der Emissionen aus Landwirtschaft und Produktion zusätzliche CO₂-Senken notwendig sind, um eine echte Klimaneutralität zu erreichen. Hierbei können dann die nicht mehr energetisch genutzten Waldanteile helfen.

5 Beratungsprozess

Der Einstieg in den Beratungsprozess erfolgte über das Ausfüllen von zur Verfügung gestellten Fragebögen und Excel-Tabellen durch die Gemeindeverwaltung Remchingens. Dadurch wurden die Startpunkte für die Beratung in folgenden Bereichen definiert:

Übersicht über die bewirtschafteten Liegenschaften und deren Verbrauchswerte,

- Verbrauchswerte des Fuhrparks,
- aktuelle Beschlusslagen und Projekte des Gemeinderates,
- bisherige und anstehende Maßnahmen in Sachen Klimaschutz,
- Schwerpunktsetzungen seitens der Verwaltung,
- privates und unternehmerisches Engagement in der Gemeinde Remchingen.

Bereits zu Beginn des Beratungsprozesses wurde deutlich, dass die Gemeinde Remchingen nicht über ausreichende Personalkapazitäten verfügt, um das Thema Klimaschutz vollumfänglich innerhalb der Verwaltung sowie im Gemeindegebiet zu betreuen. Die Möglichkeiten sich Personal seitens des Landes Baden-Württemberg oder des Bundes fördern zu lassen, war daher von Anfang an Bestandteil der Beratung.

5.1 Laufende Aktivitäten

In der Vergangenheit hat die Gemeinde den Klimaschutzpakt des Landes Baden-Württembergs unterzeichnet sowie unter anderem CO2 Bilanzen erstellen lassen und an der Thermografieaktion teilgenommen. Die Einstiegs- und Orientierungsberatung soll es der Gemeinde Remchingen ermöglichen, sich dem Thema Klimaschutz strukturiert zu widmen.

5.2 Öffentliche Veranstaltungen – Bürgerveranstaltung

Mit zwei öffentlichen Veranstaltungen wurden die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde Remchingen in den Beratungsprozess einbezogen. Die Bevölkerung hatte hierbei die Gelegenheit inhaltliche Anregungen zu geben und Vorschläge für eine mögliche Schwerpunktsetzung hinsichtlich der Maßnahmenwahl zu machen.

Die erste Bürgerveranstaltung fand am 13. Februar 2023 im Veranstaltungssaal des Rathauses Remchingen/Wilferdingen statt. Rund 100 Bürger/innen folgten dabei der Veranstaltungseinladung, welche im Gemeindeblatt, der lokalen Presse und auf der Homepage der Gemeinde Remchingen veröffentlicht worden war.

Die Bürgerveranstaltung gliederte sich im Wesentlichen dabei in drei Teile:

- Check-In,
- Informationsvermittlung und Impulse,
- Ideensammlung für den Maßnahmenkatalog.

Mit Betreten des Veranstaltungssaals begann für die Bürger/innen die **Check-In-Phase**. Im Eingangsbereich waren Plakate mit Fragen aufgehängt, welche die Teilnehmer/innen mit Hilfe von Klebepunkten beantworten konnten. Sinn und Zweck der Fragen war es, die Veranstaltungsteilnehmer/innen für das Thema Klimaschutz

zu sensibilisieren und diese miteinander ins Gespräch zu bringen. Abbildung 5-1 zeigt exemplarisch die Antworten auf eine der gestellten Fragen.

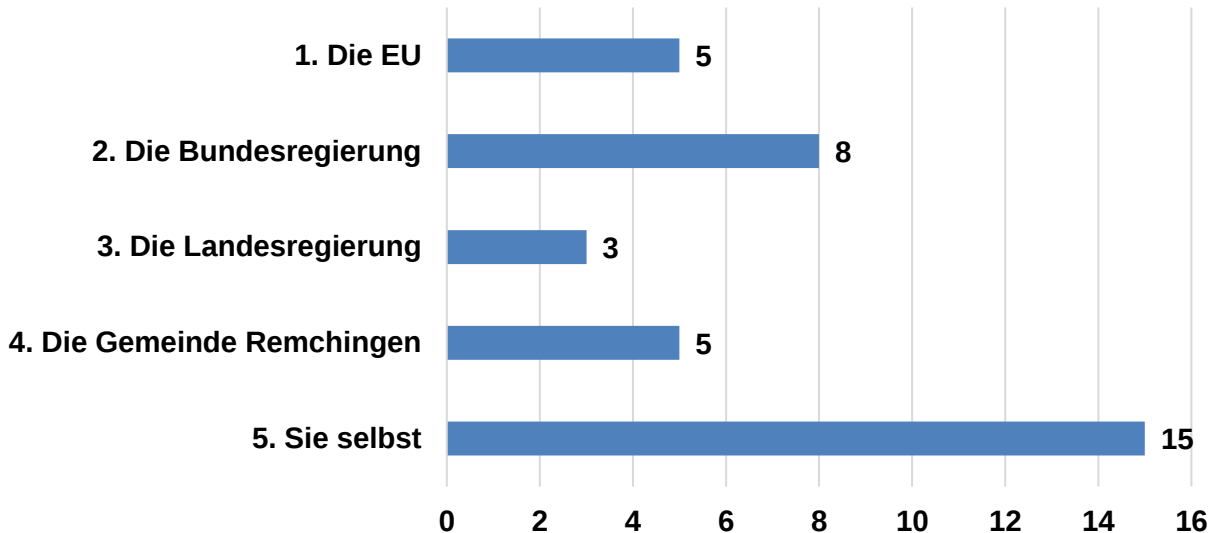


Abbildung 5-1: Wer kann den größten Beitrag zum Klimaschutz leisten?

Bei der Bürgerveranstaltung standen die Zahlen zum Status quo in Sachen Klimaschutz im Vordergrund. Bei der **Informationsvermittlung** wurden den Bürger/innen die Ergebnisse der CO₂- und Energiebilanz für das Jahr 2019 (neuere Daten waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht verfügbar) vorgestellt. Darüber hinaus wurde auch auf strukturelle Aspekte wie zum Beispiel Größe und Alter der Wohnungen oder die Fahrzeugdichte eingegangen. In einem **Impulsvortrag** wurde zudem der durchschnittliche CO₂-Fußabdruck eines Bundesbürgers vorgestellt und wie sich dieser aus den Bestandteilen Ernährung, Konsum, Mobilität, Strom etc. zusammensetzt. Bestandteil des Impulsvortrags war es dabei auch, für CO₂-Einsparmöglichkeiten zu sensibilisieren.

Im Anschluss galt es im Dialog mit den Bürger*innen **Ideen für den Maßnahmenkatalog zu sammeln**. Das Einsammeln der Ideen wurde dabei mit folgenden Leitfragen strukturiert:

- Was kann jede/r Einzelne zur CO₂-Reduktion beitragen?
- Welche Maßnahmen sind Ihnen heute schon wichtig?
- Wo sehen Sie Schwerpunkte für die Maßnahmenableitung?

Die Vorschläge wurden von den Anwesenden auf Moderationskarten notiert und den Fragestellungen zugeordnet. Die Ergebnisse sind im Folgenden in bildlicher Form sowie als Abschrift angeführt.

Energieverbrauch reduzieren (2x)

nachts waschen (Strompeak vermeiden)

Wäsche aufhängen

kein Wäschetrockner, kein Laubbläser

Ernährung:

weniger Fleisch / Milchprodukte (5x)

bio (vegane) Lebensmittel

selber Kochen (ohne Convenience-Food)

Essen ohne Torausbeutung

Konsum:

Billigkleidung vermeiden

Verpackung jeder Art vermeiden

weniger Konsum (3x)

regional einkaufen, saisonal einkaufen

vegane, bio Kleidung kaufen

weniger streamen

Second Hand Bekleidung

weniger billige Kleidung (dafür länger tragen)

Elektrogeräte länger nutzen

Schnittblumen aus Massenproduktion vermeiden

Fleisch zu "Ramschpreisen" liegen lassen

Lebensmittel einsparen

Lebensgestaltung:

Urlaub auf Balkonia

mehr gemeinsam statt individuell gestalten

Mobilität:

mehr & sichere Radwege / Radschnellwege (2x)

sich zu Fuß oder Rad fortbewegen (3x)

Fahrgemeinschaften bilden

Fern-Reisen senken

mehr mit dem Fahrrad fahren (3x)

weniger KfZ-Kilometer + E-Auto

weniger Flugreisen (3x)

aufs Auto verzichten

Reisen mit Flugzeug & Schiff viel teurer damit weniger reisen

Autofahren reduzieren (2x)

Mobilität reduzieren

Ausbau ÖPNV

Natur:

mehr Freiräume (Biotope)

kein weiterer Flächenverbrauch (Natur) für Bau und Industrie, da Acker, Wiesen und Wald für den Naturhaushalt (Wasserspeicher, CO₂-Bindung, Verringerung der Erwärmung)

Insektenfreundlicher Garten (1x mähen im September)

ohne CO₂ kein Leben! Je mehr desto besser

Leitfrage 2: Welche Maßnahmen sind Ihnen heute schon wichtig?

**Energieerzeugung:**

Solarparks/ Windparks errichten und Bürger daran beteiligen

Balkonsolaranlagen: statt 600 auf 800 W, Einspeisevergütung oder Zählerrücklauf

Anträge von "Müll" befreien – Energiesteckvorrichtung vom Netzbetreiber gefordert
→ keine Vergütung

auf Rathaus Solaranlage

Aufstellung Windkraft

Anreize zu PV: z. B. Nutzen von privaten Flächen, komm. Freiflächen (Parkplätze)

Solaranlagen entlang von Autobahnen, auf Parkplätzen etc.

Solarförderung (2x)

Biogaskraftwerk

Fernwärme

Gemeinde-Förderprogramme

MwSt. entfällt auf PV, aber wird "aufgefressen" durch Preissteigerung → Nachweise für

Preissteigerung, so hat nur der Hersteller etwas davon und es gibt keine PV-Anlage mehr.

neue Technologien zulassen

Dachflächen nutzen

PV auf allen Gebäuden ermöglichen

Mehr PV-Anlagen z. B. Balkonanlage geht zu 85 % genehmigungsfrei und wird von einigen Gemeinden gefördert

Energienutzung:

weniger Strom verbrauchen (2x)

Wasser sparen

Beleuchtung in der Nacht ausschalten v. a. Fuß-, Radwege und Straßenbeleuchtung

unnötige überdimensionel Gebäude vermeiden, z. B. Verwaltungsgebäude zweckgebunden bauen

kleineres Rathaus

Siedlung mit Tiny-Häusern

Infos zu Energiesparmöglichkeiten bei Zuzug / Hauskauf (proaktiv von Gemeinde)

Geräte mit höherer Energieeffizienz
→ Entwicklung

Wäsche an der Luft trocknen

Konsum:

"weniger und gut ist mehr" Motto beim Einkaufen

Lebensgestaltung:

keinen Zwang ausüben

Diese irrsinnige Politik nicht mitzutragen

offener Diskurs

Propaganda erkennen, Statistik verstehen, eigene Wahrnehmung ernst nehmen

Mobilität:

Fahrradmobilität fördern (Fahrradstraße, Vorrang Radwege, Fahrradstreifen, bessere Abstellmöglichkeit)

PKW-Kilometer runter, Rad / ÖPNV rauf

besserer Zugang zum Bahnsteig für Fahrräder und Kinderwagen

Tempolimit Autobahn 120 km/h

Ausbau Radnetze und attraktivere Radnutzung (3x)

Ausbau Ladeinfrastruktur

günstige ÖPNV-Tarife

gute Radwege bauen / Wanderwege ausbauen mit guter Beschilderung

Kinder nicht per Autotaxi befördern

Natur:

Hecken und Gebüsche stehen lassen

weniger Flächenversiegelung

weniger neue Gewerbegebiete im Flächennutzungsplan, da hoher Energieverbrauch

auf Gmündewiesen Obstbäume pflanzen → Streuobstwiese

Dach- und Wandbegrünung

weniger Flächenverbrauch bei Neuerschließung

Grünflächen nicht versiegeln (bei Häusern)

eigenen Garten bewirtschaften



Energieerzeugung:

PV-Anlagen auf alle Industriegebäude vor
Windkraft

finanzielle, kommunale Unterstützung für
Heizungssanierung im privaten Bereich

Windrad für eigenen Verbrauch bauen → Ziel:
autarke Gemeinde werden (bspw. Ascha
(Bayern))

Photovoltaikanlagen großflächig auf Gemeindeboden

Wasserstoff aus PV-Anlage

Bürokratismus bei alternativen Energien abbauen

PV-Anlagen

regionale Stromerzeugung (Gemeindegut)

Windräder (4x)

"kleine" Lösungen fördern z. B. Balkonkraftwerke

PV-Förderung im Ort, Windkraft vor Ort
energetische Sanierungen fördern

Energie vom Sommer in den Winter speichern
(Wärme & Energie)

Biogasanlagen

Beteiligungsprogramme Solar, Wind,
Stromspeicher

Gemeinde wird Energieversorger → Wild-
poldsried

Windkraft ist keine Lösung, da diese
Sondermüll produziert und Kosten (100.000 € /
WKA)

Balkonsolaranlagen

Dekarbonisierung bei Energieversorgung

Energienutzung:

Wohnflächen in die Höhen planen

Wohngemeinschaftsanlagen planen

keine privaten Schwimmbäder genehmigen

Neukauf von kleineren Autos

Heizung reduzieren

Bau von kleinen Häusern z. B. in den großen
Gartenflächen zulassen

energetisch sanieren

LED-Beleuchtung

alte E-Geräte austauschen

Strom sparen

Ernährung:

Ernährungsumstellung: fleischarm, regional,
saisonal

Gesetzliche Regelungen:

keine Zeit & kein Geld für Klimakonferenzen
vertun

das Framing verstehen

gesetzliche Anreize

Dekarbonisierung von Kapitalanlagen

Gemeinde muss das Thema vorrangig
behandeln und bei allen Entscheidungen
mitdenken. Was ist ihr Konzept?

Werner Kirstein Klimawandel – Realität?
Irrtum? Oder Lüge?

Verschieden Perspektiven einnehmen

Konsum

regional, saisonal versorgen (2x)

regionale Lieferketten fördern

umsichtig Lebensmittel einkaufen, kein
Überfluss

Kleidungskauf reduzieren (2x)

Kleidung reparieren nicht ständig neue kaufen

Lebensgestaltung

Vernetzung von Organisationen, Vereinen zum
Thema Nachhaltigkeit

Kindererziehung Vorbild: Kochen mit der
Familie; regionale Lebensmittel verbrauchen,
keine Erdbeeren / Kirschen etc. im Winter

Die Klimaänderung ist Fakt → Schwerpunkt auf
persönliches Umfeld – naturnaher Garten
(Biodiversität)

Mobilität:

Geschwindigkeitsbegrenzung

besser ausgebauter ÖPNV, damit Privat-PKW-
Verkehr reduziert werden kann: Busver-
bindungen zwischen Orten in der Gemeinde
ausbauen, damit Senioren zum Arzt &
Einkaufen selbst mit dem ÖPNV fahren können,
außerdem soll der letzte Kilometer überbrückt
werden

öfter mit dem Rad fahren

Dekarbonisierung bei Mobilität

kein SUV, kein Porsche

Tempo 130 (2x)

keine Flugreise

Natur:

Bäume pflanzen

den Wald nachhaltig bewirtschaften (nicht so
wie zur Zeit)

Vorgärten ohne Steinwüste

6 Klimaschutzmaßnahmen

Die Kommune Remchingen realisiert bereits seit Jahren Klimaschutzprojekte. Die Motivation lässt sich vielleicht vereinfacht mit dem Motto: „besser individuelle Maßnahmen umsetzen, als Konzepte erstellen und Prinzipielles diskutieren“, beschreiben. Aufgrund der Vielfalt der Maßnahmen werden diese im Kapitel 6.1 nur stichwortartig und ohne Anspruch auf Vollständigkeit gelistet. Das Kapitel 6.2 geht dann auf Maßnahmen ein, die im Verlauf des Beratungsprozesses angestoßen oder auch abgeschlossen wurden¹¹.

Anmerkungen und Hinweise zum weiteren Vorgehen werden ebenso wie die Kurzfassung des über die im Kapitel 5 beschriebenen Veranstaltungen entwickelten Maßnahmenkatalogs im Kapitel 6.3 zusammengefasst. Eine ausführliche Beschreibung der Maßnahmen wurde, um die Lesbarkeit des Dokuments zu erhalten in einen Anhang (Kapitel 11.1) ausgelagert.

6.1 Bisherige Maßnahmen

- Unterschreiben des Klimaschutzpakts BW
- Beauftragung Energie- und CO2 Bilanz für das Gemeindegebiet
- Verkehrsberatung Wi-Ost, Untersuchungsgebiet
- Umstellung auf nachhaltiges Verbrauchspapier in Rathaus, Schulen und Kindergärten
- Installation von Photovoltaikanlagen auf mehreren kommunalen Liegenschaften. In der Bergschule wurde zusätzlich eine Anzeige angebracht, auf der die aktuelle Leistung und der Energieertrag der Photovoltaikanlage angezeigt wird
- E-Carsharing, Stadtmobil, Sammeltaxi
-

6.2 Aktuelle Maßnahmen

- Fortschreibung bestehendes Radwegekonzept
- E-Bike Ladestationen
- Neubau kombinierter Radweg Dajasstr. (ca. 200 m)
- Erhebung von Potenzialen für Windkraftanlagen
- Erhebung von Potenzialen für Photovoltaikanlagen auf den Parkplätzen:
 - Kulturhalle
 - Freibad
 - Sportanlage Nöttingen
 - Narrenplätzle

¹¹ Da zwischen Maßnahmenbeschluss, Maßnahmenumsetzung und -fertigstellung immer ein gewisser Zeitraum liegt, ist die Abgrenzung zwischen Kapitel 6.1 und Kapitel 6.2 zeitlich fließend und zum Teil subjektiv, zumal es Maßnahmen gibt, die aufgrund geänderter Rahmenbedingungen oder unterschiedlicher Projektphasen verlängert oder neu angestoßen werden müssen.

6.3 Maßnahmenkatalog

Tabelle 6-1: Übersicht über den Maßnahmenkatalog für die Kommune Remchingen

1.	Rahmenbedingungen
Nr.	Titel
1.1	Klimawirkung als Kriterium in GR-Vorlagen
1.2	Energieeffizienz und Klimawirkung als Beschaffungskriterium
1.3	Personalausstattung der Verwaltung

2.	Flächen
Nr.	Titel
2.1	Kommunale Entwicklung
2.2	Kommunale Wärmeplanung
2.3	Windkraft
2.4	Photovoltaik auf Parkplätzen

3.	Gebäude
Nr.	Titel
3.1	Energetische Vorgaben für eigene Gebäude
3.2	Kommunales Energiemanagement
3.3	Eigenversorgung der Liegenschaften und Anlagen mit erneuerbaren Energien
3.4	Sanierungsfahrpläne
3.5	Umstellung Fuhrpark und Arbeitsgeräte

4.	Bürgerschaft
Nr.	Titel
4.1	Bürgergruppe
4.2	E-Carsharing
4.3	Fahrradgerechte Infrastruktur
4.4	ÖPNV
4.5	Projekte zur Bewusstseinsbildung in der Schule
4.6	Weiterführende Sensibilisierung der breiten Öffentlichkeit
4.7	Repair Café / Tauschbörse

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die pragmatische und situative Vorgehensweise der Kommune Remchingen hat dazu geführt, dass bereits in der Vergangenheit viele (Klimaschutz)Projekte umgesetzt wurden, die in anderen Kommunen heute erst diskutiert werden. Zu nennen sind zum Beispiel der sehr frühe Einstieg in das E-Car-Sharing oder die Freiflächen-PV-Anlage der Kommune auf der ehemaligen Bodendeponie. Diese Maßnahmen beziehen sich in der Regel auf den direkten Wirkungsbereich von Kommune und Verwaltung. Wie die Energie- und CO₂-Bilanz belegt, sind für eine umfassende Reduktion der Emissionen aber vor allem das verarbeitende Gewerbe und die privaten Haushalte anzusprechen und zu entsprechenden Maßnahmen zu motivieren (siehe z. B. Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2).

Eine Besonderheit stellt die Tatsache dar, dass es in Remchingen kaum Potenziale für PV-Freiflächen und nach der aktuellen Planung des Regionalverbands auch nur ein Gebiet mit Platz für ca. drei Windkraftanlagen gibt. Wie Abbildung 4-10 zeigt werden allerdings auch bei einer vollständigen Nutzung der Dachflächen und einer Minimierung des Verbrauchs die regionalen Erzeugungsmöglichkeiten nicht ausreichen, um den Bedarf zu decken. Hier ist Remchingen trotz der Lage im ländlichen Raum auf die „nationale Solidarität“ angewiesen.

Vor diesem Hintergrund orientieren sich die Vorschläge des Maßnahmenkatalogs vor allem daran, die notwendige Ansprache der nicht städtischen Akteure zu organisieren und durch konkrete Vorschläge zu unterstützen. Als erster Schritt wäre es wahrscheinlich schon hilfreich, die abgeschlossenen und laufenden Projekte kurz zu beschreiben und in Form eines (Jahres)Berichts zusammen mit festgelegten Zielsetzungen zu veröffentlichen. Des Weiteren sollten die bestehenden externen Beratungsangebote eingefordert, auf Remchingen zugeschnitten und in regelmäßigen Veranstaltungen präsentiert werden. Konkret gemeint sind damit zum Beispiel die Angebote der regionalen Energieagentur keep für die privaten Haushalte und die Beratungsleistungen der KEFF+-Stellen für Unternehmen und Gewerbetreibende. Sofern es gelingt ein entsprechendes Interesse zu wecken, wäre die Einrichtung einer Arbeitsgruppe Klimaschutz, welche die Verwaltung pro aktiv unterstützt, sicher hilfreich. Im Optimalfall arbeiten hier Mitglieder des Gemeinderates, Bürger*innen und Verwaltungsmitarbeiter*innen zusammen. Da die Verwaltung schlank aufgestellt ist und die Mitarbeiter*innen mit einer Fülle von Aufgaben betraut sind, ist die bereits beschlossene Bereitstellung zusätzlicher personeller Ressourcen, sehr zu begrüßen.

Bezüglich der eigenen Liegenschaften sind in Kapitel 6.1 einige abgeschlossene Sanierungen angeführt. Die im Rahmen der Beratung ermittelten Kennwerte, die für das Jahr 2022 in Abbildung 2-12 (Stromverbrauch) und in Abbildung 2-13 (Heizwärmebedarf) dargestellt sind, zeigen aber, dass auch bei den sanierten Gebäuden häufig lediglich mittlere, oft auch zu hohe Verbrauchswerte anzutreffen sind. Wie die Erfahrung auch in anderen Kommunen belegt, führt eine Sanierung allein oft nicht zu einem optimal niedrigen Energieverbrauch. Erst das Nachhalten der Veränderung und eine darauf basierende kontinuierliche Optimierung führen zum gewünschten Ergebnis. Hierzu ist ein kontinuierliches Energiemanagement zu empfehlen. Wie dies technisch realisiert wird, ist dabei nicht entscheidend. Wichtig ist aber, dass entsprechende Ressourcen zur Verfügung stehen, es also einen entsprechenden Kümmerer gibt.

Insgesamt zeigen die geführten Gespräche, die bereits erfolgten Entwicklungen und die aktuellen Planungen, dass die Kommune Remchingen im Rahmen ihrer Möglichkeiten intensiv dabei mithelfen wird, dass die Zielvorstellungen von Bund und Land Stück für Stück Realität werden. Richtschnur dabei bleibt das 1,5°-Ziel des Pariser Abkommens.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, „Wochenbericht 47,“ DIW Leserservice, Berlin, 2012.
- [2] S. Radke, „Verkehr in Zahlen,“ ab 2014 bis 2021 (mehrere Jahrgänge). [Online]. Available: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2021-2022-pdf.pdf?__blob=publicationFile. [Zugriff am 30.06.2022].
- [3] Thüringer Rechnungshof, „Kommunale Straßenbeleuchtung Bericht zur Querschnittsprüfung,“ Thüringer Rechnungshof, Rudolstadt, 2015.
- [4] ages GmbH, „Verbrauchskennwerte 2005,“ http://ages-gmbh.de/images/downloads_von_der_homepage/kennwerte/kw2005_inhalt_und_methode.pdf, Münster, 2007.
- [5] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, „ifeu,“ [Online]. Available: http://www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungsmethodik_IFEU_April_2014.pdf. [Zugriff am 2015.01.09].
- [6] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), „Klimaschutz in Kommunen,“ [Online]. Available: <https://leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/>. [Zugriff am 2020.11.17].
- [7] IWU, „Institut Wohnen und Umwelt,“ [Online]. Available: <https://www.iwu.de/fileadmin/tools/gradtagzahlen/Gradtagzahlen-Deutschland.xlsx>. [Zugriff am 2020.11.17].
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Energieeffizienz in Zahlen,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2018.html>. [Zugriff am 2020.09.16].
- [9] Arbeitsgemeinschaft der Energieeffizienz-Netzwerke Deutschland AGEEN, „Die Netzwerkidee,“ [Online]. Available: <https://www.ageen.org/index.php/die-netzwerkidee-de>. [Zugriff am 2020.09.16].
- [10] Stiftung Denkfabrik Klimaneutralität, „Stiftung-Klima.de,“ publicgarden GmbH, Berlin, [Online]. Available: <https://www.stiftung-klima.de/de/themen/klimaneutralitaet/>. [Zugriff am 2024.03.04].
- [11] ifeu, Fraunhofer, Öko-Institut, Hamburg Institut, ZSW, „www.zws-bw.de,“ [Online]. Available: https://www.zws-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Pressemitteilungen/2022/220624_Teilbericht_Sektorziele_BW.pdf. [Zugriff am 2022.09.05].
- [12] Geothermiezentrum Bochum, „Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes,“ 03.2010. [Online]. Available: http://www.geothermiezentrum.de/fileadmin/media/geothermiezentrum/Projekte/WP-Studie/Abschlussbericht_WP-

- Marktstudie_Mar2010.pdf. [Zugriff am 13 11 2012].
- [13] Stiftung Unternehmen Wald, „Wald.de,“ Rüdiger Kruse, [Online]. Available: <https://www.wald.de/rohstoff-holz/>. [Zugriff am 17 11 2020].
- [14] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, „Waldstrategie 2020,“ Referat 533, [Online]. Available: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Wald/waldstrategie-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4. [Zugriff am 13 11 2020].
- [15] H. Klimaschutz, „Handbuch-Klimaschutz Anlage 20,“ 03 09 2020. [Online]. Available: https://handbuch-klimaschutz.de/assets/pdf/Anlage-20_Flaechenbedarf-Photovoltaik.pdf. [Zugriff am 27 07 2023].
- [16] Bioreact, „Biogaswissen,“ [Online]. Available: <http://www.biogaswissen.de>. [Zugriff am 21 03 2011].
- [17] FNR, „Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen,“ [Online]. Available: http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_433-aee_fnr_durchblick_energiepflanzen_mai11_online.pdf. [Zugriff am 09 02 2016].
- [18] K.-M. Hentschel, Handbuch Klimaschutz, München: oekom verlag, 2020.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Kommune Remchingen – geografische Lage (Wikipedia).	29
Abbildung 2-2:	Anteil der Personen in den einzelnen Altersgruppen, Remchingen im Vergleich zum Enzkreis und zum Land Baden-Württemberg (Altersgruppen: Zensus, Zahlen Fortschreibung statistisches Landesamt).	30
Abbildung 2-3:	Anteil der Wohnungen in den einzelnen Größenklassen, Remchingen im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2011).	32
Abbildung 2-4:	Anteile der Baualtersklassen (Jahrzehnte) in Remchingen (Zensus 2011, Weiterführung StaLa 2022).	33
Abbildung 2-5:	Anteil der Gebäude in den einzelnen Baualtersklassen, Remchingen im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2011 und StaLa 2022).	34
Abbildung 2-6:	Entwicklung von Strom und Gasverbrauch in Remchingen in den Jahren 2014 bis 2022.	35
Abbildung 2-7:	Installierte Leistung und jährlicher Zubau der Photovoltaikanlagen in Remchingen (Jahr 2024 nur bis ca. Ende Februar; Quelle: Marktstammdatenregister)	39
Abbildung 2-8:	Installierte Fläche und jährlicher Zubau der über das BaFa geförderten Solarthermiefächen (Stand Q1 2022; Quelle: Solaratlas)	41
Abbildung 2-9:	Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2014 bis 2022.	42
Abbildung 2-10:	Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2021 auf die einzelnen Gebäude.	43
Abbildung 2-11:	Prozentuale Aufteilung des witterungskorrigierten Heizwärmeverbrauchs im Jahr 2021 auf die einzelnen Gebäudegruppen	44
Abbildung 2-12:	Stromkennwerte der unterschiedlichen Gebäude für 2021 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte	46
Abbildung 2-13:	Heizwärme; witterungskorrigierte Kennwerte der untersuchten Gebäude für 2021 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte	48
Abbildung 2-14:	Kenn-(Position) und Verbrauchswerte (Blasengröße) der Liegenschaften der Kommune Remchingen (Zahlenangabe: Summe Strom und Wärme in Kilowattstunden)	50
Abbildung 3-1:	Endenergiebilanz nach Verbrauchssektoren in Remchingen, 2021	55
Abbildung 3-2:	Treibhausgas-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Remchingen, 2021	56
Abbildung 3-3:	Indikatorenset für Remchingen im Jahr 2021 (Quelle: BiCO ₂ BW)	58
Abbildung 3-4:	Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2021 nach Verbrauchssektoren auf Basis des regionalen Strommixes	59
Abbildung 3-5:	Nach dem Verursacherprinzip ermittelte Emissionen aus dem Verkehrsbereich für das Jahr 2021	60
Abbildung 3-6:	CO ₂ -Bilanz 2021 für Remchingen bei Berücksichtigung der verursacherbezogenen Verkehrsemissionen	61
Abbildung 3-7:	CO ₂ -Bilanz der Verwaltung im Jahr 2021	62
Abbildung 4-1:	grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften	68
Abbildung 4-2:	grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen der kommunalen Liegenschaften für den Heizwärmebedarf	69

Abbildung 4-3:	mögliche Absenkpfade der Treibhausgasemissionen in Remchingen für eine Zielerreichung im Jahr 2040.	71
Abbildung 4-4:	Geothermische Effizienz und Einschränkungen der Nutzung durch Grundwasserschutz und artesische Grundwasserverhältnisse (Quelle: LGRB)	74
Abbildung 4-5:	Dachflächenpotenziale und Ausbaustatus im Bereich Photovoltaik (Energieatlas BW)	77
Abbildung 4-6:	PV-Freiflächenpotenziale nach Energieatlas-BW (grün: geeignete Flächen, gelb: bedingt geeignete Flächen, Quelle: www.energieatlas-bw.de)	78
Abbildung 4-7:	Suchräume für Standorte von Windkraftanlagen (Quelle: Teilflächennutzungsplan Windenergie der Region Nordschwarzwald)	79
Abbildung 4-8:	Bilanz und Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Remchingen in Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch.	81
Abbildung 4-9:	Gegenüberstellung von Erzeugungsmöglichkeiten und Bedarf in Remchingen für verschiedene Ausprägungen einer klimaneutralen Energiebereitstellung.	82
Abbildung 4-10:	Gegenüberstellung der Erzeugungsmöglichkeiten und der Bedarfe bei unterschiedlich ausgeprägten klimaneutralen Versorgungssystemen.	83
Abbildung 4-11:	jährlicher Primärenergieverbrauch in Deutschland; aktuell und klimaneutral bei verschieden ausgeprägten Versorgungssystemen.	84
Abbildung 4-12:	Gegenüberstellung des nach der Fläche aufgeteilten nationalen Bedarfs und den in Remchingen als möglich erachteten Erzeugungsmöglichkeiten.	85
Abbildung 4-13:	Gegenüberstellung des nach der Einwohnerzahl aufgeteilten nationalen Bedarfs und den in Remchingen als möglich erachteten Erzeugungsmöglichkeiten.	85
Abbildung 5-1:	Wer kann den größten Beitrag zum Klimaschutz leisten?	88

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Kommune Remchingen – Gebäudebestand und Anzahl der Wohnungen und Wohngebäude (Datenbasis: statistische Landesamt, Stand 31.12.2022).	32
Tabelle 2-2:	Fahrleistungen innerhalb der Kommune Remchingen im Jahr 2021 (StaLa BiCO ₂ BW Grunddatensatz)	36
Tabelle 2-3:	Zulassungszahlen in Remchingen nach Fahrzeugkategorien für die Jahre 2011 bis 2022.....	37
Tabelle 2-4:	Fahrleistungen der in Remchingen zugelassenen Fahrzeugen in Mio. km	38
Tabelle 2-5:	Klimafaktoren zur Witterungskorrektur in Remchingen (Bezugsort Würzburg)	45
Tabelle 3-1:	Bewertung der Datengüte in Prozent.....	54
Tabelle 3-2:	Endenergiebilanz für Remchingen 2021 in Tabellenform	56
Tabelle 3-3:	CO ₂ -Bilanz 2021 für Remchingen in Tabellenform	57
Tabelle 4-1:	Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2021.....	66
Tabelle 4-2:	Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Heizwärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2021.....	67
Tabelle 4-3:	regenerativer Strombedarf bei verschiedenen Bedarfswerten und Versorgungssystemen (Annahmen siehe Text)	72
Tabelle 4-4:	Überblick über die von der LUBW aufgeführten Flächen für Freiland Photovoltaikanlagen.....	77
Tabelle 6-1:	Übersicht über den Maßnahmenkatalog für die Kommune Remchingen	96
Tabelle 11-1:	Energieinhalt ausgewählter (Brenn)Stoffe	131
Tabelle 11-2:	Potenzen und Vorsatzzeichen, die bei Energieverbrauch und -erzeugung häufig anzutreffen sind.....	131
Tabelle 11-3:	Umrechnungsfaktoren für verschiedene Energieeinheiten	131
Tabelle 11-4:	Werte der Heizgrenztemperatur für verschiedene Bauausführungen	132
Tabelle 11-5:	Bildung von Heizgradtagen und Gradtagzahlen in einem Beispielmonat	133
Tabelle 11-6:	Entwicklung der monatlichen Heizgradtage und Gradtagzahlen über ein Jahr ..	134
Tabelle 11-7:	Heizgradtage als Beispiel für die Aufteilung von Verbrauchsmengen	135
Tabelle 11-8:	Gradtagzahlen und Klimafaktoren als Beispiel	137

11 Anhang

11.1 Maßnahmenkatalog

11.1.1 Übersicht der Maßnahmenvorschläge

Nr.	Adressat / Titel
1	Rahmenbedingungen
1.1	Klimawirkung als Kriterium in GR-Vorlagen
1.2	Energieeffizienz und Klimawirkung als Beschaffungskriterium
1.3	Personalausstattung der Verwaltung
2	Flächen
2.1	Klimaschutz in Bebauungsplan
2.2	Kommunale Wärmeplanung
2.3	Windkraft
2.4	Photovoltaik auf Parkplätzen
3	Unterstützung durch die Kommune
3.1	Energetische Vorgaben für eigene Gebäude
3.2	Kommunales Energiemanagement
3.3	Eigenversorgung der Liegenschaften und Anlagen mit erneuerbaren Energien
3.4	Sanierungsfahrpläne
3.5	Umstellung Fuhrpark und Arbeitsgeräte
4	Bürgerschaft
4.1	Bürgergruppe
4.2	E-Carsharing
4.3	Fahrradgerechte Infrastruktur
4.4	Bessere ÖPNV-Anbindung
4.5	Projekte zur Bewusstseinsbildung in der Schule
4.6	Weiterführende Sensibilisierung der breiten Öffentlichkeit
4.7	Repair Café / Tauschbörse

11.1.2 Rahmenbedingungen

Maßnahmenbereich 1: Rahmenbedingungen		Laufende Nummer: 1.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Klimawirkung als Kriterium in allen Gemeinderatsvorlagen	
Ziel	Die Vorlagen für den Gemeinderat werden durch eine Kennzeichnung der Klimawirkung des jeweiligen Beschlusses ergänzt.	
Zielgruppe	Mitglieder des Gremiums	
Kurzbeschreibung	Die Verwaltung entwickelt ein möglichst einheitliches Verfahren, das es erlaubt, über die jeweilige Beschlussvorlage die Klimawirkung eines Beschlusses einfach zu erkennen. Umgesetzt werden könnte dies zum Beispiel über eine Ampel oder ein Punktesystem.	
Ausgangssituation	Die Klimawirkung spielt bei Beschlüssen, die einen direkten Bezug zum Thema haben sicher auch heute schon eine Rolle und wird dort gegebenenfalls diskutiert. Hier soll die generelle und vereinheitlichte Darstellung in der Beschlussvorlage eine Erleichterung bringen. Bei Maßnahmen ohne offensichtlichen Bezug zum Klimaschutz dient sie auch der Sensibilisierung.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Recherche von bereits in anderen Kommunen etablierten Systemen (siehe auch Anmerkungen) • Je nach Ergebnis der Recherchen Adaption bestehender Vorlagen oder Eigenentwicklung • Vorstellung im Gemeinderat • Einarbeitung von Anmerkungen und Änderungswünschen • Einführung des Systems	
mögliche Hemmnisse	Die Maßnahme wird unter Umständen als zu bürokratisch oder überflüssig eingeschätzt.	
Ressourcen	Finanziell: keine Personalaufwand in der Verwaltung: Recherche und Adaption ca. 5 - 10 Tage Recherche und Neuentwicklung ca. 10 - 20Tage	
Bearbeitungszeitraum	ca. 6 Monate	
Verantwortliche	Gemeinderat und Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Das hier skizzierte System einer generellen Angabe zur Klimawirkung in Beschlussvorlagen wird derzeit von vielen Kommunen diskutiert und eingeführt. Das Vorgehen ist dabei sehr unterschiedlich, zielt aber darauf ab, dass die Mitarbeiter ein einheitliches Vorgehen zum Beispiel in Form eines Fragenkatalogs vorfinden und das Ergebnis dieser Auswertung möglichst einfach in der Sitzungsvorlage abgebildet wird. Anzutreffen sind hier Ampeldarstellungen oder Punktsysteme zum Teil auch unterteilt nach wenigen Kategorien. Beispiel ist die Stadt Nürnberg, die ein solches System schon eingeführt hat und über praktische Erfahrung verfügt. Oder auch Schwäbisch Hall, wo ein System entwickelt, aber noch nicht eingeführt wurde. Hier fehlt noch die abschließende Beratung durch das Gremium. Das vorläufige System	

	von Schwäbisch Hall wurde auf dem 22. Forum kommunales Energiemanagement vorgestellt. Nähere Informationen zum Programm unter: https://www.kea-bw.de/veranstaltung/kem-forum Alternative: https://www.klimabuendnis.org/aktivitaeten/instrumente-und-metho-den/klimawirkungspruefung.html)	
Controlling	Indikatorwert 1. Systemvorschlag liegt vor 2. Systemvorschlag vom Gemeinderat diskutiert 3. Erprobung erfolgreich abgeschlossen 4. System eingeführt	Zyklus Verbesserungsvorschläge, die sich aus der regelmäßigen Arbeit mit dem System ergeben, sollten etwa einmal jährlich eingepflegt werden. Es empfiehlt sich dabei oder aber spätestens alle zwei Jahre, zu überprüfen, ob die eingesetzten Maßstäbe und Bewertungen noch den aktuellen Erkenntnissen entsprechen.

Maßnahmenbereich 1: Rahmenbedingungen		Laufende Nummer: 1.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Energieeffizienz und Klimawirkung als Beschaffungskriterien	
Ziel	Durch die Einführung einer entsprechenden Beschaffungsrichtlinie werden bei Neuanschaffungen auch klimaschutzrelevante Kriterien, wie zum Beispiel Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen bei der Herstellung oder Haltbarkeit und Reparaturmöglichkeiten, als Entscheidungsmerkmale berücksichtigt.	
Zielgruppe	Verwaltung	
Kurzbeschreibung	Es werden verbindliche Kriterien zu klimaschonenden und energieeffizienten Produkteigenschaften bei der Beschaffung festgelegt. Sofern dies praktikabel ist und nicht zu einer überbordenden Komplexität führt, können auch sozioökonomische Aspekte wie Kinderarbeit und fairer Handel in den Kriterienkatalog aufgenommen werden.	
Ausgangssituation	Beschaffungen und Ausschreibungen orientieren sich vorrangig am Preis der Produkte.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Erstellung einer Ist-Analyse • Sondierung bereits bestehender Einkaufsrichtlinien und Verbünde • Festlegung der konkreten Kriterien	
mögliche Hemmnisse	Erhöhter Aufwand ggf. irreführende Werbung und fehlende Angaben seitens der Hersteller	
Ressourcen	Finanziell: möglicherweise führt die Einhaltung der Kriterien zu einem verminderten Angebot und höheren Beschaffungskosten Personalaufwand: Einführung (ca. 10 Tage) und Fortschreibung des Kriterienkatalogs (zwei bis fünf Tage je Jahr)	
Bearbeitungszeitraum	6 bis 12 Monate	
Verantwortliche	Verwaltung (Gemeinderat bei entsprechenden Beschlüssen zur Beschaffung)	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Es empfiehlt sich eine Zusammenarbeit mit anderen Kommunen. Im Rahmen des Projektes „buy smart+“ der Berliner Energieagentur wurde zum Beispiel ein Leitfaden für die Beschaffung von Ökostrom erstellt. Weitere Quellen: www.nachhaltige-beschaffung.info oder www.beschaffung-info.de Bei Ausschreibungen können auch kurze Wegstrecken (lokale Produkte und Dienstleister) als Kriterium dienen. Auch bei Baumaßnahmen können die notwendigen Fahrten durch Logistik und Planung verringert werden. So kann zum Beispiel Bauaushub auf der Baustelle verbleiben oder Abrissmaterial wieder als Packlager verwendet werden. Bei Geräten, die im Betrieb einen kontinuierlichen Energieverbrauch verursachen, könnte diesem Verbrauch die entsprechenden Emissionen gegenübergestellt werden. Nach aktuellen Empfehlungen sollten diesen Emissionen Klimafolgekosten von ca. 200 € je Tonne zugerechnet werden.	

	Auf der Webseite der LUBW können zudem Ausschreibungshilfen für einzelne Materialien gefunden werden: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/nachhaltigkeit/nachhaltige-kommune-kin Über die Nachhaltigkeitsstrategie des Landes Baden-Württembergs werden außerdem entsprechende Fortbildungen angeboten: www.nachhaltigkeitsstrategie.de/veranstaltungen/n-veranstaltungen/seite?tx_news_pi1%5BoverwriteDemand%5D%5Bcategories%5D=109&cHash=daaf63862e268a11a1cb794297173396	
Controlling	Indikatorwerte 1 Verbrauch in den Kommunalen Liegenschaften 2 Haltbarkeit und Lebenserwartung im Bestand 3 Ggf. Zahl der Geräte	Zyklus Überprüfung und Anpassung ca. einmal jährlich ggf. jährliche Berichterstattung über die Auswirkungen und die vorgenommenen Anpassungen

Maßnahmenbereich 1: Rahmenbedingungen		Laufende Nummer: 1.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Personalausstattung der Verwaltung	
Ziel	Es wird kurzfristig dafür gesorgt, dass in der Verwaltung eine für die anstehenden Klimaschutzaufgaben ausreichende Personaldecke vorhanden ist.	
Zielgruppe	Verwaltung	
Kurzbeschreibung	In der Verwaltung sind geeignete Ansprechpartner/innen erforderlich, deren Zeitbudget auch ausreicht, um Dinge aktiv anzustoßen. Hinzu kommen die Tätigkeiten, die in direktem Bezug zum Verwaltungshandeln stehen. Ein typisches Beispiel hierzu ist das Energiemanagement für die eigenen Liegenschaften.	
Ausgangssituation	Nach den vorliegenden Empfehlungen wäre für eine Kommune mit der Größe Remchingens mindestens eine halbe Stelle vorzusehen.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Recherchen zu den Fördermöglichkeiten und -optionen • Erstellung einer Stellenbeschreibung • Beschluss zur Einrichtung einer entsprechenden Stelle • ggf. Beantragung entsprechender Mittel • nach Eingang des Förderbescheids: Ausschreibung der Stelle • Stellenbesetzung	
mögliche Hemmnisse	Bedenken wegen zusätzlicher Kosten und auch bei befristeten Stellen anhaltender Verpflichtungen.	
Ressourcen	Finanziell: ohne Förderung mindestens 0,5 TVöD EG10 Personalaufwand: ca. 3-4 Tage Recherchen, ggf. Antragstellung und Vorbereitung des Beschlusses	
Bearbeitungszeitraum	ca. 1 Jahr bis zur Besetzung der Stelle	
Verantwortliche	Gemeinderat, Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Zusätzliches Personal wird in unterschiedlichen Förderprogrammen unterstützt. Beauftragte/r für klimaneutrale Verwaltung über das Land Baden-Württemberg: um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/informieren-beraten-foerdern/klimaschutz-plus/antragsformulare Weit verbreitet ist auch die Förderung von Klimaschutzmanager/innen im Rahmen der Kommunalrichtlinie. Die Stellen werden ab einem Stellenanteil von 50 % zunächst für 24 Monate gefördert. In dieser Zeit erstellt die entsprechende Person ein Klimaschutzkonzept und leitet anschließend auch die Maßnahmenumsetzung ein. Die Stelle kann über weitere drei Jahre im Rahmen eines sogenannten Anschlussvorhabens gefördert werden. Die Förderquote beträgt in den ersten beiden Jahren 70 % (für finanzschwache Kommunen 90 %) und für das Anschlussvorhaben 40 % (finanzschwache Kommunen 60 %): www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-klimaschutzkonzepten-und-einsatz-eines-klimaschutzmanagements-	

	Personal für die Einführung eines kommunalen Energiemanagements über die Kommunalrichtlinie des Bundes: www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-und-erweiterung-eines-energiemanagements	
Controlling	Indikatorwert 1. Es liegt ein entsprechender Beschluss vor 2. Bewilligung möglicher Förderanträge 3. Stellenausschreibung 4. Stellenbesetzung	Zyklus Die Wirkung des zusätzlichen Personals sollte einmal jährlich durch Bericht im Gremium geprüft werden. Bei einer Förderung sind gewisse zyklische Vorgaben wie zum Beispiel Zwischenberichte oder Energieberichte von Seiten des Fördergebers vorgegeben.

11.1.3 Flächen

Maßnahmenbereich 2: Flächen		Laufende Nummer: 2.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Klimaschutz im Bebauungsplan	
Ziel	Die Bebauungspläne neu ausgewiesener Baugebiete sollen in möglichst hohem Maße zu klimafreundlichem Bauen beitragen.	
Zielgruppe	Verwaltung und Bürgerschaft	
Kurzbeschreibung	Im Falle umfassender Sanierungsarbeiten im Bestand oder Ausweisung neuer Bau- oder Industriegebiete sollen bei der Versorgung immer ganzheitliche Ansätze auf Quartiersebene vorgesehen werden	
Ausgangssituation	Festlegungen hinsichtlich der Energieversorgung einzelner Gebäude sind eher die Ausnahme	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Diskussion zur Ausgestaltung eines entsprechenden Rahmenbeschlusses • Festlegung entsprechender Randbedingungen und Vorgaben	
mögliche Hemmnisse	Rechtliche Vorgaben, Widerstand der Bürgerschaft wegen steigender Kosten	
Ressourcen	Finanziell: keine Personalaufwand: bis zur Beschlussfassung kein zusätzlicher	
Bearbeitungszeitraum	laufen, vor allem im Prozess der Ausweisung neuer Gebiete	
Verantwortliche	Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Seitens des Deutschen Institut für Urbanistik (difu) gibt es einen Leitfaden für „Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung“. Dieser benennt klimaschutzbezogene Ziele bei der Entwicklung neuer Baugebiete, Strategien zur Umsetzung der energetischen Ziele, Möglichkeiten zur Steigerung der Akzeptanz der Regelungen etc.	
Controlling	Indikatorwert 1. Festlegung von Regelungen für Neubaugebiete 2. Beschluss durch Gemeinderat 3. Überprüfung der Einhaltung	Zyklus Bei der Überprüfung der neuen Regelungen handelt es sich um eine Daueraufgabe.

Maßnahmenbereich 2: Verwaltung		Laufende Nummer: 2.2	
Bezeichnung der Maßnahme:	Kommunale Wärmeplanung		
Ziel	Für das Beheizen der (öffentlichen) Gebäude in Remchingen sollen mögliche Abwärmepotenziale genutzt werden.		
Zielgruppe	Gemeinderat, Verwaltung und Bürger		
Kurzbeschreibung	Die Wärmeversorgung in Remchingen soll effizienter und umweltfreundlicher werden. Hierfür soll zunächst im Rahmen einer kommunalen Wärmeplanung erhoben werden, welche Bedarfe und Potenziale auf dem Gemeindegebiet vorhanden sind. Hierbei erhobene Abwärmepotenziale sollen künftig genutzt werden.		
Ausgangssituation	Aktuell werden die Gebäude mit dezentralen Systemen beheizt, die eine Verteilung von Abwärme nicht ermöglichen. In der Ortsmitte Wilferdingen rund um Rathaus und Kulturhalle besteht ein kleines Wärmenetz. Die Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung ist für Remchingen bis zum 30.06.2028 verpflichtend.		
Handlungsschritte/Umsetzungsschritte	• Klären des Vorgehens (alleine oder im Konvoi) • Ausschreibung der Leistungen • Erarbeitung der Wärmeplanung • Einleitung erster Umsetzungsschritte		
mögliche Hemmnisse	Keine nutzbaren Abwärmepotenziale vorhanden		
Ressourcen	Finanziell: ca. 30.000 € - 50.000€ (im Konvoi wird es günstiger als allein) Personalaufwand: für die Koordination der Wärmeplanung ca. 10 % Stellenanteil für ein Jahr		
Bearbeitungszeitraum	Die Wärmeplanung dauert ca. ein Jahr, Planung und Bau von Wärmenetzen eher 1,5 bis 2 Jahre.		
Verantwortliche	Verwaltung		
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Es wird empfohlen die gesetzliche Regelung auf Landesebene BW (KlimaG BW) abzuwarten, da hier ggf. für kleine Kommunen ein vereinfachtes Verfahren möglich wird. Fördermöglichkeiten gibt es aktuell keine mehr und es wird wohl auch keine mehr geben, da die KWP verpflichtend wird.		
Controlling	Indikatorwert	Zyklus	
	1. Entscheidung ob alleine oder im Konvoi eine kommunale Wärmeplanung erstellt werden soll. 2. Ausschreibung 3. Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung 4. Entscheidung, wie die Ergebnisse der Planung weiter genutzt werden sollen	Einmalige Durchführung auf der zukünftige Entscheidungen aufbauen	

Maßnahmenbereich 2: Flächen		Laufende Nummer: 2.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Windkraft	
Ziel	Windenergieanlage mit Beteiligungsmöglichkeit für Bürger/innen	
Zielgruppe	Gemeinderat, Verwaltung und Bürgerschaft	
Kurzbeschreibung	Die in Remchingen vorhandenen Potenziale für Windenergie sollen genutzt werden. Interessierte Bürger sollen sich finanziell beteiligen können.	
Ausgangssituation	Im aktuellen Teilregionalplan Windenergie ist nach der strategischen Umweltprüfung nur ein Suchraum (WE4) ausgewiesen.	
Handlungsschritte/Umsetzungsschritte	• Diskussion der bisherigen Stellungnahmen vor dem Hintergrund des notwendigen regenerativen Energiebedarfs • Unterstützung der weiteren Entwicklungsschritte • Abschließende Diskussion über Flächenzuschnitt und Begrenzungen • Diskussion der Randbedingungen für eine Nutzung durch Investoren	
mögliche Hemmnisse	Widerstand aus der Bevölkerung, Artenschutz	
Ressourcen	Finanziell: ggf. Mittel für Gutachten Personell: abhängig von Akzeptanz und Betreiberstruktur	
Bearbeitungszeitraum	Von der ersten Planung bis zur Inbetriebnahme ist mit einer Dauer von mindestens fünf Jahren zu rechnen.	
Verantwortliche	Gemeinderat, Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Die weitere Entwicklung der Ausweisung von Vorranggebieten durch den Regionalverband Nordschwarzwald sollte verfolgt werden.	
Controlling	Indikatorwert 1. Möglicher und erreichter Wind- bzw. Stromertrag 2. Beteiligungsquote der Bürger/innen Remchingens 3. Finanzielle Rentabilität	Zyklus Jährlicher Bericht zu den Erträgen der Windkraftanlage

Maßnahmenbereich 2: Flächen		Laufende Nummer: 2.4
Bezeichnung der Maßnahme:	Photovoltaik auf Parkplätzen	
Ziel	Photovoltaikanlagen auf gemeindeeigenen Parkplätzen	
Zielgruppe	Verwaltung	
Kurzbeschreibung	Die versiegelten gemeindeeigenen Flächen sollen für die Erzeugung von regenerativem Strom genutzt werden.	
Ausgangssituation	Es wurden möglicherweise geeignete Parkplätze identifiziert.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Prüfung gemeindeeigener Parkplätze auf Eignung für PV • Entscheidung über Betreiberkonzept	
mögliche Hemmnisse	Bei Parkplätzen: Bepflanzung, hohe Kosten	
Ressourcen	Finanziell: Abhängig vom Betreiberkonzept und der Anlagengröße. Bei eigener Umsetzung: 2.000€/kWp Parkplatz Personalaufwand: Abhängig vom Betreiberkonzept	
Bearbeitungszeitraum	Für Angebotseinholung, Ausschreibung, Lieferzeit und Installation ist mit mind. sechs Monaten zu rechnen.	
Verantwortliche	Gemeinderat, Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Es gibt verschiedenste Betreiberkonzepte für PV-Anlagen. Daher ist zunächst zu klären ob Anlagen selbst finanziert und betrieben werden sollen oder ob bspw. die Verpachtung von Flächen angedacht ist. Grundsätzlich sollten vor allem solche Flächen genutzt werden, in deren direkter Umgebung der erzeugte Strom direkt verbraucht werden kann.	
Controlling	Indikatorwert 1. Es liegt ein entsprechender Beschluss vor 2. Angebotseinholung 3. Bewilligung entsprechender Mittel 4. Vergabe (bzw. ggf. Ausschreibung)	Zyklus Es können mehrere Anlagen gemeinsam angegangen werden, um ggf. von Mengenrabatten zu profitieren. Ansonsten ist das angegebene Vorgehen jeweils erneut zu durchlaufen.

11.1.4 Gebäude

Maßnahmenbereich 3: Gebäude		Laufende Nummer: 3.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Energetische Vorgaben für eigene Gebäude	
Ziel	Es wird ein verbindlicher Endzustand für die Sanierung und den Neubau öffentlicher Gebäude festgelegt, der über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgeht.	
Zielgruppe	Verwaltung	
Kurzbeschreibung	Die getroffenen Festlegungen stellen sicher, dass die Themen Lebenszykluskosten und Kosten im laufenden Betrieb einen entsprechenden Stellenwert bekommt und nicht bei jeder Einzelmaßnahme neu diskutiert werden müssen.	
Ausgangssituation	Bei Neubauten und Sanierungen werden oft nur die gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllt, da zusätzliche Maßnahmen oder auch andere Planungsvorgaben wie Passivhaus oder Energieplushaus bei der baulichen Realisierung für erhöhte Kosten sorgen. Die laufenden (Energie)Kosten, die Emissionen und auch die sogenannte „graue Energie“ bleiben unberücksichtigt.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Analyse der Festlegungen anderer Kommunen • Diskussion um die eigenen Handlungsmöglichkeiten und Ziele • Beschluss zu entsprechenden Vorgaben	
mögliche Hemmnisse	Bedenken wegen der zunächst einmal höheren Realisierungskosten. Auf Basis der getroffenen Festlegungen kann es passieren, dass die Reihenfolge und das Realisierungsjahr nicht den politisch gewünschten Vorgaben entspricht.	
Ressourcen	Finanziell: durch den Beschluss keine Mehrausgaben bei der baulichen Umsetzung auf lange Sicht meist keine, da Betriebskosten sinken Personalaufwand: ca. 2-3 Tage Recherchen und Vorbereitung des Beschlusses	
Bearbeitungszeitraum	ca. 1 Jahr	
Verantwortliche	Gemeinderat, Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Es ist generell zu empfehlen, bei Baumaßnahmen nicht nur die Investitionen, sondern vor allem die Lebenszykluskosten als Kriterium für eine Entscheidung heranzuziehen. Entscheiden ist auch, dass auch die Kosten für die Treibhausgasemissionen aus der Gebäudenutzung in das Kalkül mit einbezogen werden. Das Land empfiehlt hierzu in seinem Programm „Klimaneutrale Kommunalverwaltung“ einen Ansatz von ca. 200 € pro Tonne. Im besagten Programm wird auch gefordert, dass bis 2035 der Wärme-kennwert aller kommunalen Liegenschaften unter 50 kWh / m²*a liegt. Ausgenommen hiervon sind nur Baudenkmäler und Bäder.	

	Informationen zu Sanierungsmaßnahmen speziell auch für öffentliche Gebäuden sind unter: https://www.zukunftaltbau.de/ zu finden. Der Leitfaden „klimaneutrale Kommunalverwaltung“ wird auf den Internetseiten der kea-BW unter: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler Klimaschutz/Wissensportal/Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung KEA-BW ifeu 2022.pdf bereitgestellt.	
Controlling	Indikatorwert 1. Die Diskussion wurde geführt 2. Es gibt entsprechende Beschlüsse	Zyklus Es ist schwierig einen festen Zyklus vorzugeben. Eine Anpassung sollte allerdings erfolgen, sobald die allgemeinen Vorschriften geändert werden. Es ist ca. alle fünf Jahre zu überprüfen, inwieweit sich die Vorgaben bewährt haben oder angepasst werden müssen.

Maßnahmenbereich 3: Gebäude		Laufende Nummer: 3.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Kommunales Energiemanagement	
Ziel	Übersicht und kontinuierliche Kontrolle des Verbrauchs und der damit verbundenen Kennzahlen. Schnelle Reaktion bei Besonderheiten, Optimierung des Verbrauchs	
Zielgruppe	Mitarbeiter Gebäudemanagement und Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Die Verbrauchswerte für Strom, Heizwärme und Wasser für alle kommunalen Liegenschaften und Anlagen werden systematisch und kontinuierlich erfasst. Es werden Kennwerte gebildet und diese mit den Werten in anderen Kommunen verglichen. Die Entwicklung des eigenen Verbrauchs wird systematisch und kontinuierlich beobachtet (Trendanalyse) und entsprechend gesteuert. Bei Besonderheiten wird deren Ursache ermittelt und in Problemfällen konsequent reagiert.	
Ausgangssituation	Die Gemeinde erhebt die Verbrauchsdaten händisch. Ein systematisches Energiemanagement wird nicht betrieben.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Beschluss • Einreichung des Förderantrags • Einführung des Energiemanagements • Erstellung und Vorstellung der Energieberichte • Nachhalten von Änderungen zum Beispiel bei Sanierungen oder Änderung der Nutzung	
mögliche Hemmnisse	Fehlende personelle und / oder finanzielle Ressourcen	
Ressourcen	Finanziell: je nach Ausgestaltung des Projekts mit Software und Hardware zur Datenerfassung. Je nach Gestaltung auch für die Beratung durch Dritte. Personalaufwand: Für das Energiemanagement einer Kommune in der Größe der Gemeinde Remchingen werden 25 % bis 50 % einer Vollzeitstelle empfohlen.	
Bearbeitungszeitraum	Abhängig vom Personal und den organisatorischen Vorgaben geschätzt ca. 6 Monate	
Verantwortliche	Gemeinderat und Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Für die Intervalle zur Datenerfassung gelten je nach Verbrauch und Leistung die folgenden Empfehlungen: Heizanlagen • bis 200 KW Anschlusswert monatlich • bis 3.000 KW Anschlusswert wöchentlich • über 3.000 KW Anschlusswert täglich Stromverbrauch • bis 10.000 kWh/a monatlich • bis 25.000 kWh/a wöchentlich • über 25.000 kWh/a täglich	

	Wesentlich für ein Energiemanagement ist der Aufbau einer passenden Struktur zur Datenerfassung, -verarbeitung und -Darstellung sowie das Nachverfolgen von Abweichungen. Die Einführung und Erweiterung eines kommunalen Energiemanagements ist über die Kommunalrichtlinie des Bundes förderfähig: www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-und-erweiterung-eines-energiemanagements	
Controlling	Indikatorwert 1 die Vorgehensweise ist geklärt 2 Fortschrittsbericht zum Aufbau 3 Energieberichte liegen vor 4 Bericht zu Besonderheiten und Einsparungen	Zyklus Während des Aufbaus mindestens quartalsweise (empfohlen monatlich) Nach Einführung: jährliche Energieberichte für das Gremium kontinuierliche Kontrolle der Verbrauchswerte und eventuelles Gegensteuern: mindestens auf Basis von Monatsberichten (siehe Anmerkungen)

Maßnahmenbereich 3: Gebäude		Laufende Nummer: 3.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Eigenversorgung der eigenen Liegenschaften und Anlagen über erneuerbare Energieerzeugung	
Ziel	Die kommunalen Liegenschaften und Anlagen sollen, soweit dies möglich und sinnvoll ist, über eine Eigennutzung der erzeugten Energie aus lokalen Anlagen versorgt werden.	
Zielgruppe	Verwaltung (mittelfristig Signalwirkung für Bürger*innen)	
Kurzbeschreibung	In erster Linie adressiert die Maßnahme eine Eigennutzung von lokal erzeugtem Solarstrom aus eigenen Anlagen. Zu prüfen ist dies aber auch bei Gebäuden, bei denen die Dachfläche durch Dritte genutzt wird, insbesondere nach Ablauf der im EEG zugesagten Zeit mit festen Einspeisevergütungen. Natürlich kann auch die Versorgung mit Heizwärme z. B. durch eigen erzeugte Hackschnitzel oder die Nutzung von Abwärme aus Betrieben oder Biogasanlagen mit einbezogen werden.	
Ausgangssituation	Es gibt bereits PV-Anlagen auf der Kulturhalle, der Seniorenwohnanlage und der Schule in Wilferdingen.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Prüfauftrag zur Kontrolle aller kommunalen Dachflächen • Strategische Planung zur Errichtung von PV-Anlagen auf den als geeignet identifizierten Dächern • Kontrolle der Erträge sowie der selbst genutzten Anteile • ggf. Anpassung des Verbrauchsverhaltens oder Einbau von Speichern zur Optimierung der Eigennutzung	
mögliche Hemmnisse	Fehlende personelle und / oder finanzielle Ressourcen	
Ressourcen	Finanziell: ggf. Mittel zur Übernahme der Anlagen sowie Umbaukosten Personalaufwand: ca. 2-3 Tage jährlich zur Kontrolle, Berichterstellung und für Anpassungsvorschläge soweit dies nicht ins Energiemanagement integriert ist (Maßnahme 2.3)	
Bearbeitungszeitraum	Maßnahmenbeginn: Die Potenzialanalyse soll zeitnah erstellt werden Maßnahmenumsetzung: Planung und Errichtung der Anlagen in den kommenden Jahren	
Verantwortliche	Bauamt, Kämmerei	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	In anderen Kommunen werden bei Anlagen zur Eigenversorgung zunehmend auch Speichermöglichkeiten realisiert. Diesbezüglich ist zu prüfen, ob eine Nachrüstung bei bestehenden Anlagen sinnvoll ist.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Anzahl und Leistung der Anlagen 2 Erzeugte Energiemengen 3 Anteil der Eigennutzung 4 Reduktion von Stromeinkauf und Emissionen	Zyklus Bekanntmachen jeder neuen Anlage nach Inbetriebnahme Datenauswertung und Bericht jährlich; optimaler Weise in Zusammenhang mit dem Energiebericht aus dem Energiemanagement.

Maßnahmenbereich 3: Gebäude		Laufende Nummer: 3.4
Bezeichnung der Maßnahme:	Erstellung und Umsetzung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften	
Ziel	Es gibt Klarheit darüber, welche Sanierungsmaßnahmen in welcher Reihenfolge bei den kommunalen Liegenschaften zielführend sind.	
Zielgruppe	Verwaltung, indirekt Bürger/innen	
Kurzbeschreibung	Es soll der Sanierungsbedarf bei den kommunalen Liegenschaften erfasst werden. Dargestellt wird dabei auch, mit welchen Maßnahmen das Maximum bei der Effizienz und ein Minimum bei den Emissionen erreicht wird. Hinzu kommt eine erste Schätzung der damit verbundenen Kosten.	
Ausgangssituation	Durch die Analyse der erfassten Verbrauchswerte der kommunalen Liegenschaften ist erkennbar, dass viele der Gebäude erhöhte Kennwerte aufweisen (siehe Kapitel 2.4.2 insbesondere Abbildung 2-14). Die größten absoluten Verbrauchswerte bei Strom und Wärme fallen in den Schulen und den Schwimmbädern an.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Festlegung der Reihenfolge zur Erstellung der Sanierungsfahrpläne • Angebotsnachfrage und Auftragserteilung an einen geeigneten Anbieter • Beantragung von Fördermitteln beim bafa (erfolgt über den Auftragnehmer) • Erstellung der Sanierungsfahrpläne • Ausarbeitung eines Handlungskonzepts (Zeit- und Budgetplanung) zur Umsetzung	
mögliche Hemmnisse	Eigenanteile der Kosten	
Ressourcen	personell: Auftragsvergabe und Auswertung der Ergebnisse, ca. 10 Tage für Gesamtstrategie finanziell: abhängig von der Anzahl der Gebäude und deren Größe 80 % Förderung	
Bearbeitungszeitraum	ca. 6 Monate	
Verantwortliche	Bauamt	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Durch die Förderung halten sich die Kosten zur Erstellung der Sanierungsfahrpläne durch ein externes Büro in Grenzen. Wichtig ist aber, dass der Fahrplan anschließend auch in Umsetzung gebracht wird. Hierzu sind zeitliche Ressourcen zur Planung sowie sehr wahrscheinlich erhebliche Mittel für bauliche Maßnahmen erforderlich. Sanierungsfahrpläne für Nichtwohngebäude werden über das bafa (Energieberatung DIN V 18599) mit einer Förderquote von 80 % gefördert.	
Controlling	Indikatorwert Spezifische Verbrauchswerte	Zyklus Jährlich über Energiebericht

Maßnahmenbereich 3: Gebäude		Laufende Nummer: 3.5
Bezeichnung der Maßnahme:	Umstellung des Fuhrparks und der Arbeitsgeräte auf emissionsarme Antriebe	
Ziel	Durch einen gezielten Austausch der Fahrzeuge und der Arbeitsgeräte soll eine möglichst schnelle Reduktion der Treibhausgasemissionen erfolgen.	
Zielgruppe	Verwaltung und Mitarbeiter*innen des Bauhofs	
Kurzbeschreibung	Durch einen gezielten Austausch der Fahrzeuge wird die Treibhausgasreduktion in der kommunalen Verwaltung forciert. Im Fokus stehen hier kurz und mittelfristig vor allem PKWs und leichte Nutzfahrzeuge. Mittel- bis langfristig aber auch Arbeitsmaschinen wie Kehrmaschinen, Trecker oder Feuerwehrfahrzeuge). Auch die Arbeitsgeräte (Motorsensen, Rasenmäher, Sammelfahrzeuge) sollen - soweit technisch möglich - in das Programm mit einbezogen werden.	
Ausgangssituation	Die Kommune hat zwei Elektrofahrzeuge für den eigenen Fuhrpark angeschafft. Beim Bauhof werden Fahrzeuge und Geräte mit Verbrennungsmotor eingesetzt. Bei der Beschaffung entscheidet vor allem der Preis. Eine Vollkostenrechnung mit Einbeziehung der Folgekosten für die Emissionen wird nicht durchgeführt.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Marktsondierung • Angebote einholen • alternative Finanzierungsstrategien prüfen und ggf. erarbeiten • ggf. Einkaufsgemeinschaften mit anderen Kommunen (Unternehmen) bilden • Fahrzeug- und Gerätenutzer einweisen	
mögliche Hemmnisse	Höhere Kosten bei der Anschaffung, Organisation und Einrichtung der (Lade)Infrastruktur. Persönliche Vorbehalte, wie zum Beispiel „Reichweitenangst“	
Ressourcen	Finanziell: je nach Ambitionen und Umsetzungsgeschwindigkeit Personalaufwand: für Marktsondierung drei bis fünf Tage, danach keine Mehraufwendungen mehr, da Entwicklungen auch bei konventionellen Antrieben zu betrachten sind.	
Bearbeitungszeitraum	Bis zu 10 Jahre (ab sofort, bis alle möglichen Fahrzeuge und Geräte getauscht sind)	
Verantwortliche	Verwaltung insbesondere auch Bauhof (Gemeinderat bei entsprechenden Beschlüssen zur Beschaffung)	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Die Entwicklungen sind gerade im Bereich der PKW und der leichten Nutzfahrzeuge aktuell sehr dynamisch. Gleiches gilt für Kosten und Förderung. Aus diesen Gründen können hier keine konkreten, sondern nur allgemein gültige Hinweise gegeben werden.	

	Nach aktuellem Kenntnisstand dürften für den genannten Bereich (PKW und LNF) generell passende Alternativen zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor vorhanden sein. Bei Sonderfahrzeugen ist die Entwicklung noch nicht so weit fortgeschritten. Aber auch hier gibt es einzelne Angebote sowie eine zunehmende Zahl an Prototypen. Elektrische Arbeitsgeräte haben sich insbesondere bei handgeführten Geräten in weiten Bereichen durchgesetzt und sind auch für den professionellen Einsatz verfügbar. Neben gesundheitlichen Vorteilen durch verringerte Vibration und fehlende Emissionen ergibt sich hier auch eine deutliche Lärmreduktion. Im Zuge dieser Maßnahme wäre es auch sinnvoll zu prüfen, inwieweit für bestimmte Aufgaben zukünftig überhaupt Kraftfahrzeuge notwendig sind. Möglicherweise stellen Lastenfahrräder und / oder Pedelecs eine sinnvolle Alternative dar. Als Kommune, die keine Berührungsfängste mit innovativen Ansätzen hat, gibt es bereits Überlegungen auf einen Sion, ein Fahrzeug von sonomotors zurückzugreifen. Als Besonderheiten werden neben dem verhältnismäßig niedrigen Preis die soalaraktive Karosserie sowie eine bidirektionale Steckdose angeführt, aus der zum Beispiel Arbeitsgeräte mit Netzspannung direkt gespeist werden könnten. Aktuell sammelt die Firma sonomotors als Startup Anzahlungen für das Fahrzeug. Die Produktion solle 2024 starten. Das Warten auf Innovationen sollte aber nicht dazu führen, dass anstehende Neuanschaffungen hinausgezögert werden. In den angeführten Fahrzeugklassen ist mittlerweile ein passendes und marktgängiges Angebot zu finden.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Anzahl der Fahrzeuge und Antriebsgeräte (ggf. Prozentsatz) 2 Veränderung beim Verbrauch von Diesel und Benzin	Zyklus Jährlicher Bericht ggf. in Zusammenhang mit Energiebericht

11.1.5 Bürgerschaft

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Bürgergruppe	
Ziel	Bürger/innen können sich ehrenamtlich engagieren	
Zielgruppe	Bürgerschaft	
Kurzbeschreibung	Etablierung einer ehrenamtlichen Bürgergruppe, die bspw. Analysen erstellen oder einen Bürgerbus konzipieren	
Ausgangssituation	Viele Maßnahmen werden nur realisierbar sein, wenn einzelne Personen oder auch Arbeitsgruppen sich verantwortlich fühlen.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Einladung zur Gründungsveranstaltung • Festlegung von Organisationsform und Aufgaben • Festlegung eines Arbeitsprogramms für die erste Planungsphase	
mögliche Hemmnisse	Fehlendes Engagement	
Ressourcen	Finanziell: Keine Personell: Bis zur Arbeitsfähigkeit der Gruppe ca. 1-2 Wochen, 3-6 Tage im Jahr (je ein Tag bei 6 Treffen im Jahr)	
Bearbeitungszeitraum	laufend	
Verantwortliche	Verwaltung, Bürgergruppe	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Über das bundesweite Projekt „KlikKS: Klimaschutz in kleinen Kommunen und Stadtteilen“ können sich ehrenamtliche Klimaschutzgruppen austauschen und vernetzen. KlikKS liefert dabei auch Infos zu Best Practice Maßnahmen und hält u. a. hilfreiche Schulungsunterlagen bereit: https://klimaschutz-ehrenamt.de/ Über das Förderprogramm „Kickstart Klima“ der Allianz für Beteiligung können Bürgergruppen Fördermittel für eigene Projektideen erhalten. Weitere Informationen zum Förderprogramm sind unter folgendem Link zu finden: allianz-fuer-beteiligung.de/foerderprogramme/kickstart-klima/	
Controlling	Indikatorwert 1. Anzahl der ehrenamtlichen Teilnehmer 2. Anzahl der angestoßenen und umgesetzten Maßnahmen	Zyklus Jährliche Auswertung

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.2
Bezeichnung der Maßnahme:	E-Carsharing	
Ziel	Reduktion des Fahrzeugbestands und des Individualverkehrs mit eigenem Fahrzeug	
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger, Nutzer des MIV	
Kurzbeschreibung	Das bestehende E-Carsharing Angebot deckt zwei der vier Teilorte Remchingens ab soll perspektivisch auch auf die beiden anderen Teilorte ausgeweitet werden. Hierzu zählen die Bereitstellung weiterer Fahrzeuge und auch die Anpassung von Nutzungsmöglichkeiten und Bedingungen.	
Ausgangssituation	In der Gemeinde sind auf Basis eines Vertrags mit der zwei Elektrofahrzeuge, die allgemein genutzt werden können, verfügbar. Es wurden jeweils entsprechende Ladepunkte aufgebaut.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Auswertung der bisherigen Nutzung / des Nutzerverhaltens • Umfrage zu Erfahrungen und Wünschen bei den bisherigen Nutzern • Rücksprache mit dem Anbieter • Anpassung der Bedingungen, der Fahrzeugzahl, der Standorte	
mögliche Hemmnisse	Im ländlichen Bereich ist eine sehr ausgeprägte und gefestigte Nutzung des MIV anzutreffen. Es ist daher schwierig, eine gute Resonanz zu erreichen. Die Wirtschaftlichkeit ist insbesondere in der Anfangszeit schwierig darstellbar.	
Ressourcen	Personell: ca. 10 Tage zur Auswertung und zur Entwicklung von Vorschlägen zur Weiterentwicklung finanziell: je nach Lösungsansatz und Anbieter	
Bearbeitungszeitraum	ca. 1 Jahr	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement	
Controlling	Indikatorwert 1. Nutzerzahlen und gefahrene Kilometer 2. Umfragen zum Nutzerverhalten und zur Zufriedenheit	Zyklus: jährlich

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Fahrradgerechte Infrastruktur	
Ziel	Das Fahrrad soll das Auto auf Kurzstrecken innerorts zunehmend ablösen. Hierfür sollen Bedingungen geschaffen werden, die die Nutzung des Rads möglichst attraktiv machen.	
Zielgruppe	Bürgerschaft	
Kurzbeschreibung	Schwachstellen in der Fahrradinfrastruktur wie ggf. fehlende Durchgängigkeit und Sicherheit von Radwegen, Beschilderung, Radabstellanlagen etc. sollen aufgedeckt und Lösungsvorschläge erarbeitet werden.	
Ausgangssituation	Radwege zwischen den Ortsteilen und in die Nachbarkommunen sind vorhanden. Es gibt ein Rad-Wege-Konzept (6 Jahre alt). Es wurden Abstellanlagen an mehreren Orten errichtet.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Prüfung der Situation innerorts im Hinblick auf Wegeführung und Abstellmöglichkeiten an Knotenpunkten. • Organisation Schwachstellenanalyse und systematische Auswertung der Rückmeldungen • Umsetzung der relevantesten Punkte	
mögliche Hemmnisse	Hohe Kosten, Probleme bei Grundstückserwerb	
Ressourcen	Finanziell: ggf. Kosten für die Schwachstellenanalyse sowie Kosten für die Einrichtung von Radinfrastruktur Personell: Organisation und Koordination der Baumaßnahmen sowie Pflege der Infrastruktur	
Bearbeitungszeitraum	Mehrmonatiger Prozess bis die Ist-Situation sowie Schwachstellen erhoben sind, danach Priorisierung und Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Ca. ein Jahr bis erste Lösungsvorschläge mit dem Gemeinderat diskutiert werden können.	
Verantwortliche	Verwaltung, Bürgergruppe	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Über die Kampagne STADTRADELN können Kommunen sich die Online-Meldeplattform RADar freischalten lassen. Radelnde können ihre Kommunalverwaltung über diese Plattform auf störende und gefährliche Stellen im Radwegeverlauf aufmerksam machen. Weitere Infos sind unter folgendem Link zu finden: www.stadtradeln.de/kampagnenorganisation	
Controlling	Indikatorwert 1. Anzahl an gemeldeten Verbesserungspotentialen 2. Anzahl an umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Radinfrastruktur 3. Anzahl der aktiven Radler/innen in Remchingen	Zyklus Zu Beginn Erhebung wie viele Personen die Fahrradinfrastruktur nutzen. Ein Jahr nach Umsetzung erster Verbesserungsmaßnahmen eine weitere Erhebung der Anzahl an aktiven Radler/innen

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.4
Bezeichnung der Maßnahme:	Bessere ÖPNV-Anbindung	
Ziel	Aufbau regelmäßiger ÖPNV-Verbindungen zwischen den Ortsteilen sowie kreisübergreifende Verbindungen	
Zielgruppe	Bürger	
Kurzbeschreibung	Der ÖPNV-Anschluss soll so verbessert werden, dass die Bürger/innen Remchingen leichter zwischen den einzelnen Ortsteilen sowie Nachbargemeinden verkehren können. Dazu muss der tatsächliche Bedarf ermittelt werden, worauf dann wirtschaftliche Lösungen basieren.	
Ausgangssituation	Anbindung nach Karlsruhe und Pforzheim (über Königsbach) per Bahn, Verbindung der Ortsteile und Anbindung an weitere Nachbarkommunen mit den Buslinien 721, 722 (u.a. Keltern). MyShuttle deckt Abend/Nacht ab.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Feststellung der tatsächlichen Bedarfe (Analyse, Befragung) • Ermittlung des derzeit passenden Lösungsansatzes • Erwirken der notwendigen Beschlüsse, ggf. Beantragung von Fördermitteln • Umsetzung der Maßnahme und Evaluierung der Wirkung	
mögliche Hemmnisse	Niedrige Fahrgastzahlen, die einen Betrieb unwirtschaftlich machen	
Ressourcen	Finanziell: Kosten für die Analyse sowie je nach Maßnahmenwahl, z. B. Fahrzeugbeschaffung Personell: Organisation der Maßnahmen sowie ggf. Initiierung und Begleitung	
Bearbeitungszeitraum	Initiierung dauert ca. 1 bis 1,5 Jahre, danach längerfristige Umsetzung	
Verantwortliche	Verwaltung und Enzkreis	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Weitere Linie, Erhöhung der Taktung oder Fahrdienste, Bürgerbus, Mitfahrgelegenheiten, „Mitfahrbänke“ Die Anschaffung von Kleinbussen, die als ehrenamtliche Bürgerbusse eingesetzt werden, werden seitens des Landes Baden-Württembergs gefördert: https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/foerderprogramme/oepnv	
Controlling	Indikatorwert 1. Potenzielle Fahrgastzahlen für eine Erweiterung des ÖPNV-Angebots 2. Aufbau eines entsprechenden Angebots, ggf. auch ein ehrenamtlicher Bürgerbus 3. Evaluation der Nutzung	Zyklus Die Wirkung der Maßnahme sollte nach Einführung jährlich evaluiert werden.

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.5
Bezeichnung der Maßnahme:	Projekte zur Bewusstseinsbildung in der Schule	
Ziel	Die junge Generation wird ganz bewusst an Klimaschutzaktivitäten herangeführt und eingebunden. Es wird erwartet, dass hierdurch auch eine Multiplikatorwirkung über die Elternhäuser erreicht wird.	
Zielgruppe	Schüler/innen, Lehrer/innen	
Kurzbeschreibung	Es ist unbestritten, dass es wichtig ist, schon die Jüngsten in die Klimaschutzbemühungen einzubinden. Hierzu gibt es bereits ab dem Kindergarten pädagogische Konzepte bis hin zu fertigen Unterrichtseinheiten. Hinzu kommen viele Projektideen und Best-Practice-Beispiele, die üblicherweise öffentlich dokumentiert sind. Im Folgenden sind einige Möglichkeiten stichwortartig genannt: • Optimierung des Bring- und Abholverkehrs im Umfeld der Schulen, Laufbus • Aktion autofreie Grundschule (eine Woche ohne Auto zur Schule) • Fifty-fifty-Projekt, eingesparte Energiekosten werden zwischen Schulträgern und Nutzern aufgeteilt) (Förderung durch Kommunalrichtlinie möglich, siehe Anmerkungen) • Unterrichtseinheiten zum Klimaschutz und der Energiewende sowie Ferienprogramm über die Klimaschutz- und Energieagentur Enzkreis Pforzheim keep gGmbH • Ideenwettbewerb Klimaschutz • Solarwoche • Energiethemen aus dem Angebot „Haus der kleinen Forscher“	
Ausgangssituation	Das Bewusstsein bereits in dieser Zielgruppe mit konkreten Maßnahmen anzusetzen ist vorhanden. Eine Maßnahmenumsetzung kommt aber meist nur auf Basis singulärer Einzelengagements zustande.	
Handlungsschritte/Umsetzungsschritte	• Festlegung des Aktionsprogramms für das Schuljahr mit der Schulleitung und den Lehrer/innen • Bekanntmachen der einzelnen Aktionen bei den Schüler/innen und / oder bei den Eltern • Durchführung der entsprechenden Aktion • Berichterstattung über die Ergebnisse • Dokumentation von Aktion und Verbesserungen für den nächsten Durchlauf	
mögliche Hemmnisse	Fehlende Resonanz bei den Eltern, voller Lehrplan, fehlendes Personal	
Ressourcen	finanziell: je nach Aktion; bei vielen Aktionen keine oder sehr gering. Fehlende Mittel können oft über Sponsoring bereitgestellt werden. Personalaufwand: Organisation des Projekts, bei der Durchführung: Engagement von Schüler/innen und / oder Eltern, Auswertung und Vorstellung der Ergebnisse	
Bearbeitungszeitraum	je nach Aktion wenige Wochen bis ein Schuljahr	

	Es empfiehlt sich eine jährliche Wiederholung.	
Verantwortliche	Initiierung, Begleitung, Auswertung: Klimaschutzbeirat, Verwaltung Durchführung: Lehrer/innen und / oder Eltern	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Es gibt für die Bereiche Klimaschutz und Erneuerbare Energien eine Fülle von Lehrmaterialien und pädagogischen Konzepten. Eine gepflegte Webseite mit umfangreichen Material- und Ideensammlungen ist zum Beispiel unter dem folgenden Link zu finden: https://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de/. Viele Anregungen für Lehrkräfte beinhaltet auch die Seite https://www.ufu.de/service/downloads/. Hier sind auch viele Seiten mit ähnlicher Zielsetzung verlinkt. Unter dem Stichwort „Energiesparmodelle“ gewährt der Bund über die gültige Kommunalrichtlinie eine Förderung von 70 % (finanzschwache Kommunen 90 %). Die maximale Fördersumme beträgt 11.000 €: www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/einfuehrung-und-umsetzung-von-energiesparmodellen Die lokale Energieagentur kann einige Maßnahmen für Kommunen umsetzen, aber im außerschulischen Bildungsbereich bietet sich vor allem die Nutzung von ehrenamtlichen Kapazitäten an.	
Controlling	Indikatorwerte 1. Anzahl der Aktionen, Zahl der Mitwirkenden 2. Resonanz der Beteiligten 3. Erzielte Einsparungen (Abschätzung beim Verkehr; messbar bei Strom, Gas und Wasser)	Zyklus nach Abschluss der Aktion jährlich wiederkehrender Bericht mit entsprechenden Zahlen

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.6
Bezeichnung der Maßnahme:	Weiterführende Sensibilisierung der breiten Öffentlichkeit	
Ziel	Anregung von Klimaschutzmaßnahmen im privaten Umfeld insbesondere im Hinblick auf Effizienzmaßnahmen und Energieeinsparungen	
Zielgruppe	Bürger*innen, Unternehmen	
Kurzbeschreibung	Im Folgenden sind stichwortartig verschiedene Möglichkeiten genannte. Dies sind weitgehend unabhängig von einander umsetzbar. • Energiekarawane Das Programm „Energiekarawane“ wurde als Projekt entwickelt. Einen ersten Einblick vermittelt https://www.klimaschutz.de/de/projekte/verdoppelung-der-sanierungsrate-im-gebaeudebestand-der-metropolregion-rhein-neckar-mit. Konkretere Informationen sowie Kontakte zu Ansprechpartnern sind unter https://www.fesa.de/freiburg/projekte/klimaschutzkampagnen/energiekarawane/ zu finden. • Sanierung als Musterbeispiel in Wohngebieten In einem möglichst homogenen Wohngebiet werden einige Energieberatungen und die ersten Sanierungsschritte (finanziell) unterstützt. Im Gegenzug erklären sich die Betroffenen bereit, ihre (positiven) Erfahrungen mit den Nachbarn zu teilen. Frei nach dem Motto: „was beim Nachbarn funktioniert, kann auch bei mir nicht schaden“ • aktive Unterstützung der Energieberatung durch Dritte (z. B. Energieagentur) • Wettbewerb für klimafreundliche Projekte / Ideen • Energiesparwettbewerb für private Haushalte • Thermografie-Aktion • Klimaschutz im Vereinsleben und in den Kirchengemeinden Einführung einer EMAS-Zertifizierung analog zum Programm „Grüner Hahn“ https://www.kircheundklima.de/der-gruene-hahn/ • Konsum regionaler Produkte fördern • Einrichtung eines Reparaturkaffees, einer Tauschbörse • Baumpflanzaktion und Blühwiesen in Remchingen	
Ausgangssituation	Allein schon aus der Treibhausgasbilanz für Remchingen lässt sich ableiten, dass verstärkte Klimaschutzmaßnahmen im privaten Umfeld unabdingbar sind. Neben der Solardachinitiative (Maßnahme 3.4) sind in diesem Zusammenhang Effizienzmaßnahmen, wie zum Beispiel die Gebäudesanierung, die Umstellung von Heizanlagen, die Minimierung des motorisierten Individualverkehrs und der Austausch der Verbrennerfahrzeuge gegen elektrisch angetriebene Modelle ganz entscheidende Punkte. In diesem Bereich können Gemeinde und Klimaschutzbeirat im Wesentlichen nur aufklären, motivieren und Hemmschwellen reduzieren.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Entscheidung zur Durchführung einer Maßnahme • Finanzierung sichern (Sponsoring, Haushaltsmittel) • bekannt machen, Abfrage der Resonanz	

	• Durchführung (Achtung: ggf. Vorlauf beachten Thermografie ist beispielsweise nur in den Wintermonaten durchführbar) • Auswertung der Resultate • Berichterstattung	
mögliche Hemmnisse	Die meisten Aktionen sind mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden. Der Erfolg ist meist nur schlecht zu bemessen.	
Ressourcen	finanziell: je nach Maßnahme Personalaufwand: bei der Vorbereitung und insbesondere der Durchführung sehr hoch	
Bearbeitungszeitraum	je nach Maßnahme kurzfristig bis zu 2 Jahren	
Verantwortliche	Ansprechpartner in der Verwaltung externe Experten	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Zu den in Stichworten angefügten Projektideen gibt es eine Vielzahl von Hinweisen und zum Teil konkrete Unterstützungsangebote. Im Grunde ist die Liste auch beliebig erweiterbar. Erste Anlaufstelle zur Aufstellung eines konkreten Jahresplans und zur Durchführung einzelner Projekte sollte die regionale Energieagentur sein. Eine konkrete Anforderung sowie die pro-aktive Unterstützung durch die Gemeinde(verwaltung) ist aber unabdingbar.	
Controlling	Indikatorwerte 1. Resonanz der Adressaten 2. Teilnehmer- / Nutzerzahlen 3. Initiierte Sanierungsaufträge 4. Energieverbrauch und Emissionen	Zyklus 1. Zusammenfassung und Bericht unmittelbar nach Abschluss der Maßnahme 2. Jährlich über einen Jahresbericht 3. Energie- und THG-Bilanz alle 2 bis 5 Jahre

Maßnahmenbereich 4: Bürgerschaft		Laufende Nummer: 4.7
Bezeichnung der Maßnahme:	Repair Café / Tauschbörse	
Ziel	Etablierung einer Tauschbörse für Bücher und Werkzeuge, zum Verleih und Tausch nicht (mehr) benötigter Bücher und Werkzeuge	
Zielgruppe	Bürgerschaft	
Kurzbeschreibung	Steigerung der Nutzungsfrequenz der Bücher und Werkzeuge über die Etablierung weiterer öffentlicher Bücherschränke, eine Online-Tauschbörse sowie die Organisation von Tauschbörsen	
Ausgangssituation	Es gibt einen privat betriebenen Bücherschrank. Dennoch werden viele Bücher werden nach dem ersten Lesen ins Regal gestellt und nicht mehr benötigt. Werkzeuge werden oft vorgehalten aber tatsächlich nur sehr wenige Stunden im Jahr genutzt.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Erhebung der genauen Bedürfnisse • Bereitstellen weiterer Bücherschränke bzw. Räumlichkeiten für das Abhalten von Tauschbörsen • (Digitale) Plattform wer welches Werkzeug zu verleihen hat	
mögliche Hemmnisse	Schlechter Umgang mit geliehenen Gegenständen, fehlendes Engagement	
Ressourcen	Finanziell: Anschaffungskosten Bücherschrank, Betriebskosten für Online-Plattform einer Tauschbörse Personell: Aufsicht über die Plattform und Instandhaltung Bücherschränke	
Bearbeitungszeitraum	Bis zur Einführung ca. ein halbes Jahr, danach kontinuierliche Betreuung	
Verantwortliche	Bürgergruppe	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Für den öffentlichen Bürgerschrank benötigt es einen „Kümmerer“, der die Sauberkeit und Ordnung des Bücherschranks im Blick behält.	
Controlling	Indikatorwert 1. Bereitschaft von Ehrenamtlichen sich einzubringen 2. Nutzungsquote der Angebote	Zyklus Jährliche Evaluation der Nutzungsquoten für die Bücherschränke, Klickzahlen der Online-Tauschbörse und Besucher/innen der Tauschbörsen

11.2 Zahlenwerte und Einheiten

Tabelle 11-1: Energieinhalt ausgewählter (Brenn)Stoffe

Stoff	Menge	Energieinhalt [kWh]
Steinkohle	1 kg	8,14
Braunkohle	1 kg	5,5
Holz	1 kg	ca. 3,8
Heizöl	1 Liter	10,7
Benzin	1 Liter	8,4
Erdgas	1 m ³ = 1000 l	8,8 - 12,6
Wasserstoff	1 m ³ = 1000 l	3

Tabelle 11-2: Potenzen und Vorsatzzeichen, die bei Energieverbrauch und -erzeugung häufig anzutreffen sind

Vorsatz	Zeichen	Potenz	Faktor	Umgangssprachlich
Kilo	k	10 ³	1.000	Tausend
Mega	M	10 ⁶	1.000.000	Million
Giga	G	10 ⁹	1.000.000.000	Milliarde
Tera	T	10 ¹²	1.000.000.000.000	Billion
Peta	P	10 ¹⁵	1.000.000.000.000.000	Billiarde
Exa	E	10 ¹⁸	1.000.000.000.000.000.000	Trillion

Tabelle 11-3: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Energieeinheiten

	kJ	Kcal	kWh	kg SKE	kg RÖE	m ³ Erdgas
1 Kilojoule (1kJ=1000Ws)	1	0,2388	0,000278	0,000034	0,000024	0,000032
1 Kilokalorie (kcal)	4,1868	1	0,001163	0,000143	0,0001	0,00013
1 Kilowattstunde (kWh)	3.600	860	1	0,123	0,086	0,113
1kg Steinkohleeinheit (SKE)	29.308	7.000	8,14	1	0,7	0,923
1kg Rohöleeinheit (RÖE)	41.868	10.000	11,63	1,428	1	1,319
1m ³ Erdgas	31.736	7.580	8.816	1,083	0,758	1

11.3 Heizgradtage, Gradtagzahlen und Witterungskorrektur

Der Bedarf an Heizwärme wird von vielen Faktoren beeinflusst. Ein wesentlicher Faktor dabei ist die Änderung im Wetterverlauf. Damit sind sowohl die Veränderungen im Jahresverlauf als auch klimatischen Schwankungen im Vergleich einzelner Jahre gemeint. Sollen Vergleichswerte gebildet oder Veränderungen protokolliert werden, ist es deshalb erforderlich diese Schwankungen herauszurechnen, also eine Witterungskorrektur vorzunehmen. Im Folgenden werden zunächst die Basisbegriffe und die Grundlagen zum Vorgehen erklärt, bevor dann abschließend auf die eigentliche Korrektur und die unterschiedlichen Vorgehensweisen hierzu eingegangen wird.

11.3.1 Heizgradtage und Gradtagzahlen als Grundlage für die Witterungskorrektur

Um den klimatischen Einfluss auf den Heizwärmebedarf zu beschreiben, werden die Heizgradtage und die Gradtagzahlen berechnet. Hierzu wird zunächst der Tagesmittelwert der Außentemperatur gebildet. Die Innentemperatur wird auf 20°C festgelegt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Festlegung der Heizgrenztemperatur. Diese beschreibt im Grunde, ab welcher Außentemperatur die Heizung eingeschaltet werden muss und hängt damit natürlich vom baulichen Zustand ab. In Tabelle 11-4 sind die üblicherweise verwendeten Werte zusammengestellt.

Tabelle 11-4: Werte der Heizgrenztemperatur für verschiedene Bauausführungen

Bauausführung	Heizgrenztemperatur
Bestandsgebäude	15°C
Niedrigenergiehäuser	12°C
Passivhäuser	10°C

Zur allgemeinen Witterungskorrektur wird die Heizgrenztemperatur für Bestandsgebäude verwendet. Als Heiztag wird ein Tag bezeichnet, an dem die mittlere Außentemperatur niedriger ist als die Heizgrenztemperatur. Die Heizgradtage werden gebildet, indem an Heiztagen die Differenzen zwischen Außentemperatur und Heizgrenztemperatur erfasst und in der Regel zu einem Monatswert aufsummiert wird. Bei einer Außentemperatur von 15°C und mehr sind es also Null Heizgradtage, bei -10°C dagegen 25 Heizgradtage. Heizgradtage eignen sich insbesondere, um bei gemessenen Verbrauchswerten eine Klimabereinigung durchzuführen. Dabei wird der Verbrauchswert durch die entsprechende Zahl an Heizgradtagen geteilt und mit dem analog ermittelten Wert aus mehreren Heizperioden (langjähriges Mittel) multipliziert.

Die Gradtagzahl ist dagegen die richtige Eingangsgröße für eine Energiebilanzrechnung, bei der innerhalb der Heizperiode solare und interne Gewinne mit berücksichtigt werden, wodurch sich der Wärmebedarf entsprechend reduziert. Für die Bildung der Gradtagzahl wird an Heiztagen die Differenz zwischen Raumtemperatur und Außentemperatur gebildet. Es ergeben sich also null Gradtage, wenn die Außentemperatur größer oder gleich 15°C ist, bei -10°C sind es aber 30 Gradtage. Tabelle 11-5 veranschaulicht dieses Vorgehen für einen Beispielmonat.

Tabelle 11-5: Bildung von Heizgradtagen und Gradtagzahlen in einem Beispielmonat

Tag	Außentemperatur [°C]	Gradtag- zahl	Heizgradtage
1	17,0	0,0	0,0
2	15,5	0,0	0,0
3	16,8	0,0	0,0
4	14,2	5,8	0,8
5	11,1	8,9	3,9
6	8,6	11,4	6,4
7	5,2	14,8	9,8
8	1,9	18,1	13,1
9	-2,0	22,0	17,0
10	-5,6	25,6	20,6
11	-8,7	28,7	23,7
12	-10,0	30,0	25,0
13	-3,2	23,2	18,2
14	-2,0	22,0	17,0
15	-5,6	25,6	20,6
16	-8,7	28,7	23,7
17	-10,0	30,0	25,0
18	-3,2	23,2	18,2
19	2,0	18,0	13,0
20	5,1	14,9	9,9
21	7,5	12,5	7,5
22	8,3	11,7	6,7
23	4,6	15,4	10,4
24	5,9	14,1	9,1
25	3,6	16,4	11,4
26	2,9	17,1	12,1
27	1,0	19,0	14,0
28	4,3	15,7	10,7
29	8,5	11,5	6,5
30	15,1	0,0	0,0
31	18,0	0,0	0,0
	Summen	484,3	354,3

Tabelle 11-6: Entwicklung der monatlichen Heizgradtage und Gradtagzahlen über ein Jahr

Monat	Gradtag- zahl	Heizgradtage
Januar	541	386
Februar	404	264
März	428	273
April	331	185
Mai	88	30
Juni	4	0
Juli	0	0
August	0	0
September	138	63
Oktober	151	42
November	370	220
Dezember	521	370
Jahr	2.976	1.834
langjähriges Mittel	3.367	2.105

Tabelle 11-6 zeigt die Entwicklung beider Korrekturgrößen das Jahr 2022 auf Basis des gewichteten Mittels der in den Wetterstationen Pforzheim Ispringen, Rheinstetten und Mühlacker gemessenen Werte. Im Vergleich zum langjährigen Mittel verdeutlichen die Summenwerte, dass das Jahr wärmer war. Demnach sollte auch der Heizwärmebedarf ca. 12 % unter dem Durchschnittswert liegen.

Über die Heizgradtage lassen sich nun auch die Verbrauchsmengen, die durch einen Tankvorgang bestimmt wurden auf einzelne Zeitabschnitte verteilen. Das dazu notwendige Vorgehen wird im Folgenden an einem Beispiel erläutert. Nach den vorliegenden Rechnungen wurde im Beispiel der Tank Ende April 2018 befüllt. Beim nächsten Tankvorgang Ende November 2019 wurden 4.655 Liter getankt. Unter der Voraussetzung, dass bei beiden Tankvorgängen der gleiche Füllstand – in der Regel voll – erreicht wurde, lag der Verbrauch in den 19 Monaten also bei 4.655 l. Die Heizgradtage für diesen Zeitabschnitt sind in Tabelle 11-7 beispielhaft zusammengestellt. Insgesamt waren es 2.871 Heizgradtage. Davon entfielen 950 auf 2018 und 1.921 auf 2019. Die Verbrauchsmengen werden nun anteilig nach Heizgradtagen aufgeteilt.

Tabelle 11-7: Heizgradtage als Beispiel für die Aufteilung von Verbrauchsmengen

Monat	Heizgradtage	
Mai 18	24	
Juni 18	10	
Juli 18	1	
August 18	6	
September 18	45	
Oktober 18	161	
November 18	330	Teilsumme 2018
Dezember 18	373	950
Januar 19	480	
Februar 19	353	
März 19	275	
April 19	165	
Mai 19	140	
Juni 19	1	
Juli 19	3	
August 19	1	
September 19	60	
Oktober 19	139	Teilsumme 2019
November 19	304	1.921
Dezember 19	396	
Heizgradtage im Verbrauchszeitraum Teilsomme 2018+ Teilsomme 2019		2.871

Von der verbrauchten Heizölmenge entfiel demnach auf das Jahr 2018 ein Anteil von:

$$\text{Verbrauch in 2018} = \frac{950}{2871} * 4655l = 1540l$$

Für das Jahr 2019 waren es:

$$\text{Verbrauch in 2019} = \frac{1921}{2871} * 4655l = 3115l$$

Der übrige Verbrauchanteil für das Jahr 2018 ist analog über die Daten des vorherigen Tankvorgangs (wahrscheinlich in 2017) zu ermitteln. Für den Jahresverbrauch 2019 fehlt noch der Dezember. Der anteilige Verbrauch für diesen Monat wird dann aus dem ersten nachfolgenden Tankvorgang wahrscheinlich im Jahr 2020 abgeleitet. Solange dieser noch nicht erfolgt ist, kann eine erste Einschätzung über die Heizgradtage erfolgen. Es entfallen auf den Dezember 396 von 2.317 Heizgradtage im Jahr 2019 also ein Anteil von 0,171. Das heißt, es kann als erste Einschätzung von einem Jahresverbrauch von $3.115l / (1 - 0,171) = 3.806l$ ausgegangen werden. Der geschätzte Dezembervverbrauch im Jahr 2019 sollte also ungefähr bei $3.806l * 0,171 = 651l$ liegen.

11.3.2 Witterungskorrektur bzw. Witterungsbereinigung

Zur Witterungskorrektur von jährlichen Verbrauchswerten werden im Allgemeinen die Gradtagzahlen verwendet. Natürlich variieren die Kennzahlen für die Witterung nicht nur mit der Jahreszeit bzw. dem Jahr an sich. Sie stehen auch in direktem Zusammenhang mit dem jeweiligen Standort. So ergeben sich an tendenziell kälteren Standorten z. B. im Allgäu deutlich höhere Heizgradtage oder Gradtagzahlen als in Karlsruhe. Für eine Korrektur regionaler Werte wären also auch lokale Messwerte wünschenswert. Selbst wenn diese über eine verlässliche Messstation vor Ort ermittelt werden, mangelt es aber meistens an der zur Bildung des langjährigen Mittels notwendigen Datenbasis. Eine Möglichkeit zu aussagekräftigen Vergleichswerten zu kommen, ist das Excel-basierte Rechenwerkzeug des IWU [7]. Um die Standortproblematik zu erfassen, wird hier aktuell über drei möglichst regional gelegene Wetterstationen gemittelt. Über diesen Weg gibt das Rechenwerkzeug dann die Gradtagzahlen für das jeweilige Jahr sowie das langjährige Mittel aus. Tabelle 11-8 zeigt hierfür ein Beispiel. Demnach war das Jahr 2019 mit 3.421 Gradtagen deutlich wärmer als das langjährige Mittel der Klimazone mit 3.983. Der Verbrauchswert ist also mit einem Faktor von 1,16 zu multiplizieren, damit er mit anderen Jahren verglichen werden kann. Im oben berechneten Beispiel ergibt sich also für 2019 ein witterungsbereinigter Verbrauch von $1,16 \cdot 3.806 \text{ l} = 4.415 \text{ l}$ und der auf den ersten Blick vielleicht günstige Wert relativiert sich, weil er nur auf das milde Wetter in 2019 zurückzuführen war.

Auf die beschriebene Art ist es möglich, Schwankungen im lokalen Heizenergieverbrauch, die allein auf die Änderung der klimatischen Verhältnisse zurückgehen, näherungsweise auszugleichen.

Bei großflächigen Untersuchungen, die sich z. B. wie die bereits öfter zitierte ages-Studie [4] auf das ganze Bundesgebiet beziehen, muss auch der Standortfaktor, also der klimatische Unterschied, der allein auf den Ort zurückzuführen ist, ausgeglichen werden. Dies wird gewährleistet, indem die lokale Gradtagzahl des Jahres nicht auf das langjährige lokale Mittel, sondern auf das Mittel eines festen Referenzstandortes bezogen wird. Damit wird quasi berechnet, wie der Verbrauch des untersuchten Objekts ausgefallen wäre, wenn es den mittleren klimatischen Bedingungen am Referenzstandort ausgesetzt gewesen wäre. Bis April 2008 wurde Würzburg mit einer Gradtagzahl von 3.883 als deutscher Referenzstandort verwendet. Der entsprechende Klimafaktor ist ebenfalls in Tabelle 11-8 angegeben. Mit dem 01.05.2008 wurde der Referenzstandort auf Potsdam mit einer Gradtagzahl von 3.667 verlegt. Für den Referenzstandort Würzburg hätte sich im Beispiel ein witterungskorrigierter Verbrauch von $1,26 \cdot 3.806 \text{ l} = 4.796 \text{ l}$ ergeben.

Sobald sich der neu eingeführte Referenzstandort in allen Studien etabliert hat, gibt es dann wieder einen direkten Zugang zu sehr lokalen Klimafaktoren. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) veröffentlicht diese als Service monatlich und postleitzahlenscharf für alle Orte in Deutschland. Der entsprechende Link lautet:

<http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>.

Tabelle 11-8: Gradtagzahlen und Klimafaktoren als Beispiel

		lokal	Würzburg	Potsdam
	Mittel	3.367	3.883	3.667
Jahr	Gradtagzahl	Klimafaktor		
2001	3003	1,081	1,05	0,99
2002	3341	0,972	0,97	0,92
2003	3104	1,046	1,03	0,97
2004	3394	0,956	0,96	0,90
2005	3417	0,950	0,95	0,90
2006	3224	1,007	0,92	0,87
2007	3279	0,990	0,97	0,91
2008	3135	1,035	1,05	0,99
2009	3388	1,133	1,12	1,02
2010	3334	1,218	0,96	0,87
2011	3772	1,059	1,2	1,07
2012	3038	1,302	1,1	1,01
2013	3324	1,207	1,04	0,98
2014	3545	1,133	1,28	1,15
2015	2843	1,387	1,17	1,08
2016	3149	1,260	1,13	1,07
2017	3285	1,218	1,14	1,08
2018	3273	1,228	1,25	1,15
2019	2917	1,377	1,2	1,15
2020	3119	1,292	1,25	1,15
2021	2924	1,366	1,08	1,03
2022	3388	1,186	1,26	1,13