



Energie- und Klimaschutzkonzept

für mehr regionale Wertschöpfung
im Zollernalbkreis



Klimaschutzprozess im Zollernalbkreis

März 2015	Beschluss Energie- und Klimaschutzkonzept für den Zollernalbkreis
Juli 2017	Beschluss 1. Fortschreibung Energie- und Klimaschutzkonzept für den Zollernalbkreis zusammen mit einem Klimaschutz-Controlling
Dezember 2024	Beschluss 2. Fortschreibung Energie- und Klimaschutzkonzept

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Energie- und Klimaschutzkonzept das generische Maskulinum verwendet. Die Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Inhalt

1	Vorwort.....	3
2	Kernaussagen	4
3	Zusammenfassung/Handlungsempfehlungen.....	6
3.1	Zusammenfassung Sektor Strom	6
3.2	Zusammenfassung Sektor Wärme	7
3.3	Gebäudebestand/Energieeffizienz.....	8
3.4	Mobilität.....	8
4	Einleitung	10
5	Energieversorgungssicherheit, Klimawandel und Suffizienz	12
5.1	Regionale Energie(Strom)versorgung	12
5.2	Klimawandel.....	15
5.3	Suffizienz	18
6	Regionale Wertschöpfung	19
7	Politische Zielsetzungen sowie gesetzliche Regelungen	22
7.1	Europäisches Klimagesetz	22
7.2	Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG).....	22
7.3	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)	23
7.4	Weitere gesetzliche Rahmenbedingungen	24
8	Zielsetzung und Leitbild des Zollernalbkreises	26
9	Beteiligungskonzept	28
9.1	Online Bürgerbeteiligung	29
9.2	Workshop politische Entscheidungsträger	31
9.3	Einbindung Energieteam European Energy Award.....	31
10	Energie- und Treibhausgasbilanz	32
10.1	Gebäude- und Heizungsstruktur.....	33
10.2	Ist-Analyse	36
10.2.1	Endenergieverbrauch nach Energieträger.....	37
10.2.2	Endenergieverbrauch nach Sektoren.....	38
10.2.3	Endenergieverbrauch kommunaler Gebäude nach Energieträger.....	39
10.3	Strom.....	40
10.3.1	Stromverbrauch	40

10.3.2	Zusammensetzung der erneuerbaren Stromerzeugung	42
10.4	Wärme.....	43
10.4.1	Wärmeverbrauch/ erneuerbare Wärmeerzeugung	43
10.4.2	Aufteilung der erneuerbaren Wärmeerzeugung	43
10.5	CO ₂ Bilanz.....	45
11	Potentialanalyse	46
11.1	Strom-Potential und Ausgangslage erneuerbarer Energien	46
11.1.1	Photovoltaik	46
11.1.2	Windenergie	48
11.1.3	Biomasse.....	51
11.1.4	Wasserkraft	52
11.2	Wärme-Potential und Ausgangslage erneuerbarer Energien	54
11.2.1	Biogas.....	54
11.2.2	Feste Biomasse	54
11.2.3	Wärmepumpen	55
11.2.4	Solarthermie	58
11.2.5	Wasserstoff.....	59
11.2.6	Deponiegas	61
11.2.7	Einsparpotentiale Wärme.....	61
12	Trend-Szenario bei gleichbleibender Zubaugeschwindigkeit	65
12.1	Trend-Szenario im Sektor Strom	65
12.2	Trend-Szenario im Sektor Wärme	66
12.3	Fazit Trend-Szenario	67
13	Erneuerbare Energien Szenario bei Nutzung des Potentials	68
13.1	Erneuerbare Energien Szenario im Sektor Strom	68
13.2	Erneuerbare Energien Szenario im Sektor Wärme	69
13.3	Fazit Erneuerbare Energien Szenario.....	71
14	Mobilität und Klimaschutz.....	72
14.1	Ausgangssituation und Rahmenbedingungen.....	72
14.2	Verkehrliche Anbindung	74
14.3	Zielsetzung und Handlungsfelder zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Verkehr	76
14.4	Elektrifizierung des Fahrzeugbestands, Effizienz und prognostizierter Strombedarf	78
14.5	Klimamobilitätsplanung.....	80
15	Klimaneutrale Verwaltung Landratsamt Zollernalbkreis	81

15.1	Klimaschutzpakt und KlimaG BW	81
15.2	Treibhausgasbilanz der Landkreisverwaltung	81
15.2.1	Methodik und Datensammlung	81
15.2.2	Energie- und THG-Bilanz	83
15.2.3	Ergänzende Darstellung Stromerzeugung durch Photovoltaik	85
15.2.4	Ergänzende Darstellung Wege zur Arbeit	86
15.2.5	Zusammenfassung Kernbilanz und ergänzende Darstellung	86
15.3	Zieldefinition und Potentialanalyse	88
15.3.1	Zielsetzung der klimaneutralen Kommunalverwaltung	88
15.3.2	Zielpfad Treibhausgasemissionen bis 2040	89
15.3.3	Ausgleichsverrechnungen.....	90
15.3.4	Klimafolgekosten	92
15.4	Handlungsfelder	96
15.4.1	Liegenschaften der Kreisverwaltung	96
15.4.2	Mobilität (Fuhrpark) der Kreisverwaltung.....	101
15.5	Zusammenfassung und Maßnahmen	103
16	Controlling-Instrumente	105
17	Maßnahmenkatalog.....	108
18	Glossar.....	110
19	Verfasser, Mitwirkende, Herausgeber.....	114
20	Quellen.....	115
21	Abbildungsverzeichnis.....	123
22	Tabellenverzeichnis.....	126
23	Anhang.....	127

1 Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

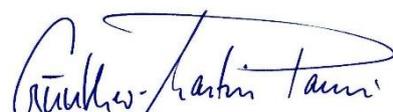
in einer Zeit, in der die Herausforderungen des Klimawandels immer deutlicher spürbar werden, ist es von entscheidender Bedeutung, dass wir als Gesellschaft noch aktiver an der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft arbeiten. Dieses Energie- und Klimaschutzkonzept zeigt Maßnahmen auf, um die Energiewende sinnvoll voranzubringen. Hierbei steht die regionale Wertschöpfung im Zollernalbkreis im Fokus.



Wir wollen unseren Energieverbrauch optimieren, Emissionen reduzieren und innovative Lösungen finden, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll sind. Dieses Konzept bietet eine umfassende Analyse unserer aktuellen Rahmendaten. Es zeigt konkrete Maßnahmen auf, die wir ergreifen können, um unsere gesetzlich vorgegebenen Klimaziele zu erreichen. Eine zentrale Rolle nimmt hierbei der gesunde Energiemix auf der Basis erneuerbarer Ressourcen ein. Durch diesen kann die Wettbewerbsfähigkeit unserer heimischen Wirtschaft und eine sichere Energieversorgung gewährleistet werden. Alle Anstrengungen können wir nur gemeinsam mit Politik, Wirtschaft sowie den Bürgerinnen und Bürgern im Landkreis bewältigen.

Gemeinsam leisten wir einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz und sichern die Lebensqualität – vor allem für zukünftige Generationen. Lassen Sie uns diesen Weg beschreiten und die Weichen für eine nachhaltige und klimafreundliche Zukunft stellen.

Wir laden Sie ein, sich mit den Inhalten dieses Konzeptes auseinanderzusetzen und aktiv an der Umsetzung mitzuwirken.


Günther-Martin Pauli

Landrat des Zollernalbkreises

2 Kernaussagen

1. **Regionale Wertschöpfung:** Die lokale Stromversorgung mit Photovoltaik und Windenergie kann bis 2040 rund 170 Millionen Euro regionale Wertschöpfung generieren, die durch die aktive Beteiligung von Wirtschaft, Kommunen und Bürgern auf etwa 293 Millionen Euro gesteigert werden kann.
2. **Wirtschaft stärken:** Erneuerbare Energien sichern die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Zollernalbkreis durch günstige Stromerzeugung und lokal niedrige Strompreise. Ihr Ausbau ist entscheidend für die Zukunft der regionalen Wirtschaft.
3. **Sichere Energieversorgung:** Erneuerbare Energien können den Zollernalbkreis bilanziell vollständig mit lokaler Energie versorgen. Sie tragen zu verringerten Abhängigkeiten von Energieimporten und damit zur Versorgungssicherheit bei.
4. **Erhöhte Ausbaugeschwindigkeit:** Mit einem aktuellen Anteil von 22% an erneuerbaren Energien im Strombereich bleibt der Zollernalbkreis hinter dem bundesweiten Durchschnitt von 50% zurück. Eine Beschleunigung des Ausbaus ist dringend notwendig.
5. **Akzeptanz im ZAK:** 86 % der Bürger im Zollernalbkreis halten den Ausbau von Photovoltaik und Windkraft für wichtig und richtig.
6. **Wärmesektor:** Erneuerbare Energien decken im Wärmesektor nur 11% des Bedarfs. Biomasse kann am gesamten Wärmesektor nur einen Betrag von maximal 9% leisten. Um den Anteil deutlich zu erhöhen, benötigt es den Ausbau von Wärmenetzen und Wärmepumpen.
7. **Sektorkopplung:** Die Umstellung auf erneuerbare Energien im Wärme- und Verkehrssektor erfordert eine Kopplung beider Sektoren mit dem Stromsektor. Den erhöhten Strombedarf kann nur der Ausbau von Windkraft und Photovoltaik langfristig decken.
8. **Wasserstoffnutzung:** Wasserstoff wird vor 2035 keine zentrale Rolle in der regionalen Energieversorgung spielen, da die nötige Infrastruktur nicht vorhanden ist.
9. **Flexibilität:** Ein erneuerbares Energiesystem benötigt vielseitige Flexibilitätsoptionen wie Speicherlösungen und den Ausbau der Netzinfrastruktur, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.
10. **Mobilitätswende:** Durch den Strukturwandel profitieren alle Menschen im Zollernalbkreis: Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und Verkehrsverbesserung entlasten Umwelt und Klima, vermindern Verkehrsaufkommen, Parkdruck und Parksuchverkehr und schützen damit Anwohner vor Emissionen wie Lärm, Abgasen oder Feinstäuben.
11. **Dekarbonisierung:** Die Umsetzung der Energie- und Mobilitätswende leistet einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen vor Ort. Damit wird der Zollernalbkreis seiner Verantwortung gerecht und setzt sich für eine für zukünftige Generationen lebenswerte Zukunft ein.

- 12. Klimawandel – Klimaanpassung:** Solange die globalen THG-Emissionen weiter steigen, wird der beobachtete Klimawandel mit all seinen Folgen aller Voraussicht nach ungebremsst weitergehen. Da eine reine Klimaanpassung deutlich teurer sein wird als das Ergreifen von Klimaschutzmaßnahmen, müssen Klimaschutz und Klimaanpassung gemeinsam gedacht und umgesetzt werden.
- 13. Klimaneutralität:** Bei gleichbleibender Zubaugeschwindigkeit sind die Ziele der Klimaneutralität 2040 sowie die Energiewende im Zollernalbkreis nicht erreichbar.

3 Zusammenfassung/Handlungsempfehlungen

3.1 Zusammenfassung Sektor Strom

Der Zollernalbkreis verfügt über sehr große Potentiale im Bereich erneuerbare Energien im Stromsektor, siehe Kap.11.1. In Abbildung 1 sind die erneuerbaren Energien-Potentiale im Bereich Strom dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, dass dieses Potential den aktuellen und den zukünftigen Stromverbrauch, siehe Kap. 13.1., deutlich übersteigt. Die Geschwindigkeit des Zubaus muss deutlich erhöht werden, um den Bundes- und Landesdurchschnitt zu erreichen. Auf dem Markt sind derzeit viele Investoren vorhanden, sodass der Ausbau erneuerbarer Energien finanziell nicht von Kommunen gestemmt werden muss. Im Gegenteil trägt der Ausbau dazu bei, durch Pacht, Gewerbesteuererhöhungen und Abgaben für den erzeugten Strom die kommunalen Finanzen zu stärken. Zudem ist der Ausbau wichtig, um den Wirtschaftsstandort Zollernalbkreis zu halten. Durch Direktstromlieferverträge können Unternehmen von günstigem Strom profitieren. Wichtig bei allen erneuerbaren Energien-Projekten ist eine Beteiligung der Bürger, der Landwirtschaft, der Unternehmen und der Kommunen vor Ort.

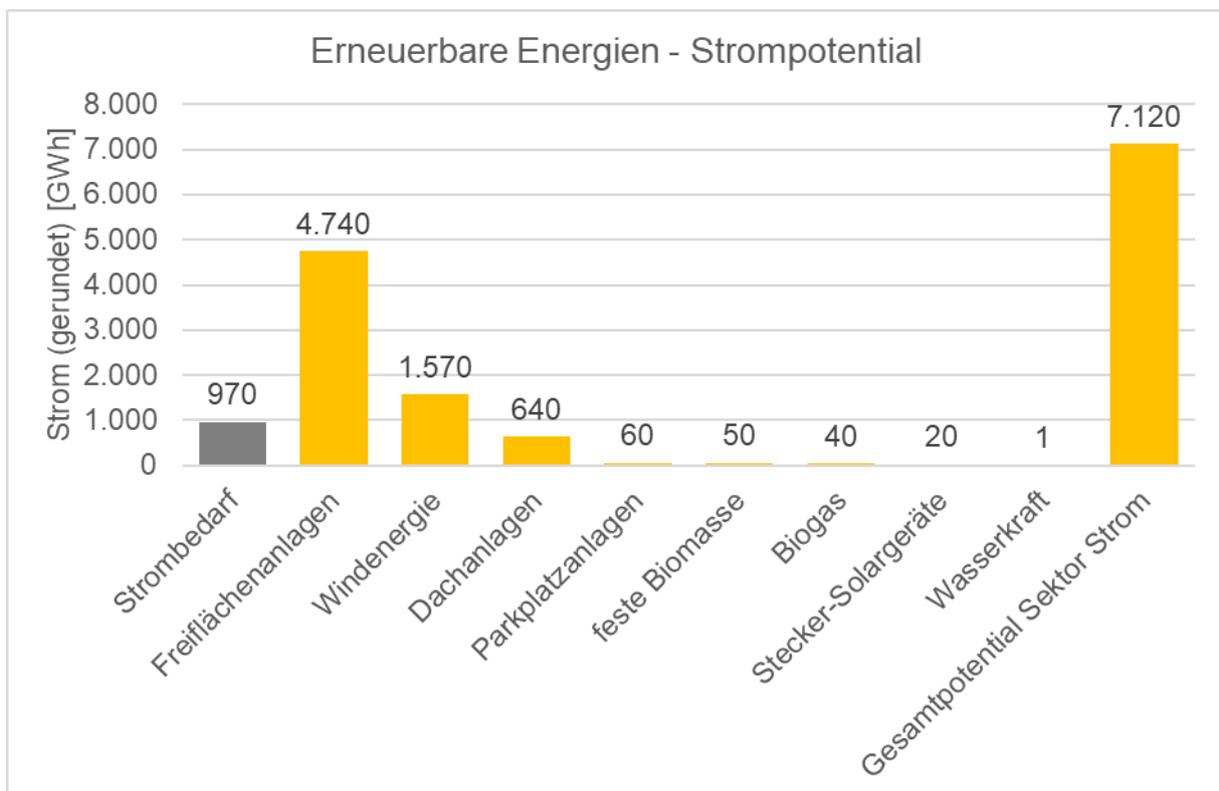


Abbildung 1: Darstellung der Potentiale im Bereich Strom (gerundet)

Große Potentiale sind vor allem im Bereich Windkraft und Photovoltaik vorhanden. Der alleinige Photovoltaik-Zubau auf Dächern und Parkplätzen ist nicht ausreichend, deshalb müssen zunehmend Freiflächen-Photovoltaikanlagen in landwirtschaftlich weniger geeigneten Gebieten realisiert werden. Wichtig ist die aktive Miteinbeziehung der Landwirtschaft bei der Umsetzung.

3.2 Zusammenfassung Sektor Wärme

Aus der Abbildung 2 geht deutlich hervor, dass die Potentiale im Bereich Wärme nicht ausreichend sind, um den aktuellen Bedarf mit erneuerbaren Energien zu decken. Um die Wärmeversorgung im Landkreis lokal decken zu können, ist der Einsatz von Wärmepumpen und direktelektrischen Prozessen (z.B. Heizstab, Durchlauferhitzer, Verdampfer) notwendig. Der hierfür benötigte Strom wäre durch die großen Potentiale im Strombereich vorhanden, siehe Kap. 3.1. Zielführend und notwendig ist zudem der Ausbau von Wärmenetzen, um Potentiale im Bereich Abwasserwärme, Abwärme der Industrie und Hackschnitzel nutzen zu können. Durch die Sektorenkopplung mit dem Strombereich wäre im Wärmebereich eine vollständige Deckung mit erneuerbaren Energien im Zollernalbkreis möglich.

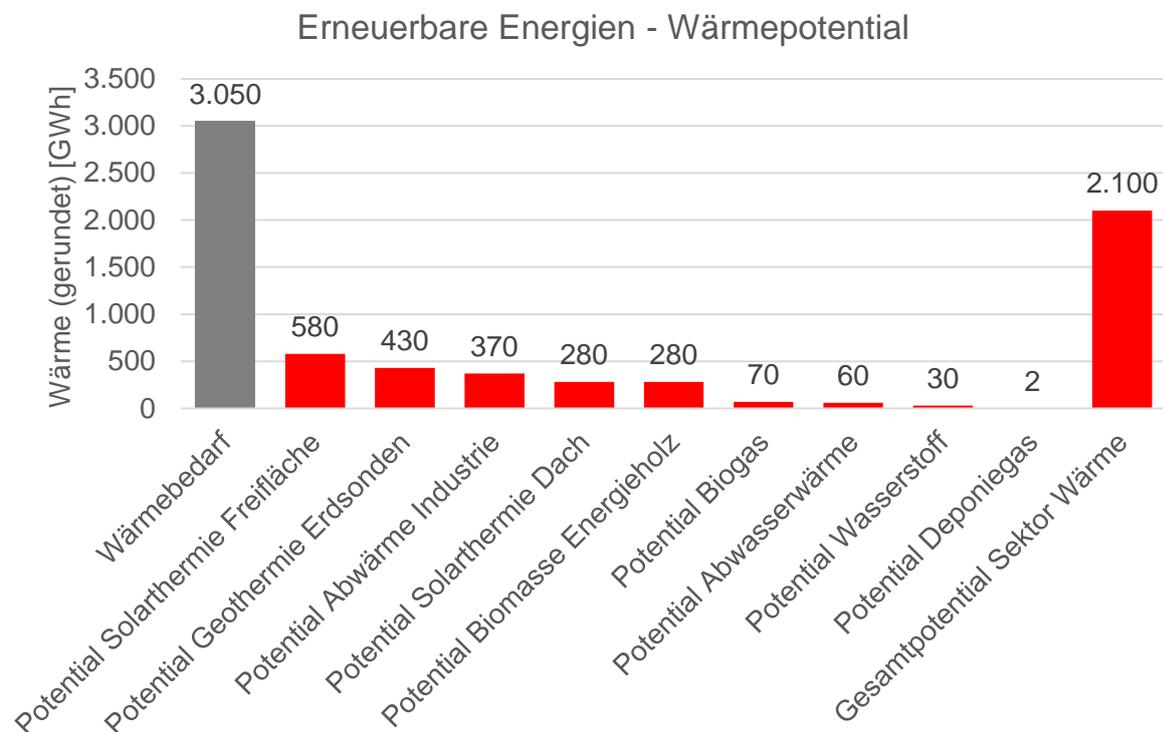


Abbildung 2: Darstellung der Potentiale im Bereich Wärme (gerundet)

3.3 Gebäudebestand/Energieeffizienz

Der Hauptanteil der benötigten Endenergie wird zur Bereitstellung von Wärme verbraucht. Der Wärmeverbrauch im Zollernalbkreis ist dreimal so hoch wie der Stromverbrauch. Folglich ist die Energiewende nur durch eine Wärmewende zu schaffen. Gleichzeitig muss das Thema Energieeinsparung und Energieeffizienz mehr in den Vordergrund gerückt werden.

Im Jahr 2022 sind im Zollernalbkreis rund 60.000 Wohngebäude vorhanden, die knapp 94.000 Wohnungen umfassen ([1], Stand 2023). Der Zollernalbkreis hat somit mit 77,6% den höchsten Einfamilienhausanteil in ganz Baden-Württemberg. [1]

Von diesem Gebäudebestand sind ca. 65% vor dem Jahr 1980 errichtet worden. Im Jahr 1978 trat die erste Wärmeschutzverordnung in Kraft, die energetische Mindestanforderungen für Gebäude regelte. Das bedeutet, dass ca. 65% aller Wohngebäude im Zollernalbkreis zu einer Zeit errichtet wurden, in denen es noch keine gesetzlichen energetischen Mindestanforderungen gab.

In der Praxis zeigt sich, dass bei einem Großteil der Gebäude, die vor 1980 errichtet worden sind, nur Einzelmaßnahmen wie beispielsweise der Fenstertausch durchgeführt wurden. Dies resultiert aus den langen Lebensdauern einzelner Gebäudebestandteile (z.B. Dach mit Ziegeleindeckung > 50 Jahre). Hier ist im Zollernalbkreis ein hohes Einsparpotential und ein großer individueller Beratungsbedarf vorhanden.

Ein wichtiger Hebel bei der energetischen Sanierung liegt im Bereich der Dämmung der obersten Geschossdecke und der Außenwanddämmung. Hier ist es erforderlich, vermehrt über die Vorteile dieser Sanierungsmaßnahme aufzuklären, sowohl im Bereich Handwerk, als auch im Bereich Gebäudeeigentümer.

Bei den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Neubauten, Sanierungs- und Renovierungsmaßnahmen sollten nicht nur Investitionskosten betrachtet werden, sondern auch die verminderten Betriebskosten über die Lebensdauer des Gebäudes durch die energetische Sanierung.

3.4 Mobilität

Im Zollernalbkreis verursachte der Verkehrssektor im Jahr 2022 19% der Treibhausgasemissionen. Dominierend ist dabei der motorisierte Individualverkehr, der auf dem hohen Kraftfahrzeugbestand im Zollernalbkreis basiert. Zur Erreichung der Verkehrswende hat das Land Baden-Württemberg fünf Ziele definiert, mit welchen die Emissionen im Verkehrssektor bis 2030 um 55% gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden sollen. Diese umfassen den öffentlichen

Verkehr, die Antriebswende, den klimaneutralen Güterverkehr, die selbstaktive Mobilität zu Fuß oder mit dem Fahrrad sowie generell weniger Kfz-Verkehr. Zur Zielerreichung wurden im Rahmen der Fortschreibung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für den Zollernalbkreis Maßnahmen entwickelt, die auf den Impulsen der Beteiligungsprozesse basieren. Einen wichtigen Beitrag wird die Antriebswende der Fahrzeuge leisten, denn Elektrofahrzeuge sind durch einen hohen Wirkungsgrad deutlich energieeffizienter als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Dennoch wird die Antriebswende im Mobilitätsbereich zu einem steigenden Strombedarf führen. Während die im Jahr 2023 im Zollernalbkreis zugelassen PKW mit elektrischem Antrieb 12,1 GWh Strom pro Jahr benötigen, wird von einem Strombedarf im Jahr 2040 in Höhe von rund 220 GWh ausgegangen. Sonderfahrzeuge und der Güterverkehr sind in dieser Berechnung nicht berücksichtigt, weshalb von einem noch höheren Stromverbrauch auszugehen ist. Der erhöhte Strombedarf geht dabei einher mit einem geringeren Bedarf an fossilen Brennstoffen. Wichtig dabei ist, dass dieser Strom erneuerbar und regional erzeugt wird, um Emissionen zu vermeiden und einen Mehrwert für die Region zu generieren.

4 Einleitung

Motivation

Die Themen Energie und Klimaschutz haben in unserer heutigen Gesellschaft einen immer wichtigeren Stellenwert. Dem Einfluss von knapper werdenden Ressourcen, steigenden Rohstoffkosten, Umweltverschmutzung und Folgen des Klimawandels kann sich niemand entziehen. Der Zollernalbkreis muss hier seinen Beitrag leisten, um in Zukunft ein attraktiver und nachhaltiger Lebensraum und Wirtschaftsstandort zu sein. Die Abkehr von Gas- und Ölimporten hin zu regionalen, möglichst erneuerbaren Erzeugungsanlagen führt zu einer Steigerung der regionalen Wertschöpfung und Verminderung der Abhängigkeit von Energieimporten. Da der Landkreis ein wichtiger Wirtschaftsstandort ist, muss die Versorgungssicherheit stets gewährleistet sein.

Struktur

Für die Energie- und CO₂-Bilanz wurden Daten von 2021/2022 verwendet, diese sind derzeit die aktuellsten Emissionsdaten, welche vom Statistischen Landesamt zur Verfügung gestellt werden können (Stand 9/2024).

Nutzen

Energiesparen und die Steigerung energieeffizienter Maßnahmen, verbunden mit einem wirtschaftlich sinnvollen Ausbau der erneuerbaren Energien, erfordert ein gemeinsames und ständiges Engagement von Kommunen, Unternehmen und Bürgern. Das Energie- und Klimaschutzkonzept Zollernalbkreis soll als Grundlage und Bestandsaufnahme der bisherigen Klimaschutzaktivitäten im Landkreis dienen. Des Weiteren soll es als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für zukünftig notwendige Aktivitäten genutzt werden.

Weitere Vorteile sind:

- Erkennen von Potentialen und Definieren erforderlicher Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele
- das Energie- und Klimaschutzkonzept des Zollernalbkreises kann als Grundlage zur Erstellung von Klimaschutzkonzepten für Städte und Gemeinden im Zollernalbkreis genutzt werden
- Fortschreibbarer Fahrplan, um klimapolitische Zielvorgaben zu bewerten und zu erreichen

- Vorteile bei Förderprogrammen im Zuge von Maßnahmen zum Energie- und Klimaschutz
- Transparenz und Kommunikationsgrundlage im Austausch mit Unternehmen, Kommunen sowie Bürgern

5 Energieversorgungssicherheit, Klimawandel und Suffizienz

Im Jahr 2020 wurden rund 70% des gesamten deutschen Energieverbrauches durch importierte, überwiegend fossile Energieträger abgedeckt (Steinkohle, Mineralöl, Erdgas und Uran). Öl ist mit einem Anteil von 28% am Endenergieverbrauch weiterhin der wichtigste fossile Primärenergieträger, gefolgt von Erdgas (27%) und Steinkohle (4%) [2]. Bei allen drei Energieträgern hatte Russland bis ins Jahr 2022 eine zentrale Marktstellung als Hauptlieferant Deutschlands [3]. Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind die einzigen verfügbaren Alternativen, die sowohl kostengünstig, schnell skalierbar als auch langfristig nachhaltig sind, um strukturell die Abhängigkeit von fossilen Importen zu reduzieren. Dies unterstreicht ihre Bedeutung auch jenseits des Klimaschutzes. Aus Sicht der Denkfabrik Agora Energiewende kommt erneuerbaren Energien und Energieeffizienz eine strategische, sicherheitspolitische Bedeutung zu. Damit erneuerbare Energien zu jedem Zeitpunkt die Stromnachfrage decken können, bedarf es allerdings ergänzender Maßnahmen zur Flexibilisierung des Stromsystems (Netzausbau, Stromspeicher, Lastmanagement inklusive flexibles Laden von E-Pkw) und grünem Wasserstoff als saisonalem Speicher [2].

5.1 Regionale Energie(Strom)versorgung

Die Bedeutung von Strom nimmt auf dem Weg hin zu einer klimaneutralen Gesellschaft kontinuierlich zu. Strom kann bei vielen Endanwendungen sehr effizient eingesetzt werden. Insbesondere im Verkehr und Wärmemarkt ergeben sich deutliche Vorteile durch die Sektorenkopplung mit Strom im Vergleich zu Verbrennungsmotoren und Heizkesseln [4]. Durch eine zunehmende Elektrifizierung in den Sektoren Industrie, Mobilität und Gebäude ist trotz der Effizienzgewinne von einem steigenden Stromverbrauch auszugehen (vgl. Kapitel 12.1). Um bei steigendem Stromverbrauch die Abhängigkeit von anderen Ländern und Regionen zu reduzieren, stellt eine erneuerbare, regionale Stromerzeugung ein zentrales Schlüsselinstrument dar. Die Dekarbonisierung und der Umbau der Energieversorgung sind sowohl mit technischen als auch ökonomischen Anstrengungen verbunden. Die Kosten der Stromerzeugung stellen dabei einen maßgeblichen Kostenfaktor dar. Sie lassen sich technologiespezifisch auflösen und sind abhängig von den Kosten für Bau und Betrieb der jeweiligen Stromerzeugungsanlage. Insbesondere die Kosten für erneuerbare Energietechnologien sind in den letzten 15 Jahren stark gesunken [5]. Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) hat die Studie über die aktuellen und zukünftigen Stromgestehungskosten verschiedener Stromerzeu-

gungstechnologien im Jahr 2024 neu aufgelegt. Im Rahmen der Studie wurden Stromgestehungskosten unterschiedlicher erneuerbarer Energietechnologien und konventioneller Kraftwerke untersucht. Stromgestehungskosten sind die Kosten, die für die Errichtung und den jährlichen Betrieb einer Anlage ins Verhältnis zur Stromerzeugungsmenge über die gesamte Lebensdauer der Anlage gesetzt werden. Zusätzlich werden erstmals die Kosten von Gasturbinen, Gas- und Dampfturbinenkraftwerken sowie Brennstoffzellen, die mit grünem Wasserstoff betrieben werden, untersucht. Ein weiterer Teil der Studie befasst sich mit einer Stromgestehungskostenanalyse von Gasturbinen, die im Jahr 2035 von Erdgas auf Wasserstoff umgerüstet werden.

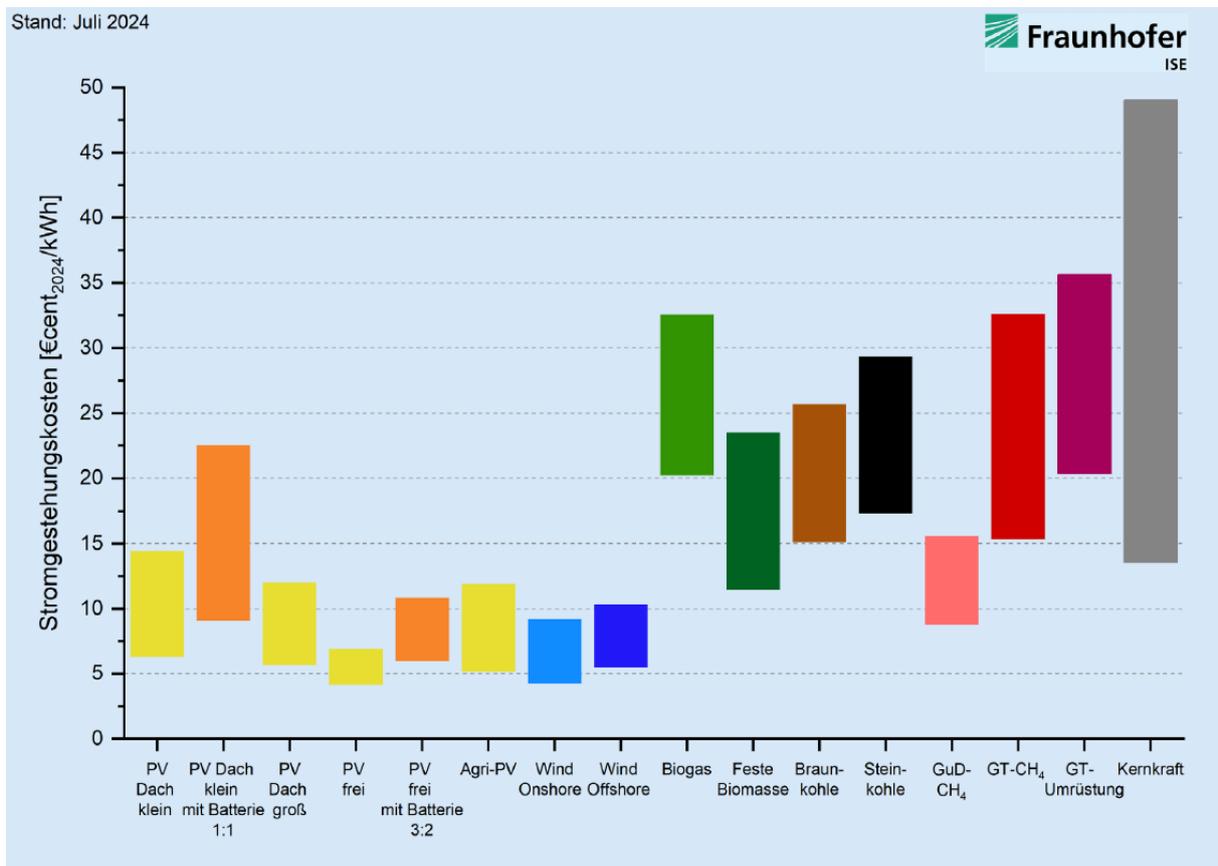


Abbildung 3: Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2024

Es zeigt sich, dass im Jahr 2024 die Stromgestehungskosten von großskaligen, erneuerbaren Energieanlagen deutlich unter den Betriebskosten von konventionellen Kraftwerken liegen. Dies gilt insbesondere für Wind-Onshoreanlagen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-Freiflächenanlagen). Von derzeitigen Stromgestehungskosten zwischen 4,3 bis 9,2 Cent/kWh sinken die Kosten langfristig auf 3,9 bis 8,3 Cent/kWh. Verbesserungen werden hauptsächlich

in einer höheren Volllaststundenzahl und der Erschließung von neuen Standorten mit speziellen Schwachwindturbinen erwartet. Dem gegenüber stehen Stromgestehungskosten von über 15 Cent/kWh für Braunkohlekraftwerke, wobei sich aufgrund der steigenden CO₂-Preisdynamik bei Braunkohle die Stromgestehungskosten bis in das Jahr 2045 mehr als verdoppeln werden [5]. In einem Energiesystem, in dem der Anteil erneuerbarer Energien hoch ist, würden die Stromgestehungskosten von Kernenergie in Zukunft deutlich über denen von Erdgas- bzw. Wasserstoffkraftwerken liegen. Dabei wurden die Folgekosten der Kernkraft sowie die Endlagerung nicht in den Stromgestehungskosten der Fraunhofer Studie berücksichtigt.

Der Zollernalbkreis hat gerade im Bereich PV-Freiflächenanlagen und Wind-Onshoreanlagen (also errichtete Anlagen auf dem Festland) ein sehr großes Potential (vgl. Kapitel 11.1.1 und 11.1.2), welches den aktuellen und zu erwartenden Stromverbrauch im Landkreis (vgl. Kapitel 13.1) um ein vielfaches übersteigt. Im Rahmen eines ersten Zwischenfazits kann festgehalten werden, dass der Zollernalbkreis eine sehr gute Ausgangssituation für eine regionale, erneuerbare Stromerzeugung hat. Die Stromgestehungskosten liegen dabei deutlich unter den Kosten einer Stromerzeugung mittels konventioneller Kraftwerkstechnologien, zumal eine zukünftige Ansiedlung konventioneller Kraftwerke (Kohle-, Kern- oder Gasgroßkraftwerke) im Zollernalbkreis als eher unwahrscheinlich anzusehen ist.

5.2 Klimawandel

Der Einfluss des Menschen hat das Klima in einem Maße verändert, wie es seit mindestens 2.000 Jahren nicht mehr der Fall war. Folgt man dem sechsten Sachstandsbericht des zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on climate change - IPCC) ist die beobachtete Erwärmung eindeutig auf Emissionen aus menschlichen Aktivitäten zurückzuführen [6]. Das Jahrzehnt 2011 bis 2020 war das wärmste seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen. Dabei erwärmt sich der europäische Kontinent etwa doppelt so schnell wie die Welt im globalen Mittel.

Deutschland

Der Klimastatusbericht des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zeigt auf, dass das Jahr 2023 mit 10,6°C Jahresmitteltemperatur erneut das bisher wärmste Jahr seit dem Beginn regelmäßiger Messungen war. Getrieben durch marine Hitzewellen, wies auch die globale Jahresmitteltemperatur im Jahr 2023 gleichzeitig einen neuen Allzeitrekord auf.

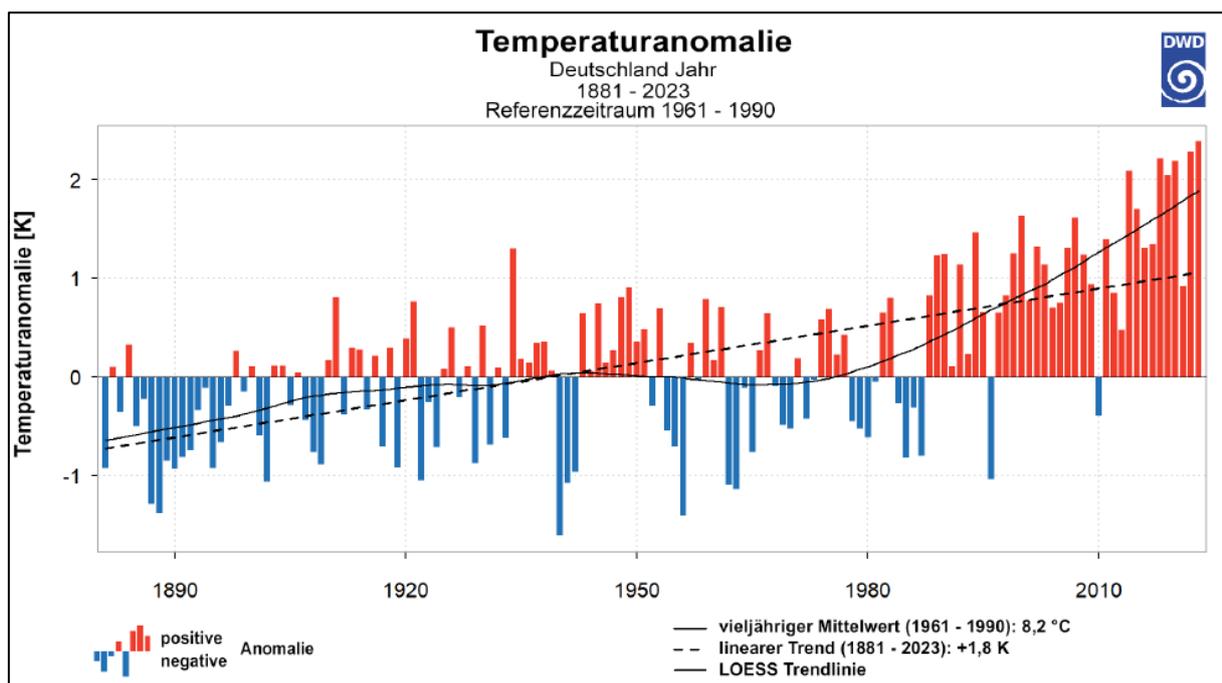


Abbildung 4 Zeitreihe der Anomalie der Temperatur (1881-2023)

Die marinen Hitzewellen mit Rekordtemperaturen der Meeresoberfläche haben auch dazu geführt, dass nach einer Reihe von deutlich zu trockenen Jahren, im Jahr 2023 die sechsthöchste Niederschlagssumme seit dem Jahr 1881, dem Anbeginn der Auswertungen, beobachtet

wurde und die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen erlebten in 2023 sogar das nasseste Jahr mit extremen Hochwassersituationen zum Jahresende hin [7].

Baden-Württemberg

Der Bericht des Kompetenzzentrums Klimawandel der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur klimatischen Einordnung des Jahres 2023 für Baden-Württemberg zeigt auf, dass die klimatischen Veränderungen in Baden-Württemberg immer deutlicher spürbar werden. Hier hat das Jahr 2023 in vielerlei Hinsicht klimatische Rekorde gebrochen: Mit 10,7°C im Jahresmittel für Baden-Württemberg lag 2023 noch einmal +0,1°C über dem bisherigen Spitzenwert, der erst im Vorjahr 2022 aufgestellt wurde. Die Temperaturzunahme schreitet in

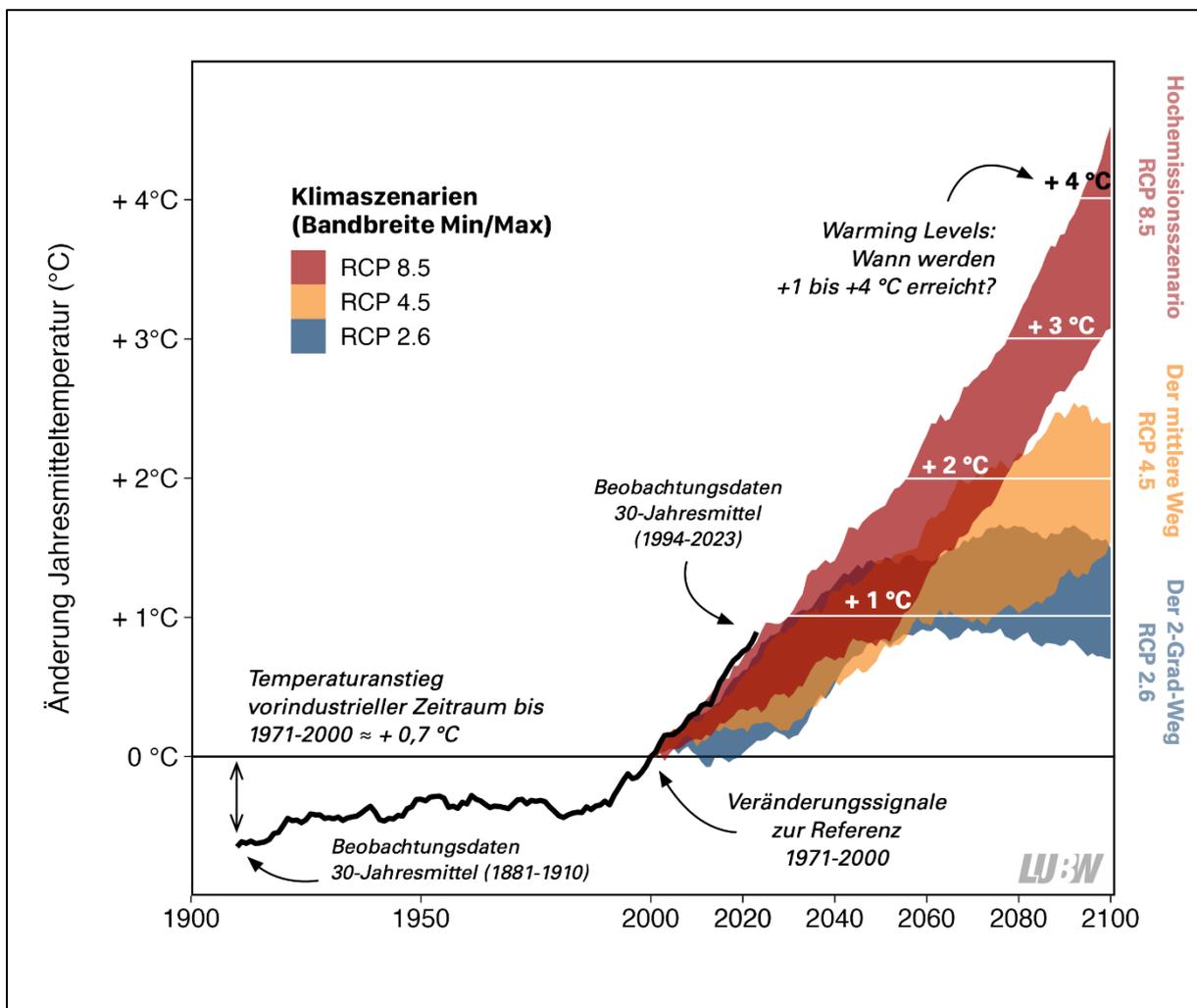


Abbildung 5: LUBW, Jahresmitteltemperatur in Baden-Württemberg; Klimaszenarien RCP 2.6, 4.5 und 8.5 [8]

den letzten Jahren immer schneller voran [8].

Gemäß den Beobachtungsdaten des DWD im Zeitraum 1993-2022 liegt der in den vergangenen 30 Jahren beobachtete Kurvenverlauf der Messwerte oberhalb des Klimaszenarios RCP

8.5 (RCP ist Englisch und bedeutet „Representative Concentration Pathways“, auf Deutsch „Repräsentativer Konzentrationspfad“ von klimarelevanten Treibhausgasen in der Atmosphäre). Das RCP 8.5-Szenario geht von einem Konzentrationsanstieg („worst-case“) von Treibhausgas(THG)-Emissionen in der Atmosphäre von über 1.370 ppm CO₂-Äquivalent im Jahr 2100 aus [9]. Dies würde zu einem wahrscheinlichen Temperaturanstieg von 3,3 bis zu 5,7° Celsius (Bandbreite) führen, was die menschliche Zivilisation seit ihrer Existenz vor noch nie dagewesene Herausforderungen stellt [6].

Um den erforderlichen Klimaschutz voranzubringen, haben sich bei der Weltklimakonferenz im Jahr 2015 in Paris 197 Staaten dazu verpflichtet, Anstrengungen zu unternehmen, um die globale Erwärmung auf unter 2°C zu begrenzen. Idealerweise soll der globale Temperaturanstieg auf 1,5°C begrenzt werden. Gemäß dem aktuellen Stand der Wissenschaft korreliert der Anstieg des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre mit dem Temperaturanstieg der globalen Jahresdurchschnittstemperatur. Auf der Basis dieses Zusammenhangs wurden für einen Temperaturanstieg auf ein Temperaturniveau von 1,5°C bzw. 1,75°C maximale CO₂- Budgets errechnet und Wahrscheinlichkeiten ermittelt, mit welcher das Temperaturniveau erreicht werden kann [6].

Es besteht jedoch eine Lücke zwischen den Emissionsreduktionen, die durch die bestehenden Selbstverpflichtungen der dem Klimaschutzabkommen von Paris beigetretenen Staaten bis 2030 erzielt würden, und den Anstrengungen, die für eine Begrenzung der Erderwärmung auf deutlich unter 2°C nötig wären. Die derzeitigen Zusagen der Staaten ergeben eine Erwärmung von deutlich über 2°C (2,5-2,9°C) wie dem Jahresbericht zur Emissionslücke der Vereinten Nationen (Emissions Gap Report 2023) entnommen werden kann [10]. Anders ausgedrückt, wenn weiterhin Treibhausgasemissionen auf dem bestehenden Niveau verursacht werden, ist das CO₂-Budget deutlich schneller aufgebraucht, als es die aktuelle Klimaschutzgesetzgebung vorsieht. Gemäß dem Klimaschutzgesetz des Bundes ist als Zieljahr 2045 und gemäß Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) 2040 angestrebt.

Zusammenfassend kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Aufgabe darin besteht, die weltweiten THG-Emissionen innerhalb kürzester Zeit drastisch zu senken, um das globale Temperaturniveau auf einem für den Menschen noch vertretbaren Niveau zu halten. Für einen wirksamen Klimaschutz hat jedes Land im Rahmen seiner eingegangenen Verpflichtungen die zugesagten Reduktionsziele umzusetzen.

Solange die globalen THG-Emissionen weiter steigen, wird der beobachtete Klimawandel mit all seinen Folgen aller Voraussicht nach ungebremst weitergehen. Es ist daher angeraten, Klimaschutz und Klimaanpassung gemeinsam zu denken und umsetzen. Beides wird im Umgang mit dem Klimawandel dringend benötigt.

5.3 Suffizienz

Neben einem effizienten Umgang mit Energie und einer erneuerbaren, regionalen Energieerzeugung nimmt bei einer global steigenden Bevölkerungszahl und damit verbunden einem erhöhten Ressourcenverbrauch das Thema Suffizienz eine bedeutende Rolle ein. Unter Suffizienz kann das Bemühen um einen möglichst geringen Rohstoff-, Energie- und Flächenverbrauch sowie die Anerkennung natürlicher, ökologischer sowie sozialverträglicher Grenzen verstanden werden [11]. Gesellschaftlich, politisch und wirtschaftlich erscheint das Thema Suffizienz derzeit wenig anschlussfähig. Zu sehr steht es im Spannungsverhältnis zu den Dynamiken einer Konsumgesellschaft mit ihren Wachstumszielen, auf denen gegenwärtig wichtige gesellschaftliche Infrastrukturen und Institutionen aufbauen. Für eine vertiefende Betrachtung hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) im März 2024 ein Diskussionspapier veröffentlicht. Es zeigt für konkrete Bereiche, warum Suffizienzstrategien zur Lösung von Umweltproblemen notwendig sind. Unter Rückgriff auf verschiedene Fachdisziplinen formuliert es eine Reihe von – auch kontroversen – Thesen zu einem Thema, das sich einfachen Antworten entzieht. Die Frage, wie der gesamtgesellschaftliche Ressourcenverbrauch reduziert und gleichzeitig gerechter gestaltet werden kann, birgt aus Sicht des SRU Chancen für einen Dialog über neue Verständnisse von Lebensqualität, Wohlstand und sozialer Gerechtigkeit [12].

Um der Klimakrise weltweit entgegenzuwirken wird der reine Fokus auf Energieeffizienz und einer erneuerbaren Energiebereitstellung nicht ausreichen. Bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen für eine zukunftsfähige Ausrichtung unserer Gesellschaft ist das Thema Suffizienz mitzudenken und aktiv mitzugestalten.

6 Regionale Wertschöpfung

Kommunen profitieren von den positiven wirtschaftlichen Entwicklungen, die mit der Nutzung von erneuerbaren Energien verbunden sind. Unternehmen generieren Gewinne, es werden Arbeitsplätze geschaffen und kommunale Steuereinnahmen entstehen. Besonders durch die Nutzung kommunaler Flächen ergeben sich zusätzliche Einnahmen in Form von Pachten. Zudem sind viele Kommunen an Betreibergesellschaften beteiligt, wodurch weitere finanzielle Vorteile entstehen. In diesem Kapitel werden die Wertschöpfungseffekte für den Zollernalbkreis dargestellt.

Methodik

Zur Berechnung der regionalen Wertschöpfungseffekte durch den Ausbau erneuerbare Energien wird der Online-Wertschöpfungsrechner der Agentur für erneuerbare Energien verwendet. Dieses Instrument wurde in Kooperation mit der Agentur für erneuerbare Energien und dem Institut für ökologische Wirtschaftsförderung entwickelt und aktualisiert. Es ermöglicht, auf Basis realer Daten und Erfahrungswerte die wirtschaftlichen Effekte in den Bereichen Einkommen aus Beschäftigung, Unternehmensgewinne und kommunale Steuereinnahmen zu ermitteln. Untersucht wurden dabei der Ausbau von Photovoltaik- und Windenergieanlagen für den Zollernalbkreis, wobei die Photovoltaikanlagen in Kleinanlagen, Großanlagen und Freiflächenanlagen unterteilt wurden. Die Methodik ist ebenso für die einzelnen Kommunen übertragbar und für konkrete Projekte und Planungen anwendbar.

Datengrundlage

Die Berechnungen zur regionalen Wertschöpfung basieren auf einer Kombination aus realen Daten und fundierten Annahmen. Die Prognose zum Strombedarf und zum Ausbau erneuerbarer Energien entsprechen dem Erneuerbare-Energien-Szenario. Aktuelle und historische Ausbautzahlen stammen aus dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur. Ergänzend dazu wurden für bestimmte Parameter Erfahrungswerte herangezogen. Detaillierte Angaben zu den Eingaben befinden sich im Anhang. Um den Einfluss der Schätzwerte besser bewerten zu können, wurden mehrere Szenarien mit unterschiedlichen Eingaben entwickelt. Diese Szenarien, die im folgenden Absatz detailliert dargestellt werden, variieren vor allem hinsichtlich der regionalen Beteiligung von Unternehmen, Investoren und Kommunen. Auf diese Weise lässt sich aufzeigen, wie unterschiedliche Annahmen zur lokalen Wertschöpfung und damit zum wirtschaftlichen Potential des Ausbaus erneuerbarer Energien im Zollernalbkreis führen.

Szenarien

Das „Erneuerbare-Energien-Szenario“ beschreibt das Erreichen der Klimaneutralität bis 2040 mit den Entwicklungen aus dem Erneuerbare-Energien-Szenario. Die Eingaben der Beteiligung von lokalen Unternehmen und regionalen Investoren wird in diesem Szenario konservativ abgeschätzt.

Im Vergleich zum Erneuerbare-Energien-Szenario wird im „Regional-Szenario“ die Montage, Planung und Wartung von Photovoltaikanlagen von lokalen Unternehmen durchgeführt. Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden zum Großteil auf kommunalen Flächen realisiert. Die Planung von Windenergieanlagen findet überwiegend im Zollernalbkreis statt. Die Dienstleister für die Wartung von Windenergieanlagen sitzen ebenfalls vor Ort. Auch die Kapitalgeber sowie Betreibergesellschaften für Photovoltaik- und Windenergieanlagen sitzen in diesem Szenario im Zollernalbkreis.

Um das theoretische Potential der regionalen Wertschöpfungseffekte durch Photovoltaik und Windenergie zu zeigen, gibt es das „Maximal Szenario“. Dieses Szenario ist praktisch nicht zu erreichen, da dazu die komplette Investition, der komplette Bau und der komplette Betrieb von Photovoltaik- und Windenergieanlagen im Zollernalbkreis stattfinden. Das Szenario soll als theoretische Obergrenze der regionalen Wertschöpfung dienen, um die ersten beiden Szenarien einzuordnen.

Ergebnisse

Die Umstellung von zentralen Kraftwerken zu einer dezentralen Stromerzeugung auf Basis von erneuerbaren Energien wird eine Steigerung der regionalen Wertschöpfung im Zollernalbkreis herbeiführen. Regionale Akteure stehen vor der Entscheidung, diese Entwicklung passiv zu begegnen oder aktiv zu gestalten. Die Auswirkungen auf die regionale Wertschöpfung sind in Abbildung 6 dargestellt. Das Erneuerbare-Energien-Szenario stellt dabei die passive Teilnahme der regionalen Akteure an der Wertschöpfung dar. Das Regional-Szenario dagegen die aktive Gestaltung und Beteiligung von Unternehmen, Investoren und Kommunen. Das Maximal-Szenario zeigt die theoretisch mögliche, regionale Wertschöpfung beim Ausbau erneuerbarer Energien. Der Umfang der regionalen Wertschöpfung ist in allen Szenarien mit den Randbedingungen aus der Methodik für das Jahr 2030 berechnet. Das Ergebnis ist im nächsten Schritt auf den Zeitraum 2025 bis 2040 linear hochgerechnet worden.

Szenario	<i>Wertschöpfungsrechner</i>	<i>Hochrechnung</i>	<i>Nutzungsgrad</i>
	<i>Jahr 2030</i>	<i>Zeitraum 2025 - 2040</i>	
	[Mio. €]	[Mio. €]	[%]
Erneuerbare Energien	11,3	170	37
Regional	19,5	293	63
Maximal	30,8	462	100

Abbildung 6: Regionale Wertschöpfung im Zollernalbkreis

Die erste Spalte in Abbildung 6 benennt die drei untersuchten Szenarien. In Spalte 2 sind die Ergebnisse des Wertschöpfungsrechners für die Wertschöpfungseffekte im Jahr 2030 aufgelistet. Die Werte in der dritten Spalte stellen die kummulierte Wertschöpfung für den kompletten Zeitraum 2025 bis 2040 dar. Die Werte in Spalte 4 zeigen den relativen Nutzungsgrad im Vergleich zum Maximal Szenario.

Der Ausbau erneuerbarer Energien im Zollernalbkreis birgt großes Potential zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung. Durch die Nutzung von Photovoltaik- und Windenergie können Gewinne für lokale Unternehmen, neue Arbeitsplätze sowie zusätzliche kommunale Steuereinnahmen generiert werden. Dabei zeigt sich, dass die Intensität der lokalen Beteiligung einen entscheidenden Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg hat. Während eine passive Teilnahme im Jahr 2030 eine Wertschöpfung von 11,3 Mio. Euro ermöglicht, kann eine aktive Beteiligung der Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen diesen Wert auf 19,5 Mio. Euro erhöhen. Über den Zeitraum 2025 bis 2040 würde die Wertschöpfung bei aktivem Engagement von 170 Mio. Euro auf 293 Mio. Euro anwachsen. Dies liegt vor allem an den erhöhten Anteilen der Planungs- und Montageleistung, die von lokalen Firmen erbracht wird. Auch die Anteile der Kapitalgeber und Betreibergesellschaften aus dem Zollernalbkreis sind in diesem Szenario erhöht. Das Maximal-Szenario verdeutlicht, dass theoretisch bis zu 462 Mio. Euro erreicht werden könnten, wenn sämtliche Investitionen und Aktivitäten im Bereich Windenergie und Photovoltaik regional durchgeführt würden. Dabei sind die Potentiale durch Biomasse, Biogas und Wärmenetze noch nicht berücksichtigt, sodass die tatsächliche regionale Wertschöpfung im Bereich erneuerbarer Energien höher ist als in Abbildung 6 dargestellt. Die Ergebnisse machen deutlich, dass eine verstärkte lokale Partizipation entscheidend für eine wirtschaftlich erfolgreiche und nachhaltige Energiewende im Zollernalbkreis ist.

7 Politische Zielsetzungen sowie gesetzliche Regelungen

Bei der UN-Klimakonferenz in Paris im Dezember 2015 einigten sich 197 Staaten auf ein neues, globales Klimaschutzabkommen. Das Abkommen trat am 4. November 2016 in Kraft, nachdem es von 55 Staaten, die mindestens 55 Prozent der globalen Treibhausgase emittieren, ratifiziert wurde. Mittlerweile haben 180 Staaten das Abkommen ratifiziert (Stand September 2018), darunter auch die Europäische Union (EU) und Deutschland (Ratifikation am 5. Oktober 2016) [13]. Gemäß Übereinkommen sind die Vertragsparteien dazu verpflichtet, Pläne zur Verringerung der Emissionen vorzulegen und diese Verpflichtungen alle 5 Jahre zu überprüfen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Umsetzung der mit der Vereinbarung von Paris eingegangenen Verpflichtungen sind in der europäischen und nationalen Gesetzgebung sowie in der Gesetzgebung auf der Ebene der Bundesländer festgehalten.

7.1 Europäisches Klimagesetz

Durch das europäische Klimagesetz, das die Europäische Union (EU) im Jahr 2021 erlassen hat, wurden die Klimaziele sowohl für 2030 als auch für 2050 in Rechtsvorschriften verankert. Das bedeutet, dass die EU und ihre Mitgliedstaaten rechtlich verpflichtet sind, Maßnahmen zu ergreifen, um die THG-Emissionen zu senken und Klimaneutralität zu erreichen. Durch die Vorschriften des Pakets „Fit für 55“ hat die EU Maßnahmen getroffen, die notwendig sind, um THG-Emissionen in der EU **bis 2030 um mindestens 55%** zu senken und den Weg in Richtung einer klimafreundlichen Wirtschaft und Gesellschaft einzuschlagen. Ziel der EU ist es, **bis 2050 Klimaneutralität** zu erreichen. Dafür ist ein ambitionierter Übergang nötig, der Maßnahmen in allen Bereichen der Wirtschaft erfordert, sozial ausgewogen und fair ist und die Wettbewerbsfähigkeit der EU nicht beeinträchtigt. [14].

7.2 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) wurde erstmalig 2019 erlassen und soll die Einhaltung nationaler Klimaschutzziele mit europäischen Zielvorgaben erfüllen. In der ersten Fassung sollten die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 55 Prozent im Vergleich zu 1990 gesenkt werden. Außerdem wurden definierte Minderungsziele und Jahresemissionsmengen für einzelne Verursachersektoren festgeschrieben. Nach der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes, dass das 2019 erlassene Klimaschutzgesetz die Minderungslasten für die Erreichung des Pariser Abkommens auf Kosten jüngerer Generationen auf zu späte Zeiträume verlagere, wurde das Gesetz 2021 novelliert [15]. Demnach verfolgt die Bundesrepublik Deutschland das Ziel, die THG-Emissionen **bis 2030 um mindestens 65%** zu senken. Bis

zum Jahr 2040 ist eine Reduktion um mindestens 88% vorgesehen. Die **Treibhausgasneutralität** wird auf Bundesebene **für das Jahr 2045** angestrebt.

Am 17. Juli 2024 trat die vom Bundestag und Bundesrat im Frühjahr dieses Jahres verabschiedete Novelle des Gesetzes aus dem Jahr 2021 in Kraft. Wesentliche Änderungen der neuen Novelle sind: [16]

- Ausblick auf die zukünftige Entwicklung der THG-Emissionen ist ausschlaggebend
- Im Fokus steht nun, ob der Treibhausgasausstoß insgesamt reduziert wird, unabhängig davon, in welchem Bereich die Treibhausgase entstehen
- Das neue Gesetz stärkt zudem die Rolle des Expertenrates für Klimafragen

An der quantitativen Zielsetzung der Gesetzesnovelle aus dem Jahr 2021 gibt es bis auf die Aufhebung der sektoralen Ziele keine Änderung. Zur Aufhebung der sektorbezogenen THG-Emissionsziele gibt es allerdings kritische Stimmen. In einer Stellungnahme auf der Seite des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt) wird diese als großer Fehler angesehen: „Die Aufhebung der Sektorziele beim Klimaschutzgesetz wiederum ist ein großer Fehler, da so nicht mehr sichergestellt ist, dass einzelne Sektoren dafür Verantwortung tragen, Emissionen zu mindern. So droht die Erreichung der Klimaziele mit der Aufhebung der Sektorziele im Klimaschutzgesetz verfehlt zu werden. Die Bundesregierung rechnet sich derzeit die Erreichung der Klimaziele bis 2030 schön, da sie davon ausgeht, dass konjunkturelle Einbußen und ein geringerer Stromverbrauch die Klimaziele in Reichweite rücken lassen. Ohne Sektorziele entlässt man die einzelnen Bereiche aber aus der Verantwortung. So wird beispielsweise der Verkehrssektor seine Klimaziele wohl auch weiterhin dauerhaft verfehlen. Andere Sektoren werden kaum in der Lage sein, die Verfehlungen im Verkehrssektor zu kompensieren.“ [17]

7.3 Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)

Am 1. Februar 2023 hat der Landtag von Baden-Württemberg das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) verabschiedet. Mit diesem Gesetz wird das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg aus dem Jahr 2013, das in den Jahren 2020 und 2021 novelliert wurde, abgelöst. Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz macht Vorgaben zur Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen. Der Treibhausgasausstoß des Landes soll im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 **bis 2030 um mindestens 65 %** reduziert werden. **Bis 2040** soll über eine schrittweise Minderung

die **Treibhausgasneutralität** erreicht sein. Damit zieht das Bundesland Baden-Württemberg das Ziel auf Bundesebene um 5 Jahre vor. Diese Zielsetzung ist mit erheblichen Kraftanstrengungen auf allen kommunalen Ebenen und der Landesebene verbunden.

7.4 Weitere gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Die Sektoren Gebäude und Mobilität gehören zu den zentralen Hebeln im Zusammenhang mit der Energiewende. Unter diesem Gesichtspunkt sieht dieses Gesetzes einen möglichst sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden einschließlich einer zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Gebäudebetrieb vor. Dieses Gesetz wirkt sich vor allem im Gebäudesektor beim Neubau und bei der Sanierung aus.

Energieeffizienzgesetz (EnEfG)

Ziel dieses Gesetzes ist es, die Energieeffizienz zu steigern und dadurch zur Reduzierung des Primär- und des Endenergieverbrauchs beizutragen, ebenso zur Reduzierung des Imports und Verbrauchs von fossilen Energien zur Verbesserung der Versorgungssicherheit und zur Eindämmung des weltweiten Klimawandels. Darüber hinaus ist Zweck des Gesetzes, die Erfüllung der nationalen Energieeffizienzziele und die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten [18]. Von diesem Gesetz sind vor allem Industrieunternehmen und öffentliche Stellen betroffen.

Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Das Gesetz sieht vor, Wärmenetze zur Verwirklichung einer möglichst kosteneffizienten klimaneutralen Wärmeversorgung auszubauen und die Anzahl der Gebäude, die an ein Wärmenetz angeschlossen sind, signifikant zu steigern. Dabei soll der Anteil von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination aus beidem an der jährlichen Nettowärmeerzeugung in Wärmenetzen im bundesweiten Mittel ab dem 1. Januar 2030 50% betragen.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Ziel dieses Gesetzes ist insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes die Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung, die vollständig

auf erneuerbaren Energien beruht. Dabei soll der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch in Deutschland auf mindestens 80% im Jahr 2030 gesteigert werden.

Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)

Zweck des nationalen Emissionshandelssystems ist die Bepreisung fossiler Treibhausgasemissionen, die nicht vom EU Emissionshandel erfasst sind, um damit einen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele zu leisten. Bis zum Jahr 2025 sind Festpreise gesetzlich vorgegeben (2025 = 55 Euro/Tonne CO₂). Für das Jahr 2026 gibt das Gesetz einen Preiskorridor von 55 bis 65 Euro pro Tonne CO₂ vor [19].

8 Zielsetzung und Leitbild des Zollernalbkreises

Aus der aufgestellten Energie- und Treibhausgasbilanz für den Zollernalbkreis geht hervor, dass lediglich rund 22% des verbrauchten Stroms und nur rund 11% der genutzten Wärme erneuerbaren Ursprungs sind. Da der Landkreis über keine eigenen fossilen Energieträger verfügt, müssen von den rund 4.970 GWh verbrauchter Endenergie rund 4.416 GWh (~89%) „importiert“ werden. Mit Ausnahme der Verteilung der fossilen Energieträger findet die gesamte Wertschöpfung außerhalb des Kreisgebietes statt. Darüber hinaus sind Bürger, Unternehmen und Kommunen von globalen Krisen abhängig sowie von den in den vergangenen Jahren stark volatilen Preisen für fossile Energieträger massiv betroffen, ohne einen echten Handlungsspielraum zu haben.

Die Maxime lautet „Regionale Wertschöpfung“

Das vorliegende Konzept zeigt in den Kapiteln 11 und 13 einen realistischen Fahrplan auf, wie die vorhandenen erneuerbaren Energiepotentiale im Rahmen eines gesunden Energiemixes konsequent ausgeschöpft werden können. Bis zum Jahr 2040 können wie in Kapitel 6 dargestellt, durch eine konsequente Erschließung lokaler Energiequellen rund 170 bis 290 Millionen Euro an regionaler Wertschöpfung generiert werden. Davon kann ein großer Teil durch die konsequente Nutzung kommunaler Flächen auf die Kommunen im Landkreis entfallen. Dieser neu gewonnene, weitestgehend konstante finanzielle Gestaltungsspielraum kann gerade in Zeiten einer angespannten Haushaltslage sinnvoll und konsequent für die Aufgaben und Herausforderungen der Daseinsvorsorge genutzt werden.

Synergien nutzen

Durch den stetigen Ausbau erneuerbarer Energien, verbunden mit einer Elektrifizierung der Sektoren Wärme und Mobilität, sinkt der Verbrauch an fossilen Energieträgern und somit der Ausstoß an klimaschädlichen Treibhausgasemissionen. Bürger, Unternehmen und Kommunen leisten mit diesem „Bottom-Up“-Ansatz einen wesentlichen Beitrag, um dem Klimawandel zu begegnen und nachkommenden Generationen eine Perspektive zu bieten.

Beispielhafte Projekte im Zollernalbkreis bis 2035

Durch die Zentralisierung von kleinteiligen Verwaltungsstrukturen kann der Unterhaltungsaufwand von kommunalen Gebäuden reduziert werden. Damit werden betriebsbedingte Verbräuche gesenkt und Energie auf Kreisebene eingespart.

Durch das Modernisierungsprojekt der öffentlichen Verwaltung, das im Onlinezugangsgesetz (OZG) geregelt ist, können den Bürgern vermehrt internetbasierte Verwaltungsleistungen angeboten werden. Diese reduzieren Fahrwege und somit THG-Emissionen.

Durch den konsequenten Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), sowohl im Bereich Straße, als auch Schiene, strebt der Zollernalbkreis ebenfalls die Reduzierung der THG-Emission sowie die Verkehrsbelastung durch den Individualverkehr an. Exemplarisch sollen hierbei das Bestreben der Kreisverwaltung in der Umsetzung des Nahverkehrsplanes sowie die Partnerschaft im Projekt Regional-Stadtbahn Neckar-Alb erwähnt werden. Auch der konsequente Ausbau und die Sanierung des Radwegenetzes im Zollernalbkreis unterstützen die nachhaltige Mobilität im Landkreis.

9 Beteiligungskonzept

Mit der Fortschreibung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für den Zollernalbkreis wurden Maßnahmen entwickelt, die dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen zu senken und das Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Die Maßnahmenentwicklung erfolgte dabei unter Einbindung der verschiedenen kommunalen Trägerschaften:

- Sachstandsbericht im Ausschuss für Umwelt und Technik (26.02.2024) sowie Kreistag (18.03.2024)
- Sachstandsbericht in der Bürgermeisterdienstversammlung (20.03.2024)
- Workshop zur gemeinsamen Maßnahmenentwicklung (15.04.2024) unter Einbeziehung aller Kreistagsmitglieder und Bürgermeister des Zollernalbkreises
- Handlungsfeld(HF)-Gespräche mit den Mitgliedern des European-Energy-Award-Energeteams (Mai bis Juli 2024)

Die Bürger des Zollernalbkreises hatten die Möglichkeit, in einer Online-Umfrage Impulse einzubringen. Diese wurden in der Erstellung des vorliegenden Konzeptes berücksichtigt und werden nachfolgend erläutert.

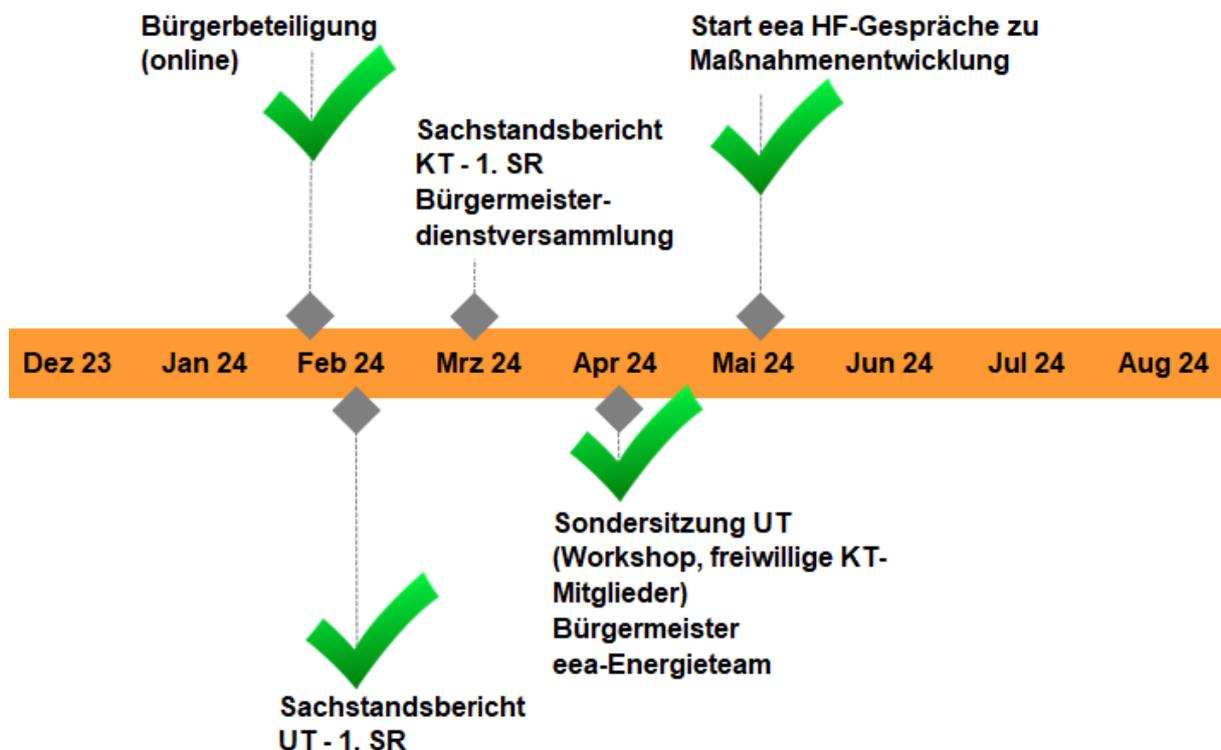


Abbildung 7: Beteiligungsprozess in der Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes

9.1 Online Bürgerbeteiligung

Die Bürgerbeteiligung ermöglichte es, die Bevölkerung direkt in die Entwicklung konkreter Maßnahmenvorschläge einzubeziehen und diese in den Maßnahmenkatalog zu integrieren. In diesem Kapitel werden die Methodik der Bürgerbeteiligung sowie die wesentlichen Ergebnisse der online durchgeführten Befragung dargestellt.

Im Rahmen des Energie- und Klimaschutzkonzepts wurde eine umfassende Online-Bürgerbeteiligung durchgeführt, um die Einstellungen und Präferenzen der Bevölkerung zu relevanten Themenbereichen zu erfassen. Die Beteiligung erfolgte über einen Zeitraum von mehreren Wochen, wobei insgesamt 631 Personen an der Umfrage teilnahmen. Der Link zum Portal wurde über die lokale Presse sowie über die Social-Media-Kanäle und auf der Homepage des Landratsamtes publiziert und mehrfach beworben. Die Umfrage umfasste vier Hauptkapitel mit insgesamt 15 Fragen:

1. Einstellung zum Klimaschutz
2. Erneuerbare Energien
3. Mobilität
4. Statistische Daten und Maßnahmenvorschläge

Die Befragung zeigt, dass Klimaschutz für die Mehrheit der Bevölkerung von hoher Bedeutung ist. 59% der Teilnehmer bewerten den persönlichen Stellenwert des Klimaschutzes mit einer 8 oder höher auf einer Skala von 0 bis 10. Zudem haben 65% der Befragten angegeben, dass sich ihr Bewusstsein für das Thema Klimaschutz in den letzten Jahren deutlich erhöht hat. Dies weist auf eine zunehmende Sensibilisierung und Bereitschaft der Bevölkerung hin, aktiv am Klimaschutz mitzuwirken.

Ein zentrales Thema der Umfrage war die Einstellung zu erneuerbaren Energien. Die Ergebnisse zeigen eine breite Unterstützung für den Ausbau von Windenergie und Photovoltaik. 26% der Teilnehmer halten den Ausbau für notwendig, während 60% ihn als sehr notwendig einschätzen. Insgesamt sprechen sich damit 86% der Befragten für eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien aus. Darüber hinaus halten 68% der Teilnehmer die Elektrifizierung der Mobilität und Wärmebereitstellung, konkret durch Elektroautos und Wärmepumpen, für wichtig. Eine regionale und sichere Energieversorgung ist für 80% der Befragten von Bedeutung und 64% fordern die Nutzung von Freiflächen für Photovoltaikanlagen und Windenergie. 51% der Bevölkerung wünschen sich die Ausweitung der Wärmeversorgung durch Wärmenetze.

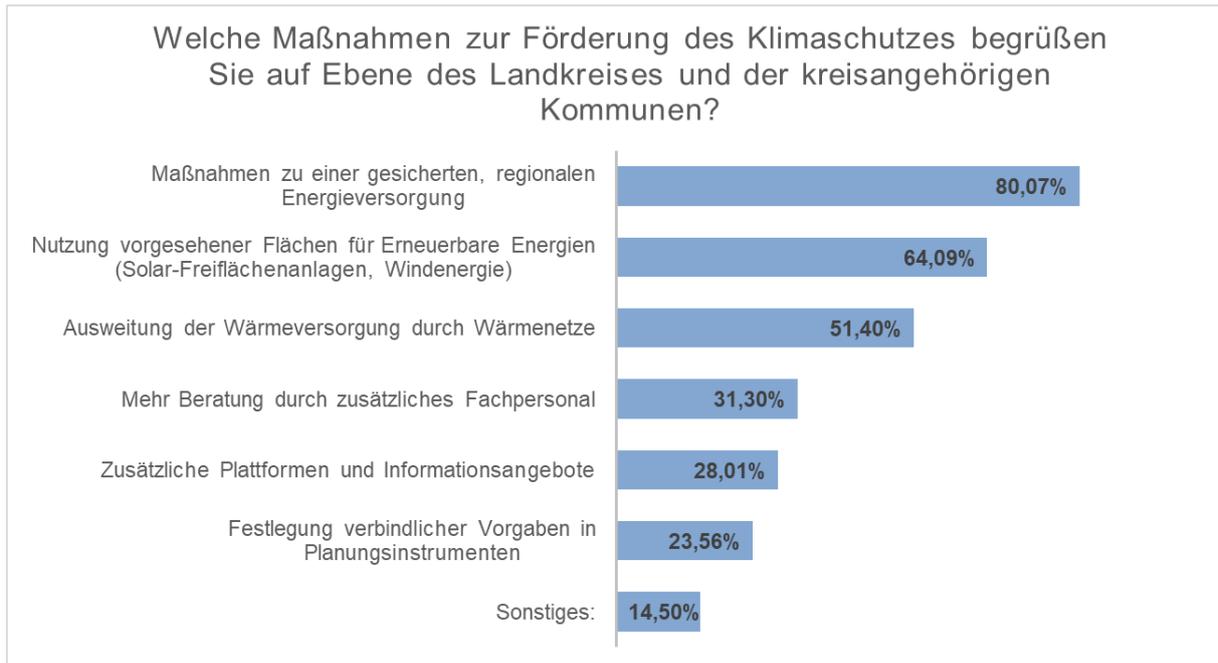


Abbildung 8: Unterstützung von Maßnahmen zu einer regionalen Energieversorgung als Ergebnis der Bürgerbeteiligung

Über die Freifeldfrage hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, Impulse, die durch die Befragung nicht direkt abgefragt wurden, einzubringen. Den Teilnehmenden sind dabei folgende Themen besonders wichtig:

- Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrs,
- bezahlbarer Klimaschutz,
- vernünftige Planung und Umsetzung sowie
- die Bedeutung vielfältiger Maßnahmen.

Begrüßt wurden zudem die Möglichkeit der Partizipation und die Transparenz des Prozesses.

Angemerkt wurden allerdings auch Kritik und Skepsis durch Anzweifeln des Klimawandels und das Vorgehen der Bundesregierung. Vor allem die kritischen Anmerkungen zeigen auf, dass die kommunalen Verantwortlichen verstärkt die Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit in den Fokus nehmen müssen. Die Energiewende kann nur gelingen, wenn die Bevölkerung das Verwaltungshandeln nachvollziehen kann.

9.2 Workshop politische Entscheidungsträger

Am 15.4.2024 fand ein Workshop zur Fortschreibung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für den Zollernalbkreis statt. Zum Workshop wurden alle Mitglieder des Kreistags, die Oberbürgermeister, Bürgermeister sowie deren erste Beigeordnete eingeladen. Ziel des Workshops war es, Impulse und Ideen einzubringen, die einen Beitrag zur Reduktion der THG-Emissionen im Zollernalbkreis leisten können. Im Rahmen des Workshops arbeiteten die Teilnehmenden an folgenden sechs verschiedenen Thementischen

- Energie,
- Verkehr,
- Gebäude und Bauen,
- Land- und Forstwirtschaft,
- Umwelt und Abfallwirtschaft sowie
- nachhaltige Organisation.

Die einzelnen Thementische wurden durch Vertreter der Kreisverwaltung und der Energieagentur Zollernalb betreut. Im Nachgang des Workshops wurden die 130 im Fotoprotokoll festgehaltenen Ideen und Impulse aufbereitet und in 31 Cluster aufgeteilt. Die eingebrachten Ideen und Impulse konnten überwiegend im Maßnahmenkatalog als Einzelmaßnahmen verankert werden.

9.3 Einbindung Energieteam European Energy Award

Der Zollernalbkreis nimmt bereits seit 2012 am European Energy Award (eea) teil (vgl. Kapitel 16). Im Zentrum steht das interdisziplinär zusammengesetzte Energieteam der Kreisverwaltung. Als ein zentrales Organ, wenn es um die Umsetzung von Maßnahmen geht, wurde das Energieteam frühzeitig in den Fortschreibungsprozess des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für den Zollernalbkreis eingebunden. Die im Maßnahmenkatalog erfassten Maßnahmen sind nach Handlungsfelder unterteilt, zuständig für die Umsetzung ist das jeweilige Fachamt. Mit den Fachamtsleitungen wurden im Zeitraum von Mai bis Juli 2024 Gespräche geführt, wie die Ideen und Impulse aus der Bürgerbeteiligung und aus dem Workshop mit den politischen Entscheidungsträgern in konkrete Maßnahmen überführt werden können. Darüber hinaus wurden weitere konkrete Maßnahmenvorschläge der Fachämter diskutiert, die im Maßnahmenkatalog des vorliegenden Konzeptes berücksichtigt sind.

10 Energie- und Treibhausgasbilanz

Vorgehen

Die Energieverbräuche sowie die Treibhausgasemissionen im Zollernalbkreis wurden mit dem vom Land Baden-Württemberg bereitgestellten CO₂-Bilanzierungstool BICO₂BW bilanziert. Es wurde eine verursacherbezogene Bilanz erstellt, bei welcher die Effekte durch die Erzeugung von importiertem Strom berücksichtigt wurden. Für die Bilanz wurden Daten aus dem Jahr 2021/2022 und somit die aktuellste verfügbare Datengrundlage verwendet.

Datenquellen

Durch die umfangreiche Verwendung lokaler Daten konnte eine möglichst hohe Genauigkeit erreicht werden. Als weiteres wichtiges Kriterium wurde auf die Fortschreibbarkeit der Datenerhebung geachtet. Folgende Datenquellen wurden verwendet:

- Kreisverwaltung des Zollernalbkreises
- Klimaschutz-/Energiemanagement Zollernalbkreis
- Daten der kommunalen Liegenschaften aller Städte und Gemeinden im Zollernalbkreis
- Strom- und Gasmengen aller Städte und Gemeinden auf der Gemarkung Zollernalbkreis
- Verkehrsamt Zollernalbkreis
- naldo
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)
- Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA)
- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
- Zensus Datenbank
- Schornsteinfegerinnung Ulm

10.1 Gebäude- und Heizungsstruktur

Die Strukturdaten des Zollernalbkreises sind in Tabelle 1 dargestellt. Eine Besonderheit ist der höchste Einfamilienhausanteil von Baden-Württemberg mit 77,6% des Gebäudebestandes.

Bevölkerung und Fläche

Einwohner	193.235 ([1], Stand 2022)
------------------	----------------------------

Fläche	91.758 ha ([1], Stand 2022)
---------------	------------------------------

Anzahl Wohngebäude und Haushaltsgröße

Durchschnittliche Haushaltsgröße	2,1 ([1], Stand 2023)
---	------------------------

Anzahl Wohngebäude	59.649 ([1], Stand 2023)
---------------------------	--------------------------

Einfamilienhausanteil	46.300 EFH dies entspricht 77,6 % des Gebäudebestandes [1], Stand 2023)
------------------------------	---

Anzahl Gebäude, die vor 1980 erstellt wurden	39.973, dies entspricht ca. 65 % des Bestands ([20], Stand 2022)
---	---

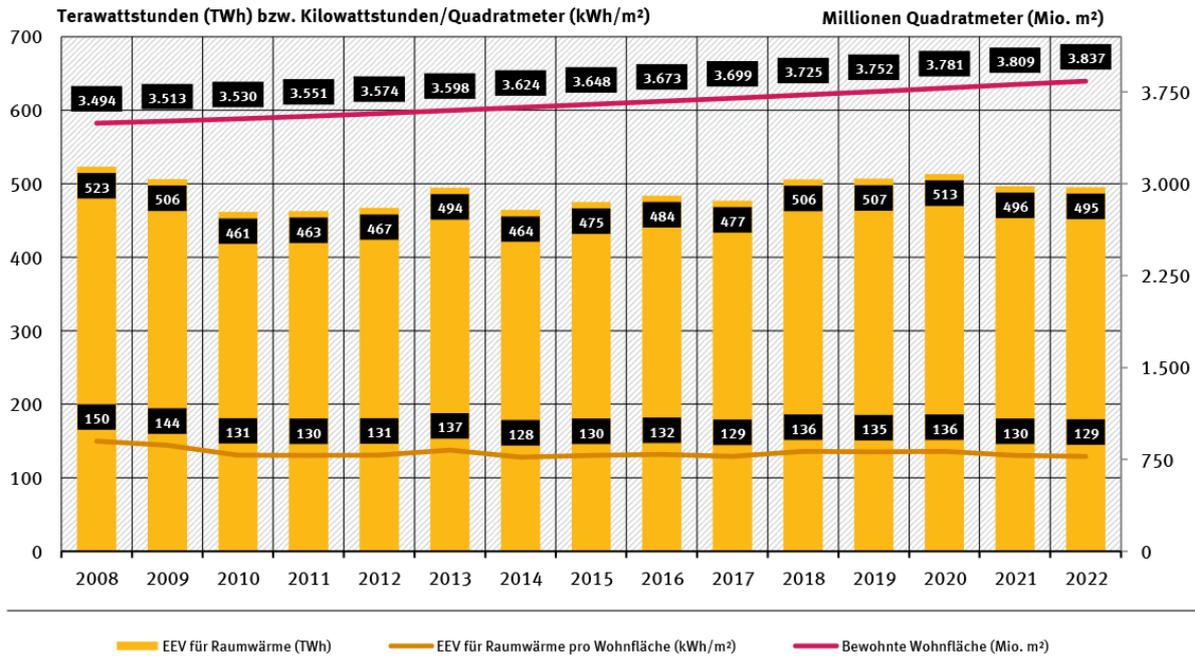
Anzahl Wohnungen	93.434 ([1], Stand 2023)
-------------------------	---------------------------

Tabelle 1 Anzahl Wohngebäude und Haushaltsgröße im Zollernalbkreis

Energetischer Zustand Wohngebäude

Die durchschnittliche Wohnfläche beträgt in Deutschland pro Einwohner 47,4 m² [21], daraus ergibt sich eine geschätzte Wohnfläche im Zollernalbkreis von 9.112.000 m². Wird die geschätzte Wohnfläche durch den Wärmebedarf für Privathaushalte (1.097,59 GWh) dividiert, erhält man einen durchschnittlichen Wärmebedarf von ca. 120 kWh/m²*a (Jahr 2022, Bundesdurchschnitt 129 kWh/m²*a, siehe Abbildung 9). Aufgrund der steigenden Wohnfläche pro Einwohner ist der Endenergieverbrauch auf Bundesebene die letzten 15 Jahre kaum abgesunken.

Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme - Private Haushalte (witterungsbereinigt)*



* Witterungsbereinigung der AGEb nach DIW mit Gradtagszahlen nach DWD für 1990-2022

Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis AGEb, Projekt Temperaturbereinigung (Stand 03/2024); Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnung (Stand 09/2023)

Abbildung 9: Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme - Private Haushalte, Quelle: [22]

Große Hebel bei der energetischen Sanierung liegen im Bereich der Dämmung der obersten Geschossdecke und der Außenwanddämmung. Hier ist es erforderlich, vermehrt über die Vorteile dieser Sanierungsmaßnahmen im Landkreis aufzuklären, sowohl im Bereich Handwerk, als auch im Bereich Gebäudeeigentümer.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) regelt die Anforderungen für die energetische Sanierung von Altbauten und die Errichtung von Neubauten. Die genannten gesetzlichen Anforderungen müssen darüber hinaus bei energetischen Sanierungen und Neubauten, einer entsprechenden Kontrolle durch die staatliche Verwaltung (Regierungspräsidium, untere Verwaltungsbehörde bei den Landkreisen und städtischen Bauverwaltungen) begleitet werden. Einerseits stellt diese Kontrolle einen höheren bürokratischen Aufwand dar. Andererseits ist davon auszugehen, dass eine Umsetzung der gesetzlichen energetischen Mindestanforderungen ohne Kontrolle vor Ort geringer ausfallen wird.

Bei den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Neubauten, Sanierungs- und Renovierungsmaßnahmen sollte vermehrt die Vollkostenbetrachtung in den Fokus gestellt werden. Hierbei werden sowohl die Investitionskosten, als auch die erzielten Überschüsse über die Lebensdauer

des Gebäudes durch die energetische Sanierung betrachtet. Der Überschuss entsteht vor allem durch gesunkene Betriebskosten.

Heizungsstruktur

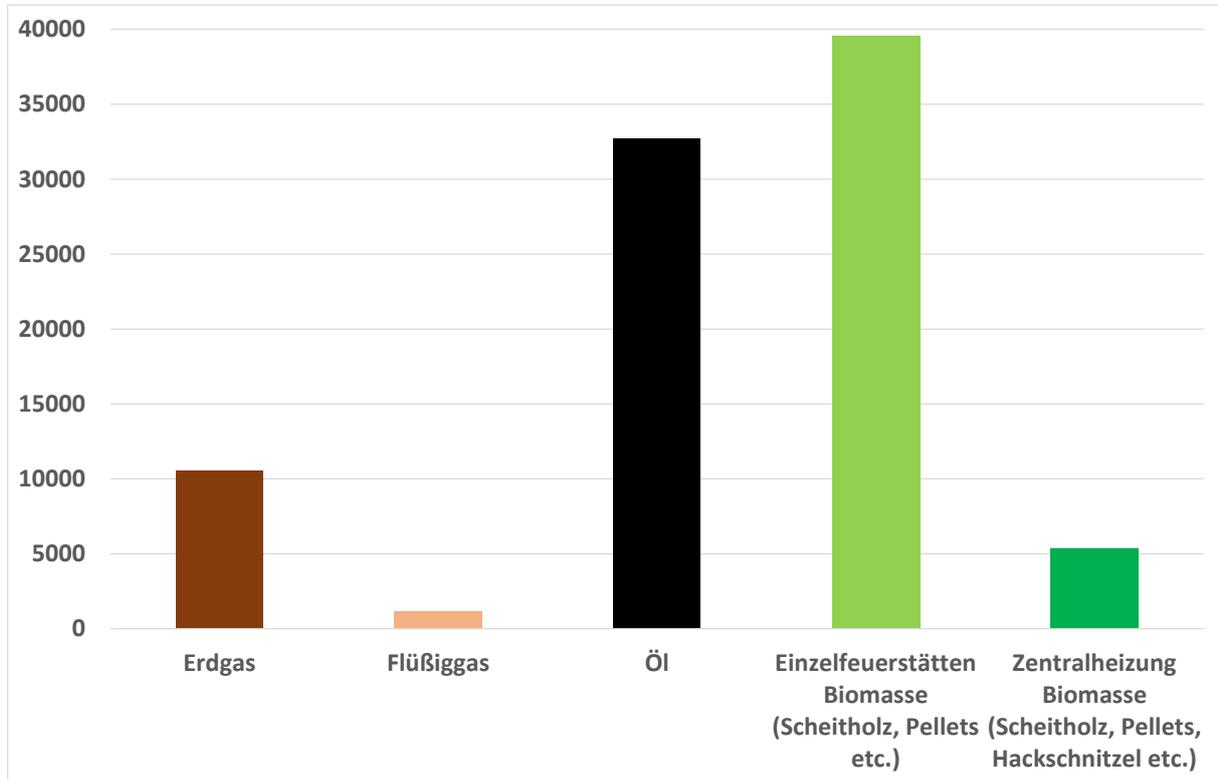


Abbildung 10: Anzahl Heizungssysteme, Jahr 2022 [23]

Die Hauptenergiemenge im Zollernalbkreis wird zur Wärmebereitstellung benötigt mit einem hohen Anteil an der Raumwärmeerzeugung. Ein Großteil dieses Wärmebedarfs wird derzeit mit fossilen Energieträgern erzeugt.

In Abbildung 10 sind die Anzahl der Wärmeerzeuger in den Gebäuden im Zollernalbkreis dargestellt. Die Anzahl von Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen ist hier nicht erfasst. Insgesamt sind rund 44.400 Heizsysteme auf Basis fossiler Energieträger (Öl, Erdgas, Flüssiggas) installiert. Demgegenüber stehen knapp 5.400 Zentralheizungen auf Biomassebasis (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel etc.). Zusätzlich sind rund 40.000 Biomasse-Einzelfeuerstätten registriert.

10.2 Ist-Analyse

In dieser Analyse werden die Verbrauchsdaten der Endenergie betrachtet. Als Endenergie wird diejenige Energie bezeichnet, welche beim Verbraucher ankommt, beispielsweise in Form von elektrischer Energie, Brennstoffen wie Heizöl oder Kraftstoffen wie Benzin für den Verkehr. Abbildung 11 veranschaulicht den Begriff Endenergie am Beispiel Strom.

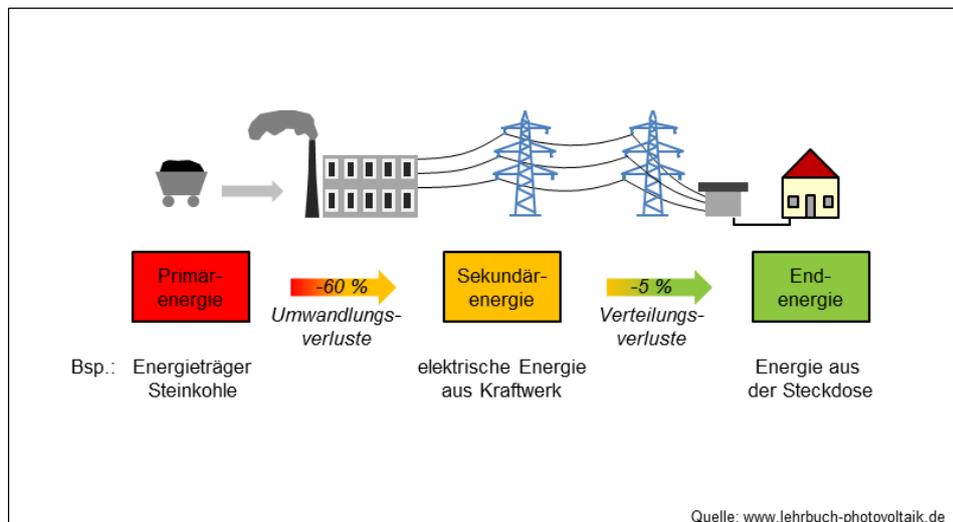


Abbildung 11: Begriffserklärung Endenergie am Beispiel Strom

Im gesamten Zollernalbkreis wurden im Jahr 2022 rund 5.000 GWh Endenergie verbraucht. In Tabelle 2 ist die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern dargestellt.

Wie in Abbildung 12 ersichtlich, wurde der größte Teil der Endenergie zur Wärmebereitstellung (61%) eingesetzt. Kraftstoffe (19%) und Strom (20%) tragen in etwa gleich viel zum gesamten Endenergieverbrauch im Zollernalbkreis bei.

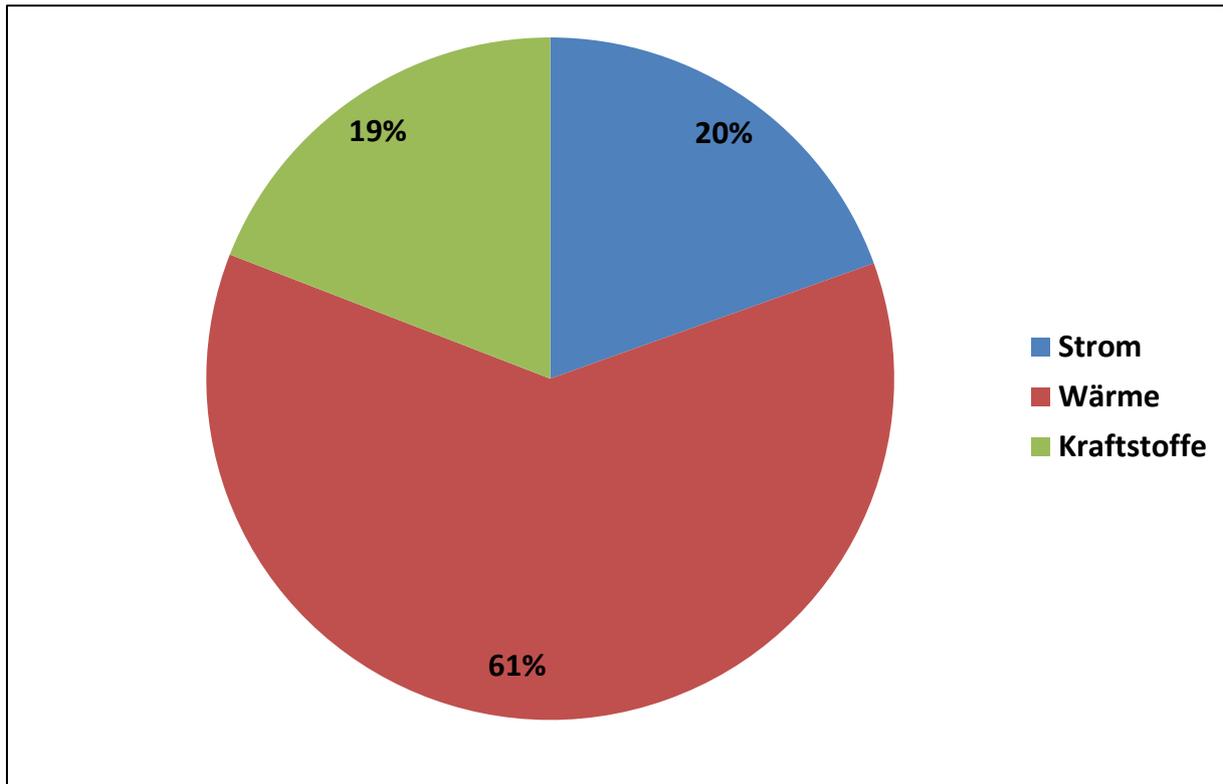


Abbildung 12: Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger Landkreis Zollernalb, Jahr 2022, BICO2 Bilanzierung

10.2.1 Endenergieverbrauch nach Energieträger

Tabelle 2: Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger, Bilanzierung mit BICO2 durch Energieagentur Zollernalb, Bilanzjahr 2022

Strom	969,84	GWh
Heizöl	968,76	GWh
Erdgas	583,13	GWh
Kohle	57,03	GWh
Wärme aus erneuerbaren Energien	260,33	GWh
Sonstige Energieträger	1.184,03	GWh
Kraftstoffe	948,30	GWh
Insgesamt	4.971,42	GWh

In Tabelle 2 und in Abbildung 13 wird der gesamte Endenergieverbrauch im Zollernalbkreis, nach Energieträgern unterteilt, dargestellt. Ersichtlich wird, dass sonstige Energieträger (25%) und Strom (20%) die größten Anteile am Endenergieverbrauch haben. Heizöl (19%),

Kraftstoffe (19%), Erdgas (12%) und Wärme aus erneuerbaren Energien (5%) sind ebenfalls als Energieträger anteilig am Gesamtendenergieverbrauch zu berücksichtigen. Unter sonstige Energieträger sind beispielsweise Ersatzbrennstoffe in Industrieanlagen, Deponiegas und Kohle zu verstehen. Der Anteil der erneuerbaren Energien wird repräsentiert durch Biomasseheizungen (Stückholz, Pellet oder Hackschnitzel), solarthermische Anlagen und Wärmepumpen.

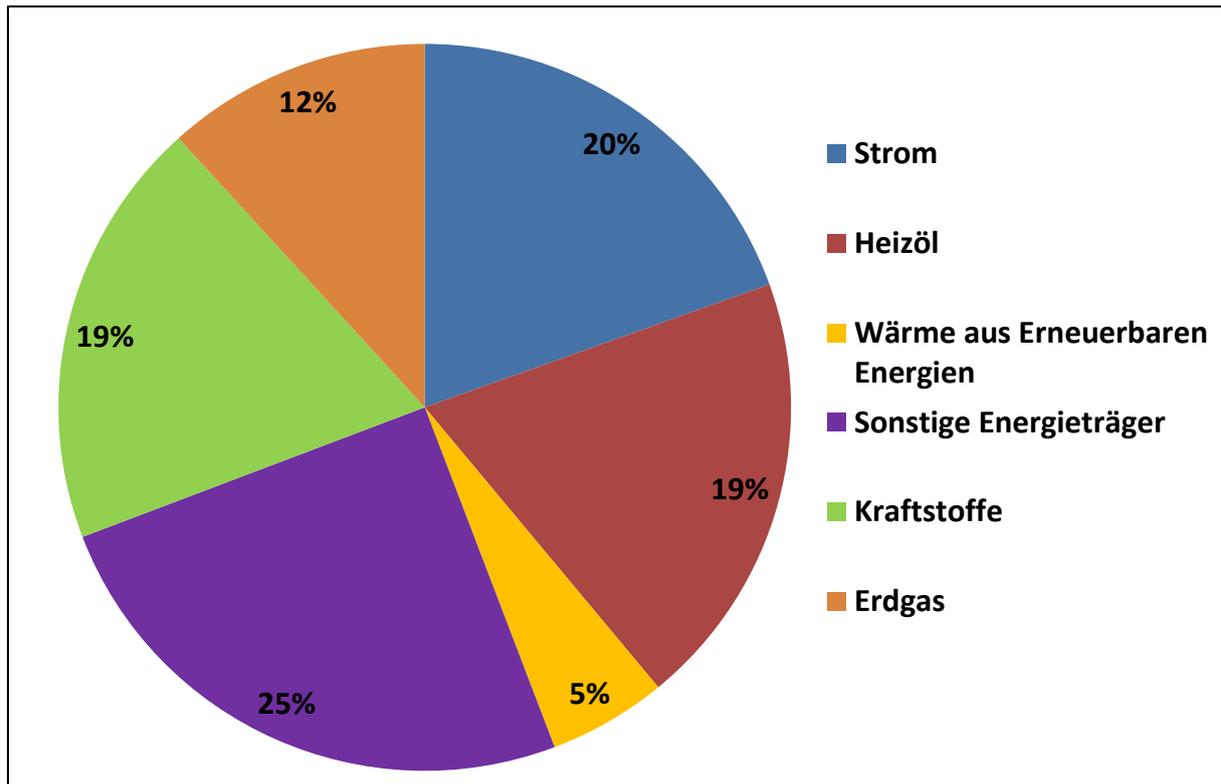


Abbildung 13: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger im Zollernalbkreis, Bilanzierung mit BICO₂ durch Energieagentur Zollernalb, Bilanzjahr 2022

10.2.2 Endenergieverbrauch nach Sektoren

Tabelle 3: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Sektoren im Zollernalbkreis, Bilanzierung mit BICO₂ durch Energieagentur Zollernalb, Bilanzjahr 2022

Private Haushalte	1.417,15	GWh
Gewerbe und Sonstiges	624,72	GWh
Verarbeitendes Gewerbe	1.858,14	GWh
Kommunale Gebäude	120,03	GWh
Verkehr	951,39	GWh
Summe	4.971,42	GWh

Zu erkennen ist, dass auf die Industrie mit 38% der größte Teil des Endenergieverbrauchs entfällt. Dies resultiert aus dem hohen Anteil produzierender Unternehmen und verbrauchsintensiver Branchen. Private Haushalte folgen mit 27%, Verkehr (19%) Gewerbe (14%) und kommunale Liegenschaften mit 2%.

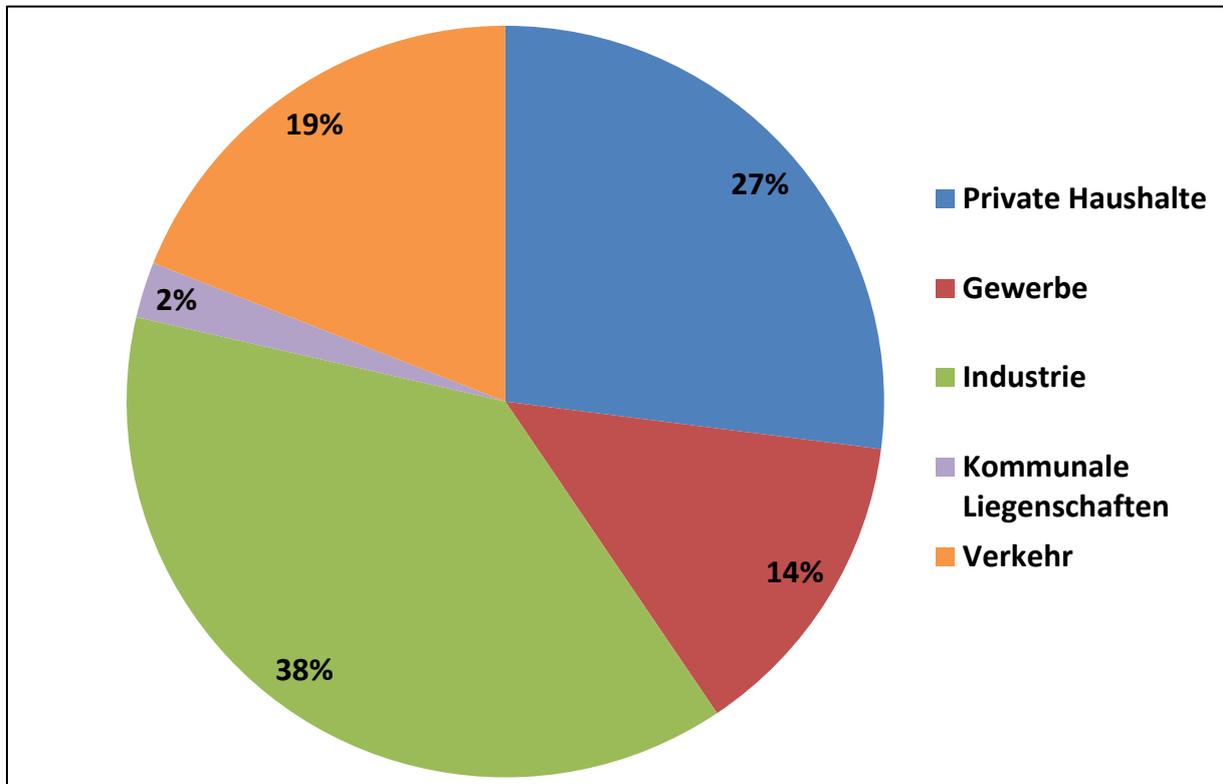


Abbildung 14: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Sektoren im Zollernalbkreis, Bilanzierung mit BICO2 durch EA Zollernalb, Bilanzjahr 2022

10.2.3 Endenergieverbrauch kommunaler Gebäude nach Energieträger

Tabelle 4: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger kommunaler Gebäude, Bilanzjahr 2022

	[GWh]
Stromverbrauch	44,71
Heizölverbrauch	11,66
Gasverbrauch	49,43
Erneuerbare Energien	14,23
insgesamt	120,03

Zur Ermittlung des Endenergieverbrauchs der kommunalen Gebäude wurde eine Erhebung durch die Energieagentur Zollernalb durchgeführt. Alle 25 Kommunen im Zollernalbkreis haben ihre Daten zur Verfügung gestellt.

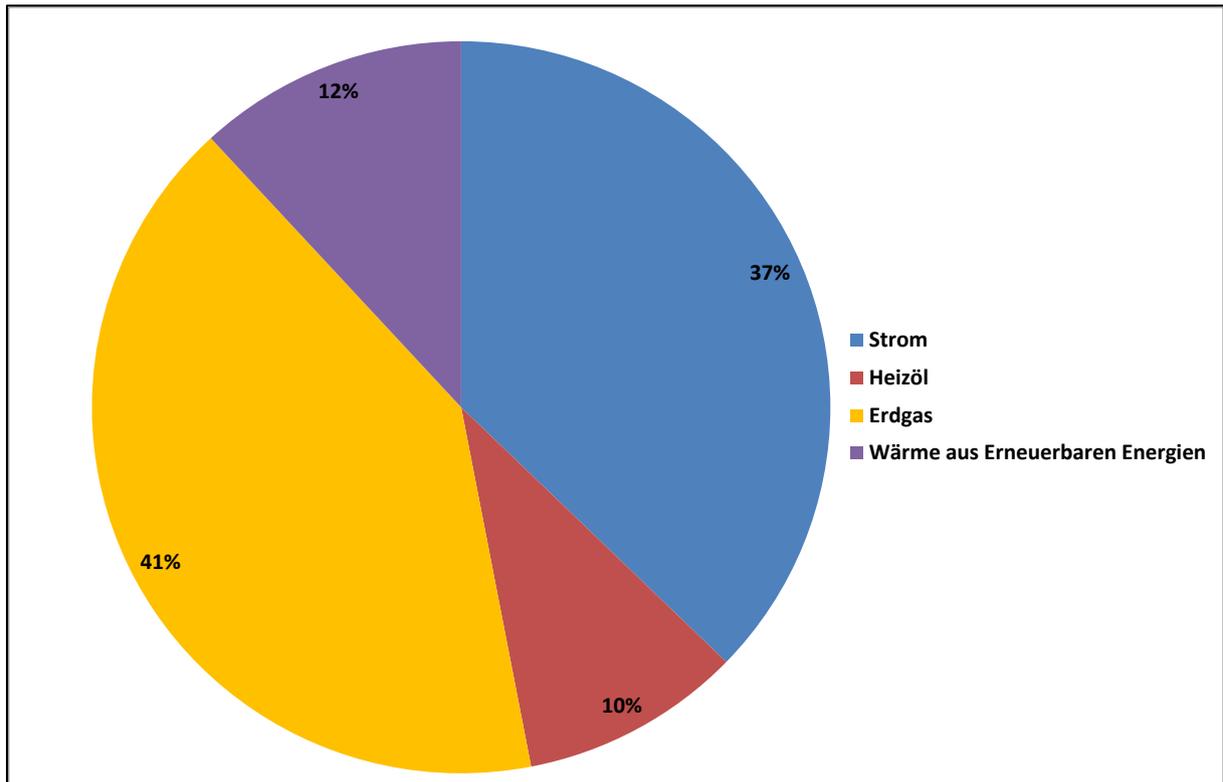


Abbildung 15: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger kommunale Gebäude, Bilanzjahr 2022

Der Anteil der kommunalen Gebäude am Gesamtendenergieverbrauch beträgt ca. 2%. Auffallend ist der hohe Anteil an fossilen Energieträgern. Positiv hervorzuheben ist, dass der Anteil Wärme aus erneuerbaren Energien bereits höher ist als der Heizölanteil.

10.3 Strom

10.3.1 Stromverbrauch

Der Anteil erneuerbarer Energien am öffentlichen Nettostromverbrauch im Zollernalbkreis betrug im Jahr 2022 ca. 22%. Der Bundesdurchschnitt für den Anteil erneuerbarer Energien an öffentlicher Nettostromerzeugung lag im Jahr 2022 bei ca. 50% [24]. Die Zusammensetzung der erneuerbaren Energieträger wird in Kap. 10.3.2 erläutert. Beim Stromverbrauch muss beachtet werden, dass es sich hier um die öffentliche Nettostromerzeugung handelt. Dies bedeutet der Eigenstromanteil von Eigenerzeugungsanlagen beispielsweise Blockheizkraftwerken und Photovoltaikanlagen ist nicht berücksichtigt, da diese Energiemengen oftmals nicht separat von Energieversorgern erfasst werden.

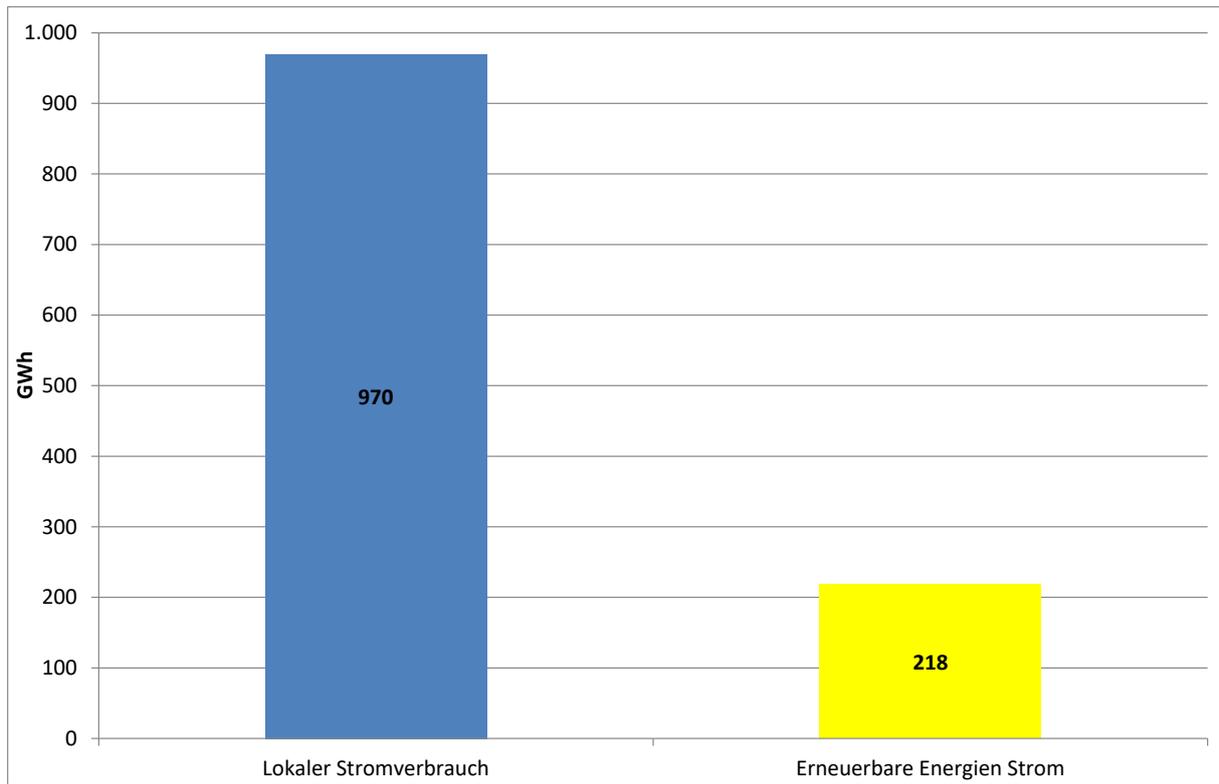


Abbildung 16: öffentlicher Nettostromverbrauch/ erneuerbare Stromerzeugung im Zollernalbkreis, Bilanzjahr 2022

10.3.2 Zusammensetzung der erneuerbaren Stromerzeugung

Die prozentuale Zusammensetzung der bereits ausgebauten erneuerbaren Energien im Jahr 2022 ist in Abbildung 17 dargestellt:

- Photovoltaik-Anlagen haben im Zollernalbkreis einen prozentualen Anteil von 74% an der erneuerbaren Stromerzeugung. Dies entspricht 161,46 GWh.
- Biomasse-Anlagen (hauptsächlich Biogasanlagen) haben einen prozentualen Anteil von ca. 24,6% an der erneuerbaren Stromerzeugung. Dies entspricht 53,76 GWh.
- Wasserkraft hat einen prozentualen Anteil von 0,5% mit 1,18 GWh.
- Windkraft (Anlagen Burladingen-Melchingen) hat einen prozentualen Anteil von 0,8% mit 1,75 GWh.

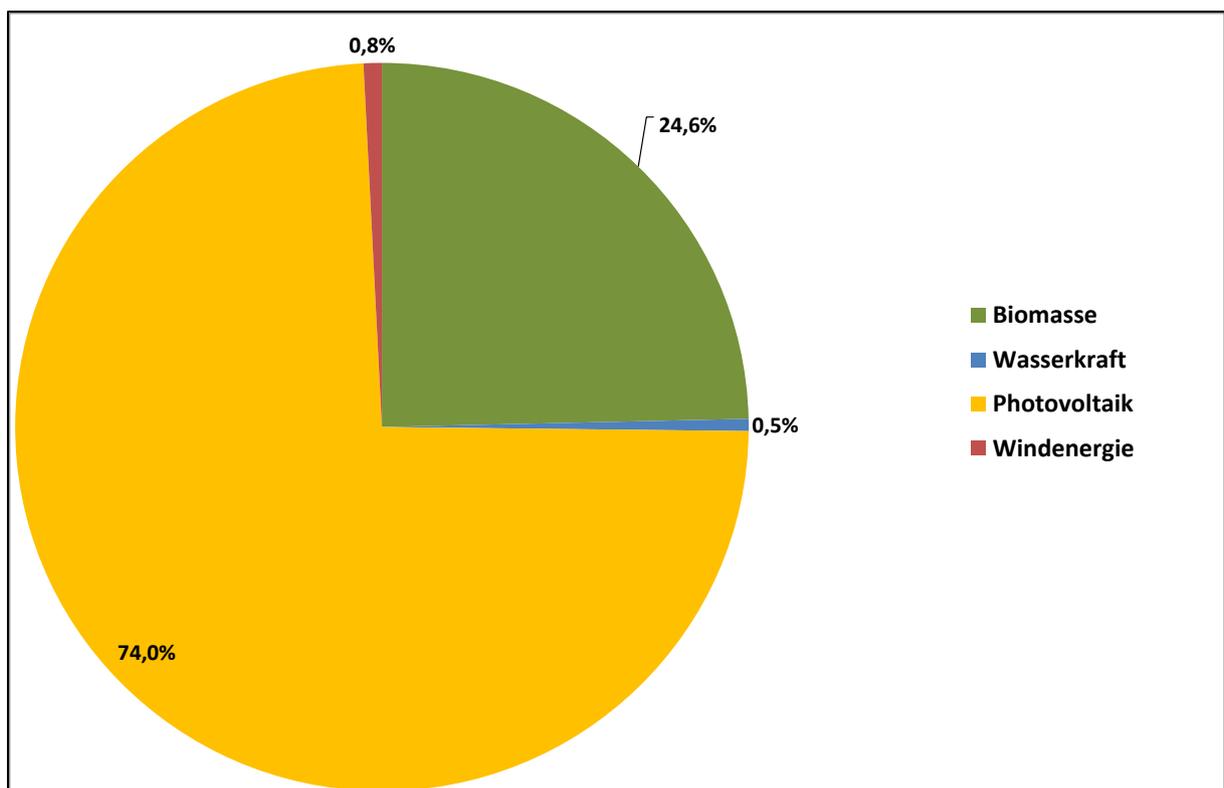


Abbildung 17: Aufteilung erneuerbare Energien, Stand 2022

10.4 Wärme

Der Wärmeverbrauch im Zollernalbkreis ist mehr als dreifach so hoch wie der Stromverbrauch.

10.4.1 Wärmeverbrauch/ erneuerbare Wärmeerzeugung

Im Zollernalbkreis werden ca. 336 GWh Wärme erneuerbar erzeugt, dies entspricht ca. 11% des gesamten Wärmeverbrauchs. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmebereich wurde unter anderem mit Hilfe von Schornsteinfegerdaten für den Zollernalbkreis ermittelt, die vom Landesinnungsverband zur Verfügung gestellt wurden. Wird dieser Anteil mit Daten von der LUBW errechnet, beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien 17%. Im Konzept werden die Schornsteinfegerdaten verwendet, da es sich um die lokalere Datenquelle handelt.

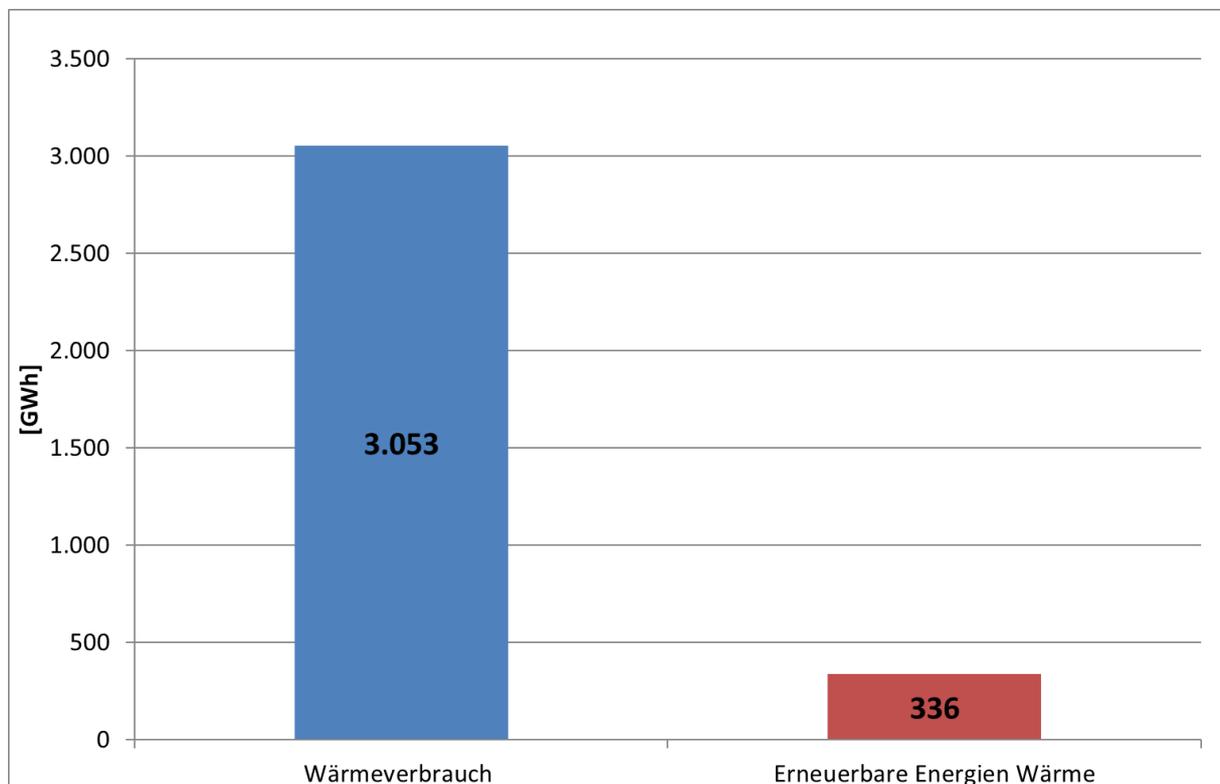


Abbildung 18: Wärmebedarf und erneuerbare Wärmeerzeugung, Quelle: Bilanzierung von CO₂ Emissionen mit BICO2BW durch EA Zollernalb, Bilanzjahr 2022

10.4.2 Aufteilung der erneuerbaren Wärmeerzeugung

Über 77% der erneuerbaren Wärmeerzeugung im Zollernalbkreis erfolgt durch Biomasse, siehe Abbildung 19.

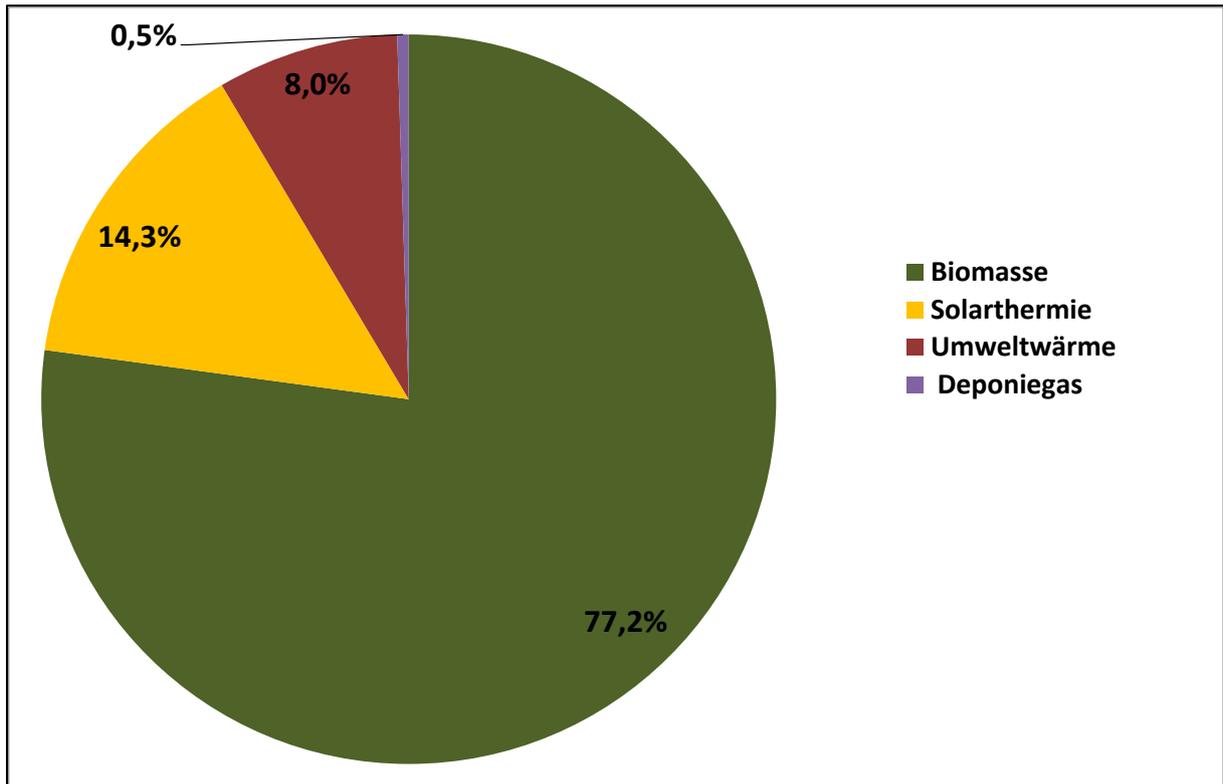


Abbildung 19: Aufteilung erneuerbare Wärmeerzeugung, Quelle: Bilanzierung von CO₂ Emissionen mit BICO2BW durch EA Zollernalb, Bilanzjahr 2022

Bisher ist Biomasse mit rund 77% Anteil der wesentliche Energieträger der erneuerbaren Energien. Berücksichtigt sind hier sowohl Biogas, als auch feste Biomasse (Stückholz, Hackschnitzel, Pellets). Solarthermie hat einen Anteil von rund 14% gefolgt von Umweltwärme mit 8% (Wärmepumpen). Deponiegas (Deponie Hechingen) hat einen Anteil von 0,5%.

10.5 CO₂ Bilanz

Im Zollernalbkreis wurden 2022 ca. 78% des öffentlichen Nettostroms importiert, siehe Kap. 10.3.1. Die Emissionen der Stromimporte sind in der verursacherbezogenen CO₂ Bilanz mitbilanziert.

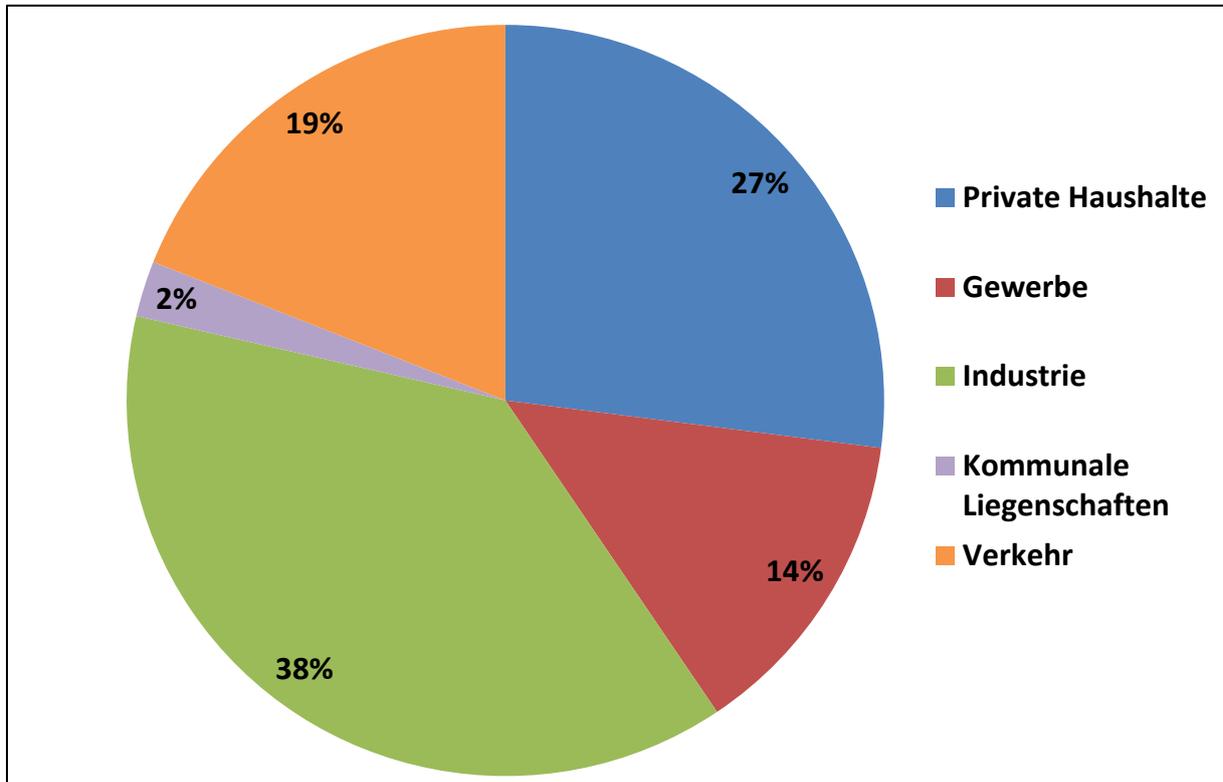


Abbildung 20: Verursacherbezogene CO₂ Bilanz mit BICO₂, Jahr 2022

Die verursacherbezogenen CO₂ Emissionen betragen im Jahre 2022 ca. 1.559.000 Tonnen. Die Aufteilung ist in Abbildung 20 dargestellt.

Der durchschnittliche CO₂-Ausstoß pro Einwohner beträgt im Zollernalbkreis 8,2 t/a [25] und liegt somit über dem landesweiten Durchschnitt von 7,4 t/a [1].

11 Potentialanalyse

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Potentialanalyse der erneuerbaren Energien im Zollernalbkreis. Es untersucht die aktuellen Ausgangslagen und Potentiale der verschiedenen Energiequellen für die Strom- und Wärmebereitstellung. In Tabelle 5 sind die vorhandenen Flächen erfasst.

Tabelle 5: Übersicht Flächenerfassung Jahr 2022 [1]

Nutzungsart	Bodenfläche insgesamt ZAK	Anteil an der jeweiligen Bodenfläche insgesamt	
		ZAK	BaWü
	ha	%	
Siedlung	7.883	8,6	9,4
Verkehr	4.987	5,4	5,6
Vegetation	78.498	85,5	83,9
Landwirtschaft	40.215	43,8	44,9
Wald	37.098	40,4	37,9
Gehölz	508	0,6	0,5
Heide	17	0,0	0,0
Moor	–	0,0	0,1
Sumpf	3	0,0	0,0
Unland/Vegetationslose Fläche	656	0,7	0,5
Gewässer	391	0,4	1,1
Bodenfläche insgesamt	91.758	100,0	100,0
Siedlungs- und Verkehrsfläche	12.711	13,9	14,8

Der Zollernalbkreis weist eine Bevölkerungsdichte von 201 Einwohnern pro km² auf. Er ist überwiegend ländlich geprägt, wobei 40,4% der Gesamtfläche von Wald bedeckt sind und 43,8% landwirtschaftlich genutzt werden.

11.1 Strom-Potential und Ausgangslage erneuerbarer Energien

11.1.1 Photovoltaik

Die Kosten für Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung sind seit 2006 um mehr als 75% gesunken [26]. Heute trägt die Photovoltaik mit niedrigen Stromgestehungskosten maßgeblich zur regionalen Wertschöpfung und erneuerbaren Stromversorgung im Zollernalbkreis bei.

Die Entwicklung von 2000 bis Mitte 2024 ist in Abbildung 21 dargestellt. Der höchste Zubau von über 20.000 kW in den Jahren 2010 und 2011 wurde 2023 mit über 30.000 kW deutlich

übertroffen. Dieser positive Trend setzt sich auch 2024 mit den geplanten Photovoltaikanlagen fort. Insgesamt beträgt die installierte Leistung knapp 210 MW. Um den Ausbau weiterhin auf hohem Niveau zu halten, ist die Nutzung von Freiflächen entscheidend. Eine Photovoltaikanlage mit einer Fläche von 10 Hektar würde bereits einem Drittel des Zubaus von 2023 entsprechen.

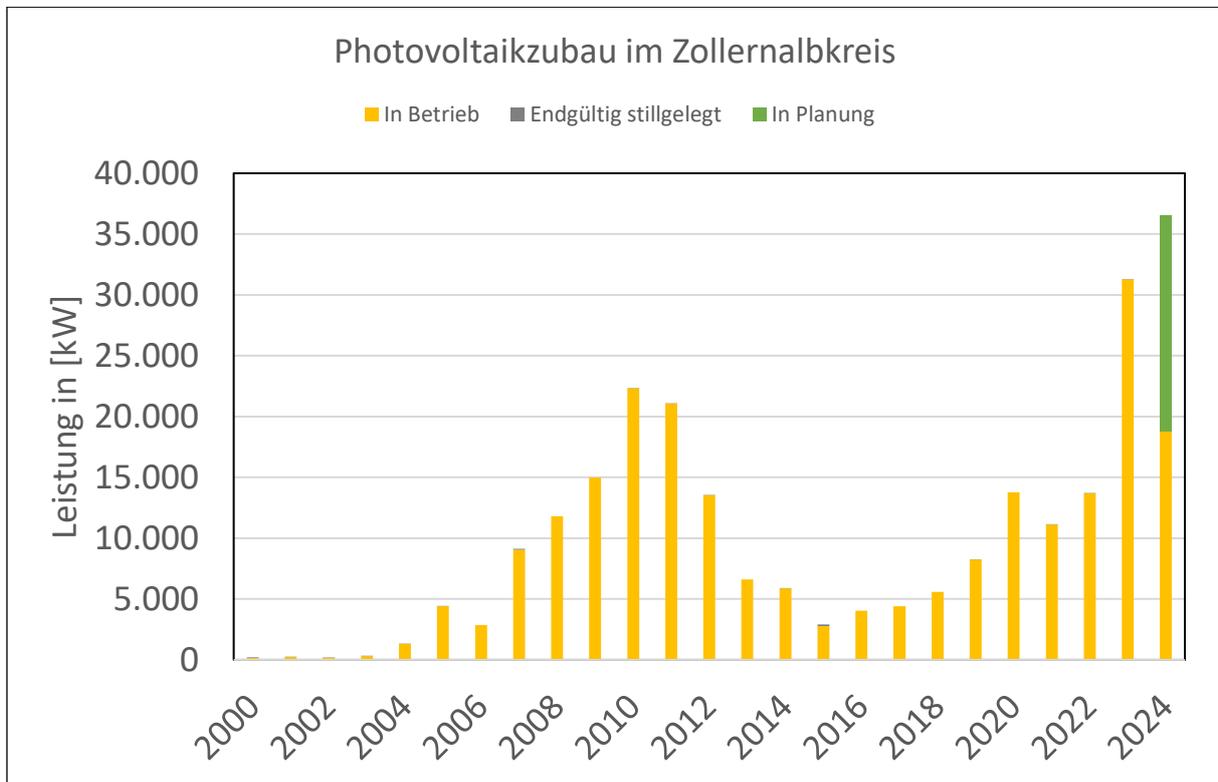


Abbildung 21: Photovoltaikausbau im Zollernalbkreis Quelle MaStR

Neben den Dachanlagen sollen künftig weitere Flächen für einen beschleunigten Ausbau genutzt werden. Hierbei sollten bereits versiegelte Flächen wie Parkplätze bevorzugt werden. Trotz höherer Kosten durch die Aufständigung überwiegen die Vorteile, da keine zusätzlichen Flächen benötigt werden und Flächen eine Mehrfachnutzung erhalten. Die Überdachung von Parkplätzen bietet zudem Schatten und kann mit einer Ladeinfrastruktur für E-Autos kombiniert werden. Auch Stecker-Solargeräte können bislang ungenutzte Flächen wie Balkone, Gärten oder Fassaden erschließen. Diese Geräte können ergänzend zu einer bestehenden Photovoltaikanlage installiert und betrieben werden. Seit 2017 erhalten Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf benachteiligten Grün- und Ackerflächen in Baden-Württemberg die EEG-Einspeisevergütung.

Der bisherige Ausbau erfolgte hauptsächlich durch Photovoltaik-Dachanlagen. Abbildung 22 zeigt, dass auf den Dachflächen noch ein Potential von knapp 500 GWh vorhanden ist. Weitere

Potentiale auf versiegelten Flächen sind gering: auf Parkflächen 61,1 GWh und für Stecker-Solargeräte 23,6 GWh. Das größte Potential liegt mit dem fast Fünffachen des aktuellen Strombedarfs bei den Freiflächen. Die Ergebnisse der Potentialanalyse zeigen, dass ein Mix aus verschiedenen Flächen benötigt wird, um den zukünftigen Strombedarf des Zollernalbkreises zu decken. Berücksichtigt man das gewünschte Ausbautempo und die erforderliche installierte Leistung, ist der Ausbau der Freiflächen unerlässlich.

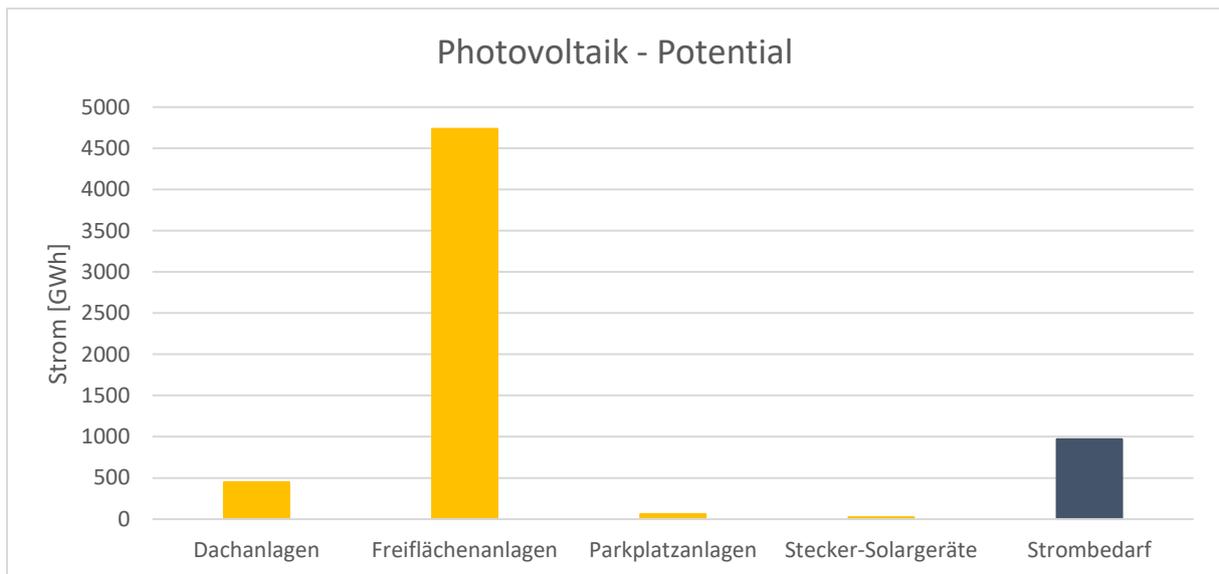


Abbildung 22: Photovoltaik - Potential im Vergleich zum Strombedarf

11.1.2 Windenergie

Die installierte Windenergieleistung im Zollernalbkreis betrug im Juli 2024 1,81 MW.

Im landesweiten Vergleich der Windkraftpotentiale liegt der Zollernalbkreis auf Platz 12 von 44 Stadt- und Landkreisen und hat somit ein sehr hohes Potential, siehe Abbildung 23 [27].

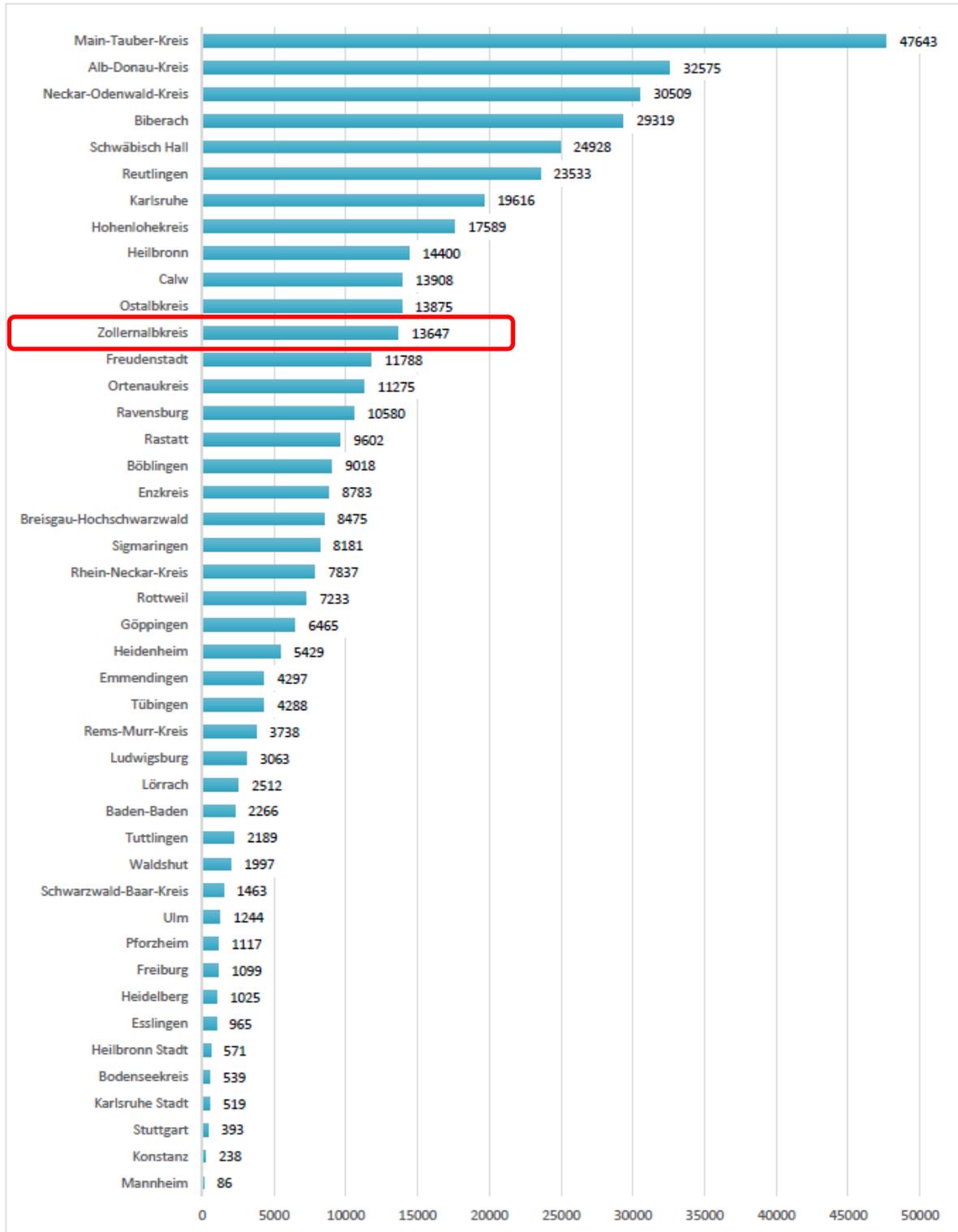


Abbildung 23: Ermittelte Windpotentialflächen nach Kreis (Angabe: Fläche in ha) [27]

Seit 2012 lag die Planung von Windenergieanlagen bei den Kommunen, die durch die Ausweisung von Konzentrationszonen in Flächennutzungsplänen Flächen für Windenergieanlagen bestimmen konnten. Mit der Novellierung des Landesplanungsgesetzes im Jahr 2023 ist

nun der Regionalverband verantwortlich. Der Regionalverband Neckar-Alb plant, bis Ende 2025 Vorranggebiete für die Windenergienutzung im Regionalplan festzulegen. Abbildung 24 zeigt den Entwurf der Vorranggebietskulisse aus dem Jahr 2023. Insgesamt sind 12 Flächen mit einer Gesamtfläche von 2.352 Hektar vorgesehen.

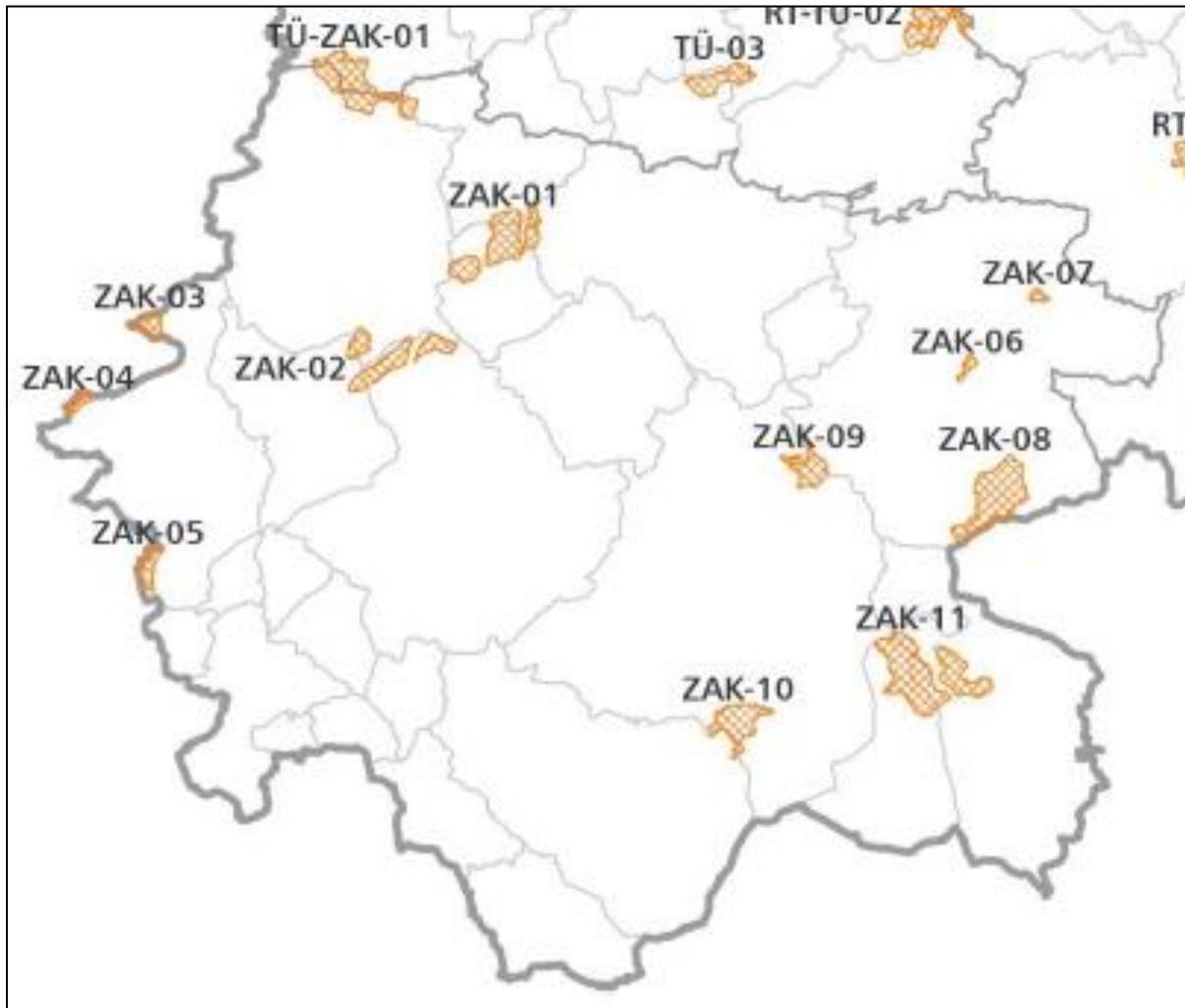


Abbildung 24: Vorranggebiete für Windenergienutzung

Wird von einer Fläche von 15 Hektar pro Windenergieanlage und 2.000 Volllaststunden pro Jahr ausgegangen, ergibt sich eine potentielle Energiemenge von 1.568 GWh. Diese Energiemenge ist in Abbildung 25 im Vergleich zum aktuellen Strombedarf dargestellt. Das Potential übersteigt den derzeitigen Strombedarf. Ohne Windenergie ist eine sichere, lokale Stromversorgung mit regionaler Wertschöpfung nicht realisierbar. Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen verhalten sich antizyklisch, d.h. im Winter weht in der Regel mehr Wind als im Sommer und in der Nacht mehr als am Tag. So können sich die Anlagen gut ergänzen.

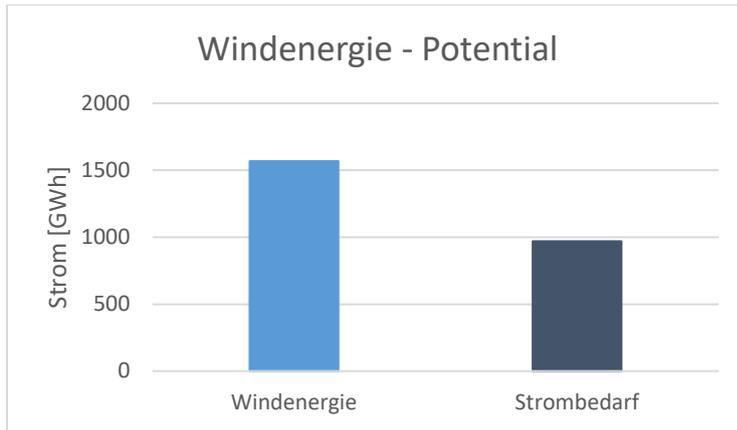


Abbildung 25: Windenergie - Potential im Vergleich zum Strombedarf

11.1.3 Biomasse

Mit Biogas und fester Biomasse (z.B. Hackschnitzel) kann Strom und Wärme erzeugt werden. In diesem Kapitel wird die Stromerzeugung durch Biogas und Biomasse betrachtet, die Wärmeerzeugung durch Biomasse wird in Kapitel 11.2.1 betrachtet.

Im Jahr 2022 betrug der Stromertrag durch Biogasanlagen und die Nutzung fester Biomasse ca. 53,76 GWh [25].

Potentiale Biogas

Gesetzliche und förderrechtliche Rahmenbedingungen lassen aktuell keine Steigerung im Bereich Biogas zu. Derzeit ist eher von einem Rückbau von Biogasanlagen auszugehen. Wichtig ist es, Randbedingungen z.B. Auskoppelung der Wärme über ein Wärmenetz oder Methaneinspeisung zu schaffen, um die bestehenden Biogasanlagen zu erhalten.

Potential fester Biomasse (Hackschnitzel, Pellets, Scheitholz, Klärschlamm) zur Stromerzeugung

Mit fester Biomasse kann Strom (z.B. Pyrolyse, Dampfmaschinen oder Turbinen) und Wärme erzeugt werden.

Im Zollernalbkreis sind Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die feste Biomasse zur Stromerzeugung nutzen, vorhanden. Diese lieferten im Jahr 2022 einen Stromertrag von ca. 15,3 GWh und stellt somit eine sinnvolle Ergänzung zum Ausbau der erneuerbaren Energie aus Photovoltaik und Windenergie dar.

Das Potential an Waldenergieholz wurde auf Grundlage von Forsteinrichtungsdaten und Vollzugsdaten des Holzeinschlags ermittelt. Das Waldenergieholzpotential beträgt 276 GWh/a [28]. Der Hauptteil des Energieholzes wird zur Wärmebereitstellung verwendet, dies wird in Kap. 10.4.2 näher betrachtet. Weitere Potentiale wie Altholz, Sägereste und Gehölze freier Landschaft sind zusätzlich vorhanden, aber schwer abzuschätzen.

Es wird angenommen, dass eine Verdreifachung der Stromerzeugung aus fester Biomasse möglich ist. Somit beträgt das nutzbare Potential zur Stromerzeugung ca. 46 GWh.

11.1.4 Wasserkraft

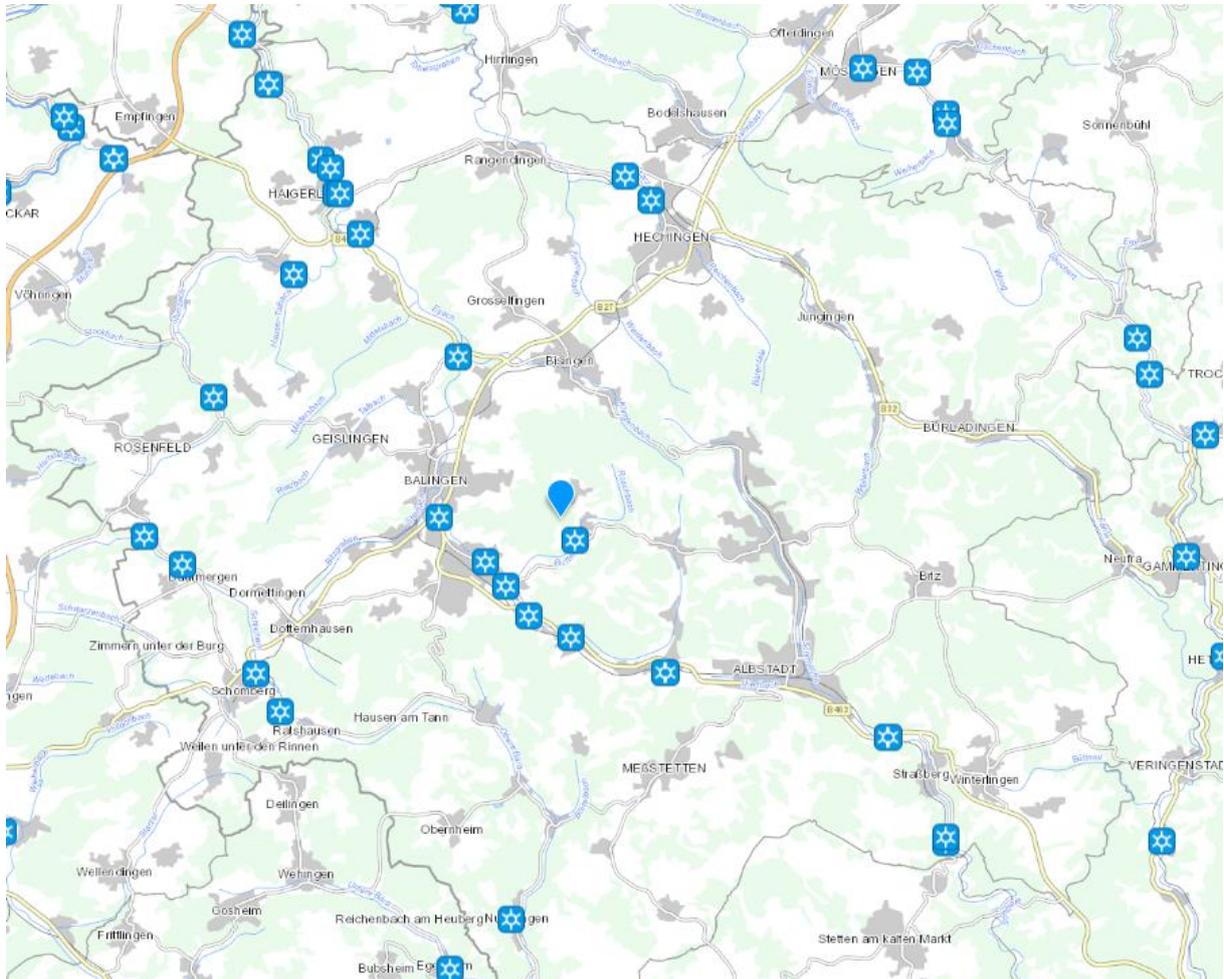


Abbildung 26: Wasserkraftnutzung im Zollernalbkreis nach LUBW Potentialatlas [29]

Ausgangslage

Im Zollernalbkreis sind derzeit ca. 20 Anlagen in Betrieb, siehe Abbildung 26. Die blauen Symbole markieren die Standorte. Die Anlagen erzielten im Jahr 2022 einen Ertrag von 1.175 MWh [30].

Potential

Die Wasserkraftpotentiale im Zollernalbkreis sind mit den vorhandenen Anlagen bereits weitestgehend genutzt und ausgeschöpft, die LUBW stuft das Ausbaupotential als „grenzwertig“ ein, siehe Abbildung 27. Da durch den Klimawandel Niedrigwasserereignisse zunehmen und zusätzlich gesetzliche Auflagen steigen, wird die Annahme getroffen, dass Rückbau und Effizienzsteigerungen sich die Waage halten und mit einem gleichbleibenden Ertrag gerechnet wird.

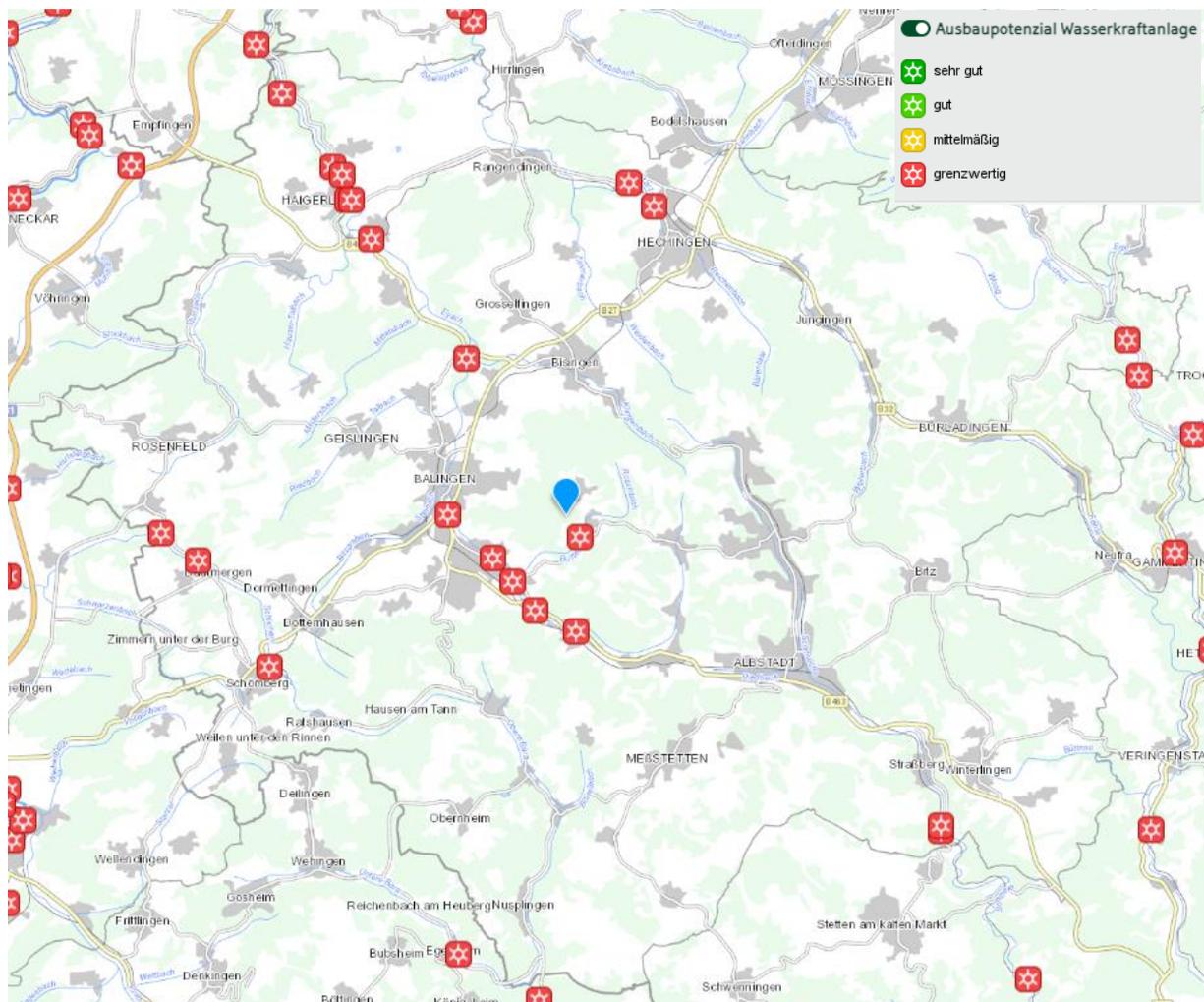


Abbildung 27: Ausbaupotential Wasserkraft, Quelle LUBW Energieatlas

11.2 Wärme-Potential und Ausgangslage erneuerbarer Energien

11.2.1 Biogas

Die Biogasanlagen erzeugen derzeit ca. 74,23 GWh Wärme [25]. Gesetzliche und förderrechtliche Rahmenbedingungen lassen aktuell keine Steigerung im Bereich Biogas zu, deshalb ist ein Zubau unwahrscheinlich. Derzeit ist eher mit einem Rückbau von Biogasanlagen auszugehen.

Nicht alle Biogasanlagen nutzen die Abwärme vollumfänglich, hier ist ein Potential vorhanden. Die Abwärme der Biogasanlagen in Grosselfingen und Bittelbronn werden für die Versorgung der Wärmenetze der Gemeinden genutzt. Die Biogasanlage in Meßstetten unterstützt die Beheizung des ehemaligen Kasernenareals bzw. des künftigen interkommunalen Industrie- und Gewerbeparks Zollernalb. Durch Abwärme von zwei Biogasanlagen werden in Bisingen eine Mehrzweckhalle und ein Alten- und Pflegeheim versorgt.

Potential

Bei 7 von insgesamt 12 Biogasanlagen im Zollernalbkreis wird die Abwärme zurzeit für die Eigenversorgung genutzt, bei diesen Anlagen ist eine Auskopplung der vorhandenen Restwärme zu prüfen. Die Auskopplung der Wärme in ein Wärmenetz aus den Biogasanlagen ist oftmals nicht einfach umzusetzen. Eine weitere Möglichkeit bietet die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung ins Erdgasnetz. Eine weitere Alternative wäre, das erzeugte Biogas bis zum Wärmeabnehmer zu transportieren und dort ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zu errichten (z.B. Satelliten-BHKW, realisiert in Bisingen).

Die berechnete Wärmemenge der Biogasanlagen aus der Energie- und Treibhausgasbilanz beträgt 74,23 GWh. Aufgrund der aktuellen Randbedingungen ist derzeit von keiner Steigerung auszugehen, deshalb wird die erzeugte Wärmemenge 2022 als Potential gleichgesetzt. Wichtig ist es, einen Weiterbetrieb der vorhandenen Biogasanlagen sicherzustellen.

11.2.2 Feste Biomasse

Ausgangslage

Im Zollernalbkreis sind 5.381 zentrale Biomasseanlagen (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) und 39.578 Einzelfeuerstätten zur Wärmebereitstellung in 2022 installiert [22].

Mit diesen Anlagen wurden 2022 179,23 GWh Wärme über feste Biomasse erzeugt.

Potential

Das Gesamtpotential an Energieholz beträgt ca. 276 GWh, hiervon werden 159 GWh bereits genutzt. Die Ermittlung erfolgte anhand realer Einschlagszahlen anhand des Forsteinrichtungswerk aller 25 Städte und Gemeinden im Zollernalbkreis. Es wurden alle Waldbesitzarten (Kommunalwald, Staatswald, sonstiger Körperschaftswald, Großprivatwald, kleiner und mittlerer Privatwald und Bundeswald) betrachtet. Die Ermittlung fand in Zusammenarbeit mit dem Forstamt Zollernalbkreis, Klimaschutzmanagement und Energieagentur Zollernalb statt.

Ziel bei der Holznutzung ist primär die stoffliche Verwertung und damit die langfristige Bindung von CO₂ in Möbeln, Baustoffen, etc. Aufgrund der Qualität (z.B. Sturmholz) und Größe, kann nicht alles Holz wirtschaftlich genutzt werden. Diese Hölzer dienen als Potential an Energieholz, welches möglichst lokal im Zollernalbkreis genutzt werden sollte. Die energetische Nutzung von fester Biomasse kann weiter ausgebaut werden, allerdings ist die Nutzung aufgrund der Holzmenge begrenzt. Die 276 GWh Potential stehen einem Wärmebedarf von 3.053 GWh gegenüber. Dies bedeutet, 9% des aktuellen Wärmebedarfs könnte durch feste Biomasse im Zollernalbkreis gedeckt werden. Biomasse ist ein wichtiger Baustein der Wärmewende und primär in Gebäuden, in denen eine Wärmepumpe nicht geeignet ist, und in Wärmenetzen einzusetzen.

11.2.3 Wärmepumpen

Die Installation von Wärmepumpen empfiehlt sich sowohl für Neubauten, als auch für Altbauten mit Heizkörpern, wenn die Vorlauftemperatur im Heizsystem in der Regel <55°C beträgt. Da selbst im Winter die Anteile erneuerbarer Energien (siehe Abbildung 28) im öffentlichen Stromnetz hoch sind (hauptsächlich durch Windenergieanlagen) ist ein ökologischer Mehrwert gegeben.

Man unterscheidet zwischen der Sole/Wasser und Wasser/Wasser Wärmepumpe. Die Potentiale beider Varianten werden nachfolgend dargestellt.

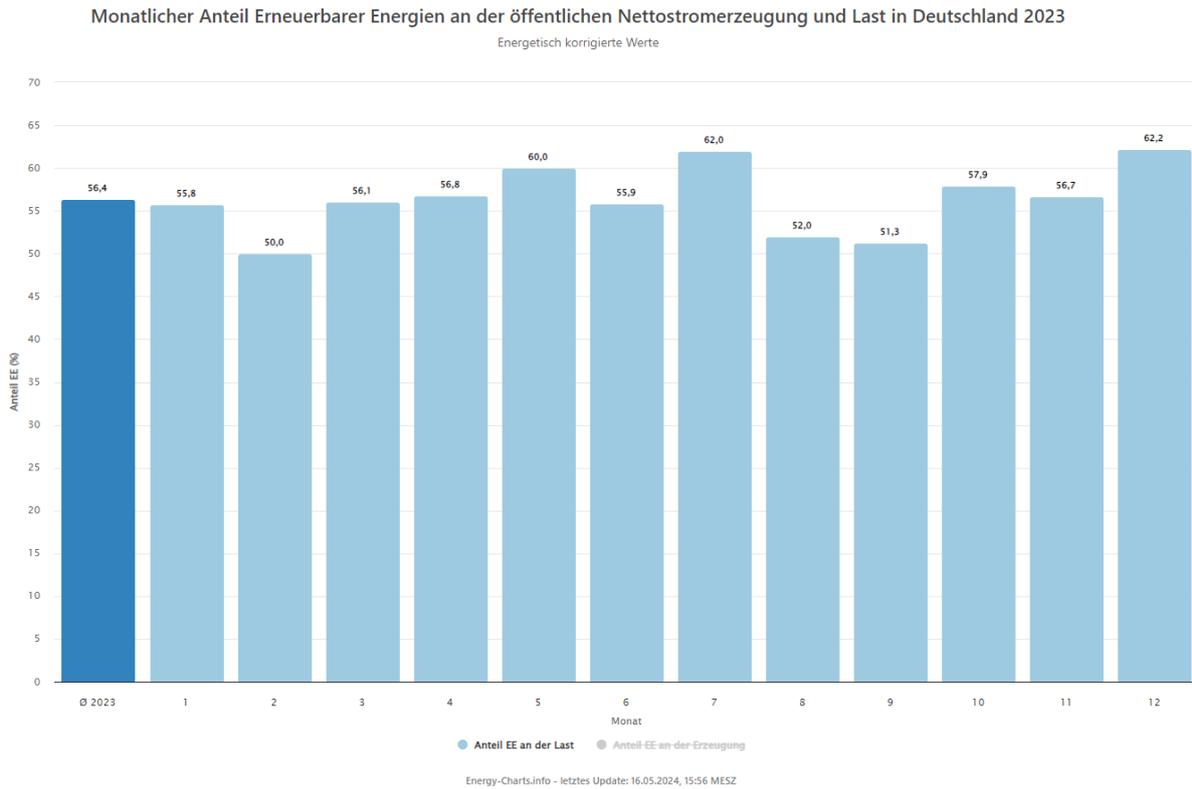


Abbildung 28: Monatlicher Anteil erneuerbarer Energien Nettostromerzeugung 2023, Quelle: ISE Energy Charts

Sole/Wasser Wärmepumpen

Ausgangslage

Im Januar 2024 waren im Zollernalbkreis 558 Sole/Wasser Wärmepumpenanlagen mit 1.500 Erdwärmesonden in Betrieb [31]. Anhand des Gesamtpotentials kann der Wärmeverbrauch auf ca. 12,3 GWh geschätzt werden. Sole/Wasser Wärmepumpen nutzen die Wärme der Erde und haben dadurch ganzjährig eine relativ ähnliche Quelltemperatur. Die Energieeffizienz dieses Systems ist deshalb höher als bei einer Luft/Wasser Wärmepumpe.

Potential

Das Potential wurde mittels des zur Verfügung gestellten Datensatzes der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg ermittelt.

Hieraus ergibt sich unter der Annahme, dass eine Sonde pro geeignetem Flurstück genutzt wird, ein technisches Potential von 434 GWh/a. Die aktuelle Potentialausschöpfung bei 1.500 Erdsonden beträgt 2,8%.

Es ist ein sehr hohes Potential im Zollernalbkreis vorhanden, der Betrieb vor Ort ist emissionsfrei. Bei der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 4 (aus einem Teil Strom werden vier Teile Wärme erzeugt, betrachtet über ein Jahr) würde der zusätzliche Stromverbrauch ca. 108 GWh betragen. Die räumliche Verteilung des Geothermiespotentials ist in Abbildung 29 dargestellt.

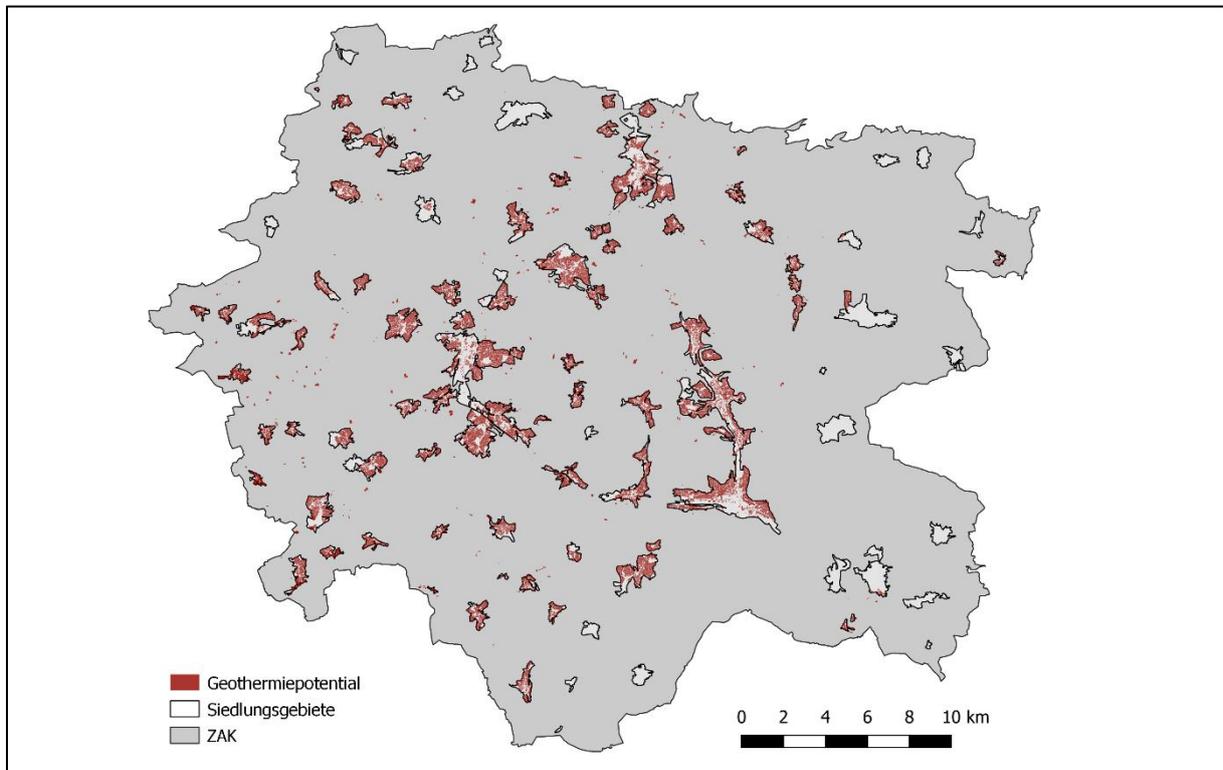


Abbildung 29: Geothermiespotential im Zollernalbkreis

Luft/Wasser Wärmepumpen

Ausgangslage

Luft/Wasser Wärmepumpen nutzen die Umgebungswärme als Wärmequelle, da selbst Luft unter -15°C noch Energie enthält.

Potential

Die Wärmequelle steht damit nahezu unendlich zur Verfügung und ist begrenzt durch den Stromeinsatz und der benötigten Vorlauftemperatur in Gebäuden/Industrie.

Zur Deckung des Defizits im Sektor erneuerbare Energien Wärme werden Wärmepumpen benötigt. Um den Zollernalbkreis komplett (bilanziell) auf erneuerbare Energien umzustellen,

wurde in Kap. 13.2 eine benötigte Leistung von Luft/Wasser Wärmepumpen von 1.328 GWh thermisch berechnet.

Bei der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 3 der Luft/Wasser Wärmepumpen, resultiert hier ein zusätzlicher Stromverbrauch von ca. 443 GWh.

11.2.4 Solarthermie

Ausgangslage

Im Zollernalbkreis sind knapp 62.000 m² (Stand 2021, [30]) Sonnenkollektoren für die Wärmebereitstellung installiert. [28] Aus den Berechnungen ergibt sich für das Jahr 2022 eine Wärmeerzeugung von ca. 48,24 GWh. Es handelt sich hierbei überwiegend um Dachanlagen, große Freiflächen-Solarthermieanlagen sind derzeit im Zollernalbkreis nicht installiert.

Aufgrund der stark gesunkenen Kosten für Photovoltaikanlagen und der zunehmenden Sektorkopplung (mit Sektorkopplung ist die Verwendung von PV-Strom für Wärmepumpen/Heizstäbe und Laden von Elektroautos gemeint) steht die Solarthermieanlage in vielen Bereichen in Konkurrenz zu PV-Anlagen. Dennoch gibt es sinnvolle Anwendungsfälle, vor allem für Gebäude mit hohem Wärmebedarf, Mehrfamilienhäuser oder zur Unterstützung bestehender Wärmenetze.

Potential

Generell sind die gleichen Dachflächen für Solarthermie und für PV Anlagen geeignet. Es besteht somit ein Nutzungskonflikt zwischen den Anlagen. Für das Energie- und Klimaschutzkonzept wird daher angenommen, dass 10% der verfügbaren Dachflächen für Solarthermieanlagen geeignet sind, dies entspricht einer Leistung von ca. 283 GWh.

Bei Solarthermieanlagen auf der Freifläche gibt es weitere Einschränkungen gegenüber Photovoltaik Freiflächenanlagen, da hier eine räumliche Nähe zum Verbraucher gegeben sein muss. Das technische Potential ist hier sehr hoch, für das Energie- und Klimaschutzkonzept wird von einer Potentialausschöpfung von 5% ausgegangen. Zudem stehen Solarthermie-Freiflächenanlagen auch hier in starker Konkurrenz zu Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Es wird ein Potential von 579,1 GWh angenommen.

11.2.5 Wasserstoff

In den aktuellen Planungen des Wasserstoff-Kernnetz ist die Region Neckaralb nicht berücksichtigt (siehe Abbildung 30).



Abbildung 30: Wasserstoff Kernnetz, Quelle: BMWK

Beim Ferngasbetreiber Terranets bw wird die Versorgungsleitung für die Region Neckaralbkreis aktuell als Optionalleitung bei ausreichendem Bedarf erst nach dem Jahr 2035 vorgesehen, siehe Abbildung 31. Dies bedeutet, dass der leitungsgebundene Wasserstoff in der nächsten Dekade im Zollernalbkreis keine nennenswerte Rolle spielen wird.

Lokale Erzeugung von Wasserstoff kann bei hohen Überschussmengen von erneuerbaren Strom Sinn ergeben, diese sind derzeit im Zollernalbkreis nicht vorhanden, siehe Kap. 10.3.

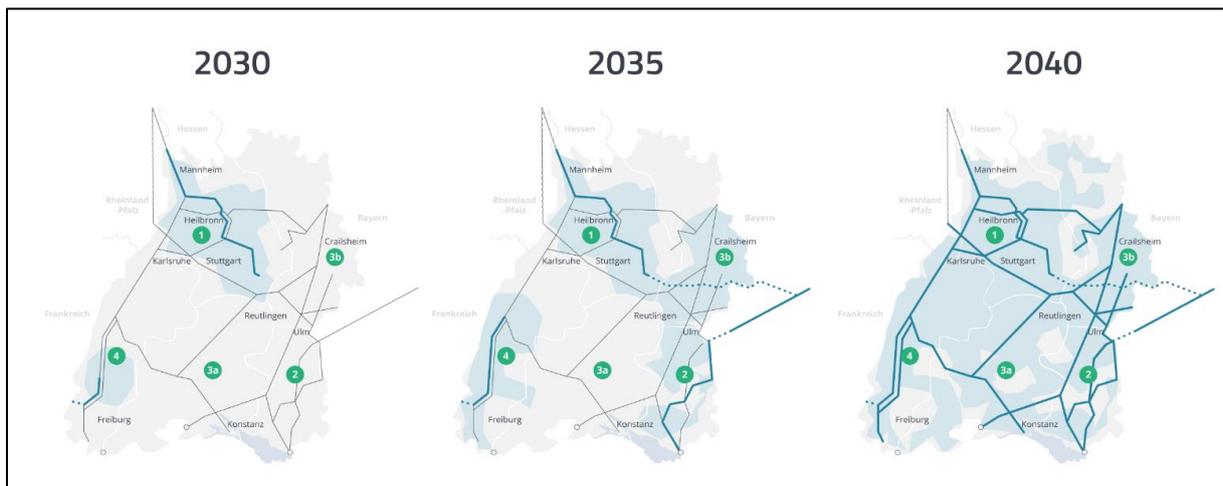


Abbildung 31: geplanter Ausbau Wasserstoffinfrastruktur nach terranets bw

Für die klassische Gebäudeheizung im Wärmebereich wird Wasserstoff voraussichtlich keine Rolle spielen, da die benötigten Energiemengen zur Erzeugung von Wasserstoff deutlich höher sind, als bei der direkten Verwendung von Wärmepumpen oder direktelektrischen Prozessen (z.B. Heizstab, Durchlauferhitzer, Verdampfer) und so die Beheizung mit Wasserstoff wahrscheinlich deutlich teurer sein wird. Zudem ist das Wasserstoffmolekül sehr klein im Vergleich zu Erdgasmolekülen, deshalb wären im Zollernalbkreis große Investitionen notwendig, um das Erdgasnetz zu ertüchtigen. Daher wird in Industrieprozessen in Zukunft anstatt auf Wasserstoff eher auf direktelektrische Prozesse gesetzt, wo dies möglich ist [32].

In manchen industriellen Prozessen wird Wasserstoff in Zukunft benötigt werden, dieser Bedarf wird anhand der BEE Studie Wärmeszenario 2045 im Zollernalbkreis auf 26 GWh geschätzt [32].

Fazit:

Aufgrund der unklaren Anbindung des Zollernalbkreises an das Wasserstoffnetz, der derzeitigen Verfügbarkeit und des hohen Energieaufwandes zur Erzeugung von Wasserstoff wird aktuell davon ausgegangen, dass in der nächsten Dekade Wasserstoff nur eine untergeordnete Rolle in der Wärmeversorgung des Zollernalbkreises spielen wird.

11.2.6 Deponiegas

Das Deponiegas der Deponie in Hechingen (Energieinhalt rund 1.690.000 kWh im Jahr 2022) wird zur industriellen Wärmeerzeugung eines ortsansässigen Medizinunternehmens vollständig genutzt. Dort reduziert das Deponiegas die benötigte Erdgasmenge. Das Deponiegas wird in Zukunft weiter abnehmen, da die Gasmenge in der Deponie stetig abnimmt aufgrund der Abbauprozesse.

11.2.7 Einsparpotentiale Wärme

Abwärmenutzung

Ausgangslage

Auf den Industriesektor entfallen im Zollernalbkreis 38% des Endenergieverbrauchs, siehe Kap. 10.2.2. Ein Großteil der Energie wird zur Bereitstellung von Prozesswärme (z. B. zur Dampferzeugung, zur Erwärmung von Einsatzstoffen und Materialien oder für Trocknungs- und Reinigungsprozesse) und Raumwärme eingesetzt. Der überwiegende Teil der verwendeten Energie verlässt die Einsatzbereiche in Form von Abwärme. Auch in Prozessen und Anwendungen, in denen kein Wärmebedarf besteht und in denen eine Wärmeentwicklung unerwünscht ist, fällt durch Reibung, Umwandlungsverluste oder thermodynamische Gegebenheiten Abwärme an [33].

Potential

Wichtige Faktoren für Abwärmenutzung sind das Temperaturniveau, die Abwärmemenge, das Trägermedium (Luft, Wasser etc.), die zeitliche Verfügbarkeit (z.B. Betriebsferien), die Art der Nutzung und die räumliche Nähe von Abwärmequelle und Wärmebedarf [33].

Die Abwärme kann anlagen- bzw. prozessintern, betriebsintern oder extern (z.B. Wärmenetz) genutzt werden [33].

Das Abwärmepotential muss individuell durch eine gezielte Energieberatung ermittelt werden. Je nach Untersuchungen schwanken die Abwärmepotentiale zwischen 5 und 45%. Im Einzelfall unterscheiden sich die Möglichkeiten zur Verwertung von Abwärme zwischen Unternehmen aus unterschiedlichen Industriebranchen deutlich voneinander. Dies wird unter anderem anhand des Temperaturniveaus des Wärmebedarfs einzelner Branchen besonders deutlich. So wird insbesondere in der Zement-, Glas- oder Metallerzeugung Wärme auf hohen Temperaturniveaus über 1.000°C benötigt. Demgegenüber benötigen die Textil- und Nahrungsmittelindustrie überwiegend Wärme auf Temperaturniveaus bis zu 100°C [33].

Für den Zollernalbkreis wird ein Abwärmepotential von 20% der eingesetzten Endenergie von Industrieunternehmen angenommen, unter dieser Annahme beträgt das Einsparpotential durch Abwärmenutzung ca. 371,63 GWh.

Abwasserwärme

Ausgangslage

Die Nutzung von Abwasserwärme stellt eine vielversprechende Möglichkeit zur Reduktion von Treibhausgasemissionen dar. Die im Abwasser enthaltene thermische Energie kann durch den Einsatz von Wärmepumpen effizient genutzt werden. In der Bachelorarbeit „Untersuchung des kommunalen Abwasserwärmepotentials im Zollernalbkreis“ [34], betreut durch die Hochschule Rottenburg und die Energieagentur Zollernalb wurden die potentiellen Wärmemengen der kommunalen Abwasserströme analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass das Abwasser, welches in den Kläranlagen des Zollernalbkreises behandelt wird, nach der Reinigung über eine signifikante Restwärme verfügt. Diese Restwärme kann mithilfe von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau angehoben und somit für die Beheizung von Gebäuden genutzt werden.

Potential

Die in der genannten Untersuchung ermittelten Daten zeigen, dass das jährliche Abwasserwärmepotential im Zollernalbkreis bei insgesamt knapp 84 GWh liegt. Diese Energiemenge könnte einen wesentlichen Beitrag zur Wärmeversorgung leisten. Die Effektivität dieser Maßnahme ist jedoch stark von der Nähe potenzieller Wärmeabnehmer zur jeweiligen Kläranlage abhängig. Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten ist die Verfügbarkeit geeigneter Abnehmer nicht immer gegeben, was die Realisierbarkeit von Abwasserwärmenutzungsprojekten einschränkt. Die Identifizierung und Entwicklung von Wärmeabnehmern in der Umgebung der Kläranlagen könnte die Implementierung solcher Systeme fördern.

Wärmenetze

Ausgangslage

Wärmenetze bieten die Möglichkeit Techniken zu nutzen, die im Einzelgebäude nicht umsetzbar sind z.B. Abwärmeeinbindung Industrie, Abwasserwärme, Hackschnitzel oder Großwärmepumpe. Zudem ist nicht in jedem Gebäude ausreichend Platz für eine Heizzentrale vorhanden (z.B. in Innenstädten). Je nach Wärmedichte und Wärmeabnehmer kann so ein effizientes Heizsystem in der Kommune etabliert werden, das einen Standortvorteil bieten kann. Im Zollernalbkreis sind bereits 12 Wärmenetze in Betrieb:

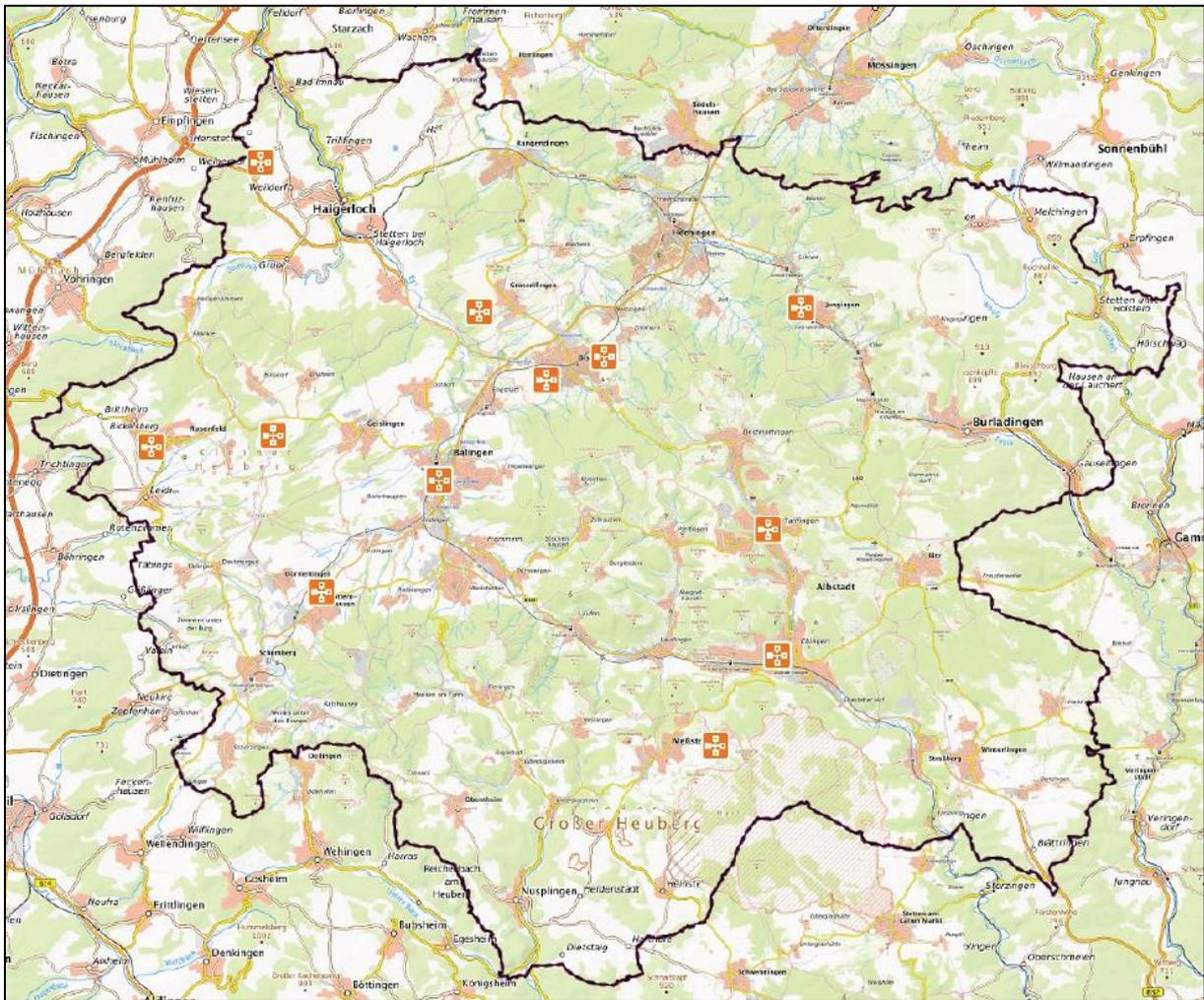


Abbildung 32: Wärmenetze im Zollernalbkreis

Potential

Für ein Wärmenetz muss ein betriebswirtschaftlich ausreichend hoher Wärmebedarf vorhanden sein. Deshalb bieten sich vor allem Bereiche mit Altbauten an, bei denen zusätzlich Ankerkunden bzw. Großabnehmer vorhanden sind. Durch die Verpflichtung der kommunalen Wärmeplanung für alle Kommunen im Landkreis bis zum 30.06.2028 wird untersucht, in welchen Gebieten ein ökologisch und ökonomisch sinnvoller Betrieb möglich ist. Dies bietet die Chance, die in Kapitel 11.2.7 beschriebenen Wärmepotentiale (z.B. Abwasserwärme, Abwärme Industrie) gut einbinden zu können. Sollte sich eine neue Technologie durchsetzen, kann diese im Wärmenetz zentral eingebunden werden. Zudem können hier mehrere Energieerzeuger kombiniert werden und somit die Versorgungssicherheit erhöht und Preisschwankungen ausgeglichen werden.

12 Trend-Szenario bei gleichbleibender Zubaugeschwindigkeit

Ein Szenario in einem Klimaschutzkonzept dient als Hilfsmittel zur Planung und Bewertung möglicher Zukunftsentwicklungen. Ziel ist es, unterschiedliche Wege und Maßnahmen zur Emissionsreduktion aufzuzeigen.

Das Trend-Szenario veranschaulicht die Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE), falls sich die Geschwindigkeit des Zubaus nicht erhöht. Hier wird die Entwicklung der EE anhand von Realdaten aus den Jahren 2013 bis 2022 bis zum Jahr 2040 linear hochgerechnet.

12.1 Trend-Szenario im Sektor Strom

In diesem Szenario wird der Ausbau der erneuerbaren Energien Photovoltaik, Windkraft, Wasserkraft und Biomasse anhand der Realentwicklung von 2013 bis 2022 hochgerechnet.

Die Entwicklung des Stromverbrauchs wurde aus der durch die IHK in Auftrag gegebenen „Stromstudie für Baden-Württemberg“ [27] mit den Lokaldaten für den Zollernalbkreis übernommen. Im Effizienzscenario wird davon ausgegangen, dass im Bereich Wärme und Verkehr die Elektrifizierung eine große Rolle spielen wird (z.B. Wärmepumpen, Heizstäbe, Elektromobilität). Deshalb ist in dieser Studie ein Anstieg des Stromverbrauchs von 970 GWh im Jahr 2022 auf 1.778 GWh im Jahr 2040 zu erwarten.

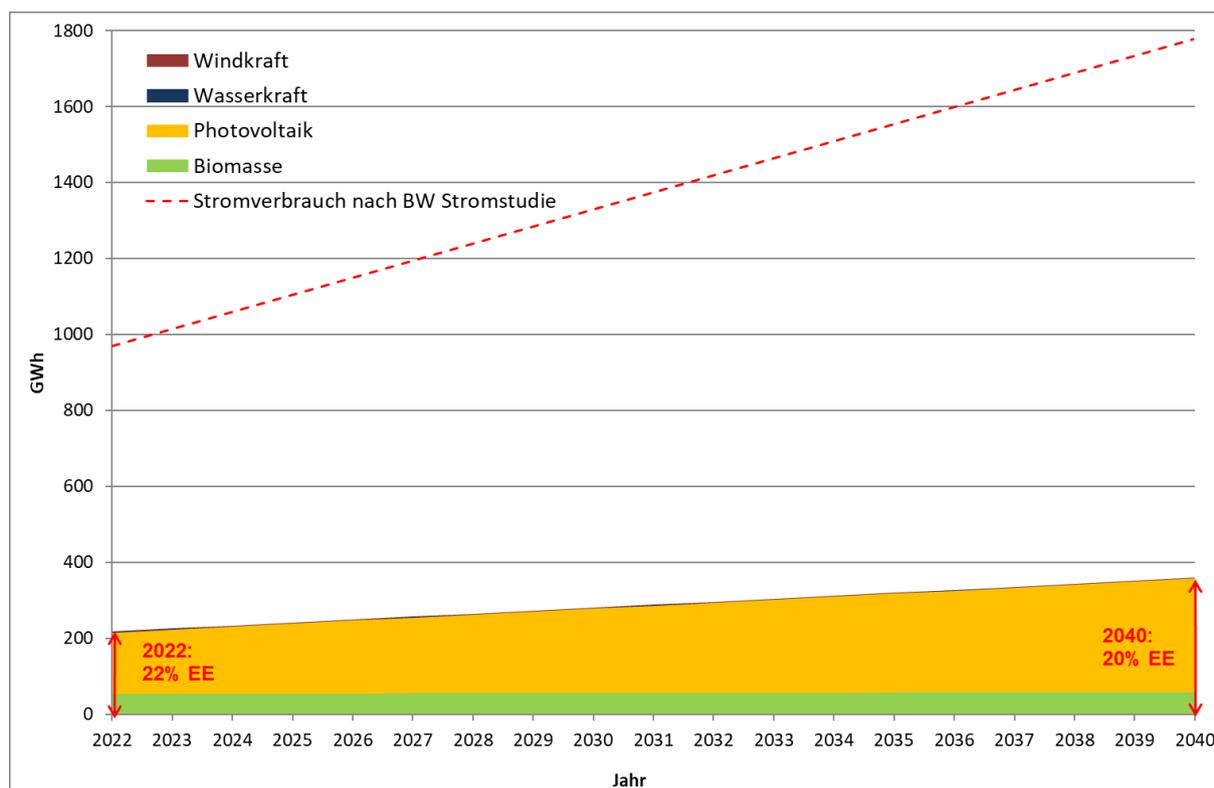


Abbildung 33: Trend-Szenario Sektor Strom

In Abbildung 33 ist zu erkennen, dass im Jahr 2022 ca. 22% des Stromverbrauchs im Zollernalbkreis mit erneuerbaren Energien gedeckt wurde. Bleibt die bisherige Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien identisch wie zwischen 2013 und 2022, würde der Anteil erneuerbarer Energien aufgrund des steigenden Stromverbrauchs durch die Sektorkopplung bis zum Jahr 2040 auf 20% sinken.

12.2 Trend-Szenario im Sektor Wärme

In diesem Szenario wird der Ausbau der erneuerbaren Energien Biomasse, Sole/Wasser Wärmepumpe, Luft/Wasser Wärmepumpe, Solarthermie und Deponiegas anhand der Realentwicklung von 2013 bis 2022 hochgerechnet.

Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs wurde aus der durch den Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. in Auftrag gegebenen Studie „BEE-Wärmeszenario 2045“ [32] übernommen und für den Zollernalbkreis heruntergerechnet. Durch Effizienzsteigerung im Gebäudesektor und der Industrie ist in dieser Studie eine Abnahme des Wärmeverbrauchs von 3.053 GWh im Jahr 2022 auf 2.492 GWh im Jahr 2040 zu erwarten.

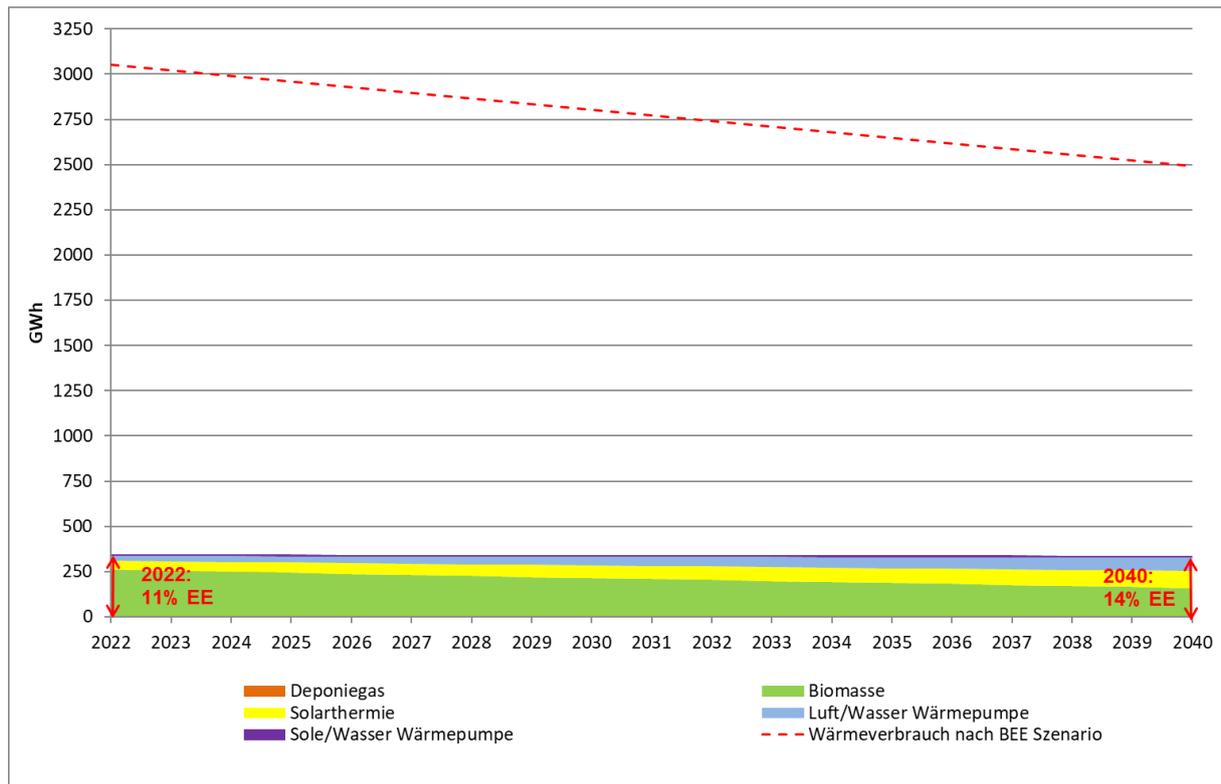


Abbildung 34: Trend-Szenario Sektor Wärme

In Abbildung 34 ist zu erkennen, dass im Jahr 2022 ca. 11% des Wärmeverbrauchs im Zollernalbkreis mit erneuerbaren Energien gedeckt wurde. Bleibt die bisherige Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien identisch wie zwischen 2013 und 2022, würde sich der Anteil erneuerbarer Energien aufgrund des sinkenden Wärmeverbrauchs durch Effizienzsteigerung im Gebäude- und Industriebereich bis zum Jahr 2040 auf 14% erhöhen.

12.3 Fazit Trend-Szenario

Mit der aktuellen Geschwindigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energien, dargestellt in den Trend-Szenarien Strom und Wärme, würde der Zollernalbkreis die Energiewende klar verfehlen und weit hinter dem Bundes- und Landesdurchschnitt zurückbleiben.

Deshalb ist eine deutliche Erhöhung der Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien im Sektor Strom und Wärme erforderlich. Zudem ist die Sektorkopplung und Elektrifizierung erforderlich.

13 Erneuerbare Energien Szenario bei Nutzung des Potentials

Im Erneuerbare Energien Szenario für den Zollernalbkreis wird angenommen, dass die berechneten Potentiale aus Kapitel 11 genutzt werden.

13.1 Erneuerbare Energien Szenario im Sektor Strom

Die Entwicklung des Stromverbrauchs wurde aus der durch die IHK in Auftrag gegebenen „Stromstudie für Baden-Württemberg“ [27] mit den Lokaldaten für den Zollernalbkreis übernommen, analog zum Trend-Szenario in Kap. 12.

Folgende Annahmen wurden für das Erneuerbare Energien Szenario im Sektor Strom getroffen:

- 50% des vorhandenen PV-Freiflächenpotential wird ausgeschöpft
- Potential an Parkplatz-PV, Stecker-PV und Dachflächenpotential wird ausgeschöpft
- 50% des Windkraftpotentials wird ausgeschöpft
- Wasserkraftnutzung gleichbleibend
- Biomassepotential wird ausgeschöpft

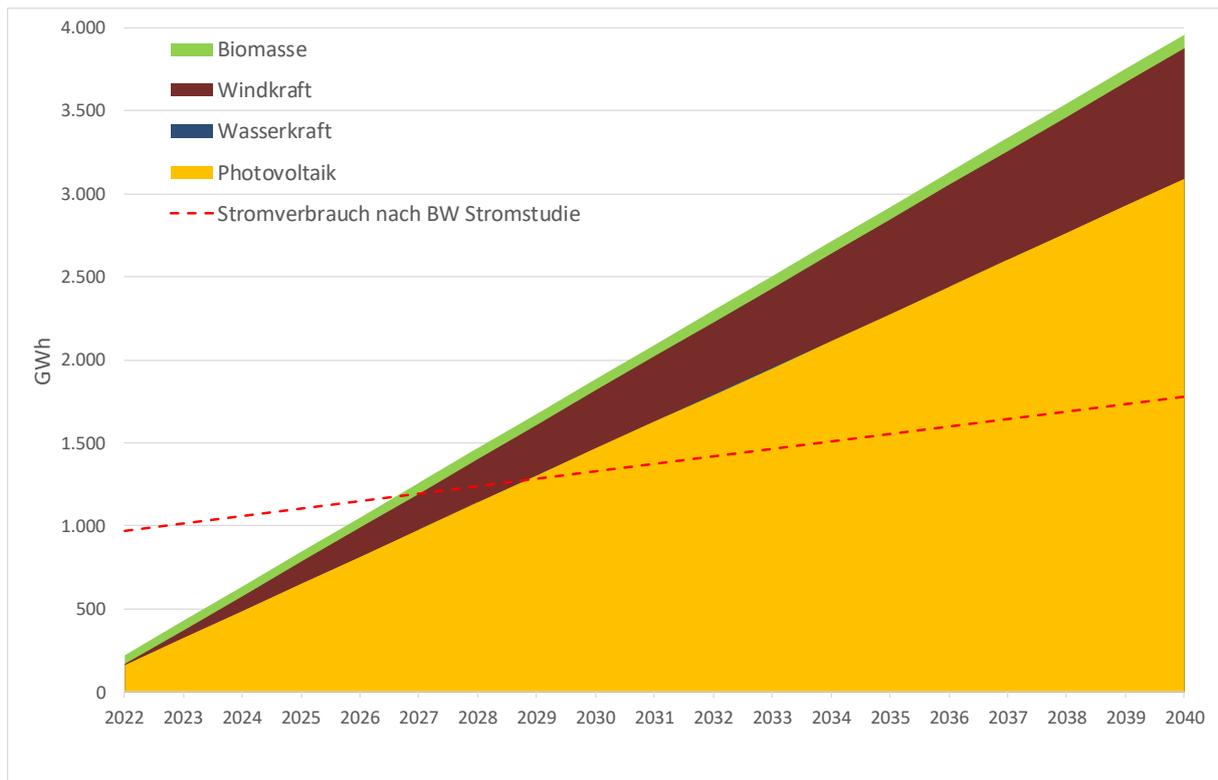


Abbildung 35: Erneuerbare Energien Szenario, Entwicklung öffentlicher Nettostromverbrauch nach [27], Potentialberechnung und Darstellung EA Zollernalb

In Abbildung 35 ist zu erkennen, dass der zukünftige Stromverbrauch bereits durch die Ausnutzung der vorhandenen Potentiale im Bereich Photovoltaik und Windkraft gedeckt werden kann. Die Überschüsse, die erzielt werden, können für die Sektoren Wärme und Verkehr verwendet werden (Sektorenkopplung). Hierbei gilt es zu beachten, dass die Windenergie im Vergleich zum Trend-Szenario eine wichtige Rolle einnimmt.

13.2 Erneuerbare Energien Szenario im Sektor Wärme

Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs wurde aus der durch den Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. in Auftrag gegebenen Studie „BEE-Wärmeszenario 2045“ [32] übernommen und für den Zollernalbkreis heruntergerechnet, analog zum Trend-Szenario Wärme in Kap. 12.2.

Folgende Annahmen wurden für das Erneuerbare Energien Szenario im Bereich Sektor getroffen

- 50% des vorhandenen Sole/Wasser Wärmepumpenpotentials werden erschlossen
- 100% des Biomassepotentials wird genutzt
- 50% des Solarthermiepotentials wird genutzt

- 50% des Abwasserwärmepotentials der Kläranlagen wird genutzt
- 50% des Potentials Abwärmenutzung Industrie wird genutzt
- Direktelektrische Prozesse werden eingesetzt, Anteil anhand BEE Studie [32]
- Wasserstoffpotential anhand BEE Studie [32]

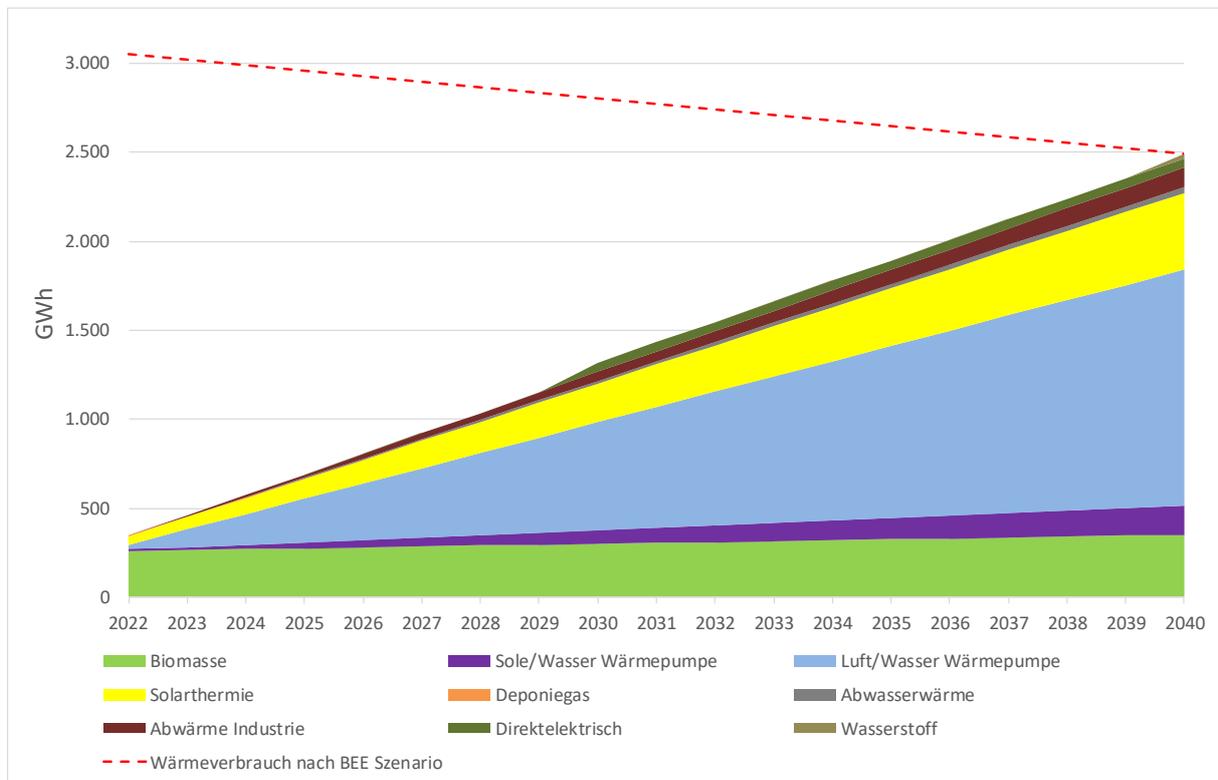


Abbildung 36: Erneuerbare Energien Szenario Wärme, Entwicklung Wärmeverbrauch nach [32], Potentialberechnung und Darstellung EA Zollernalb

In der Abbildung 36 ist erkennbar, dass ein Rückgang des Wärmeverbrauches durch Energieeinsparung und -effizienz prognostiziert wird.

Des Weiteren zeigt sich, dass der Wärmeverbrauch nur durch den Einsatz von Wärmepumpen und direktelektrischen Prozessen gedeckt werden kann. Die Kopplung mit dem Sektor Strom ist folglich für die Erreichung der Energiewende zwingend erforderlich. Hierfür ist ein zusätzlicher Stromverbrauch von 535 GWh notwendig, sodass sich der Ausbaubedarf der erneuerbaren Energieanlagen Strom erhöht.

13.3 Fazit Erneuerbare Energien Szenario

Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien Potentiale wäre eine vollständige Deckung des Strom- und Wärmeverbrauchs im Zollernalbkreis bilanziell möglich. Die Erhöhung der Ausbaugeschwindigkeit im Bereich Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Windkraftanlagen ist hierfür unerlässlich.

14 Mobilität und Klimaschutz

14.1 Ausgangssituation und Rahmenbedingungen

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 65% gegenüber 1990 zu mindern. Insgesamt betrachtet sanken die Treibhausgasemissionen bundesweit seit 1990 deutlich. Im Verkehrssektor ist bislang allerdings kaum eine Verbesserung zu verzeichnen. Der Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen stieg seit 1990 von 13,1% auf 19,8% im Jahr 2022 sogar an (s. Abbildung 37). Gründe für den gleichbleibend hohen Emissionsausstoß sind der wachsende Straßengüterverkehr sowie der motorisierte Individualverkehr [35]. Im Jahr 2023 ist deutschlandweit ein leichter Rückgang der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor zu verzeichnen, allerdings verfehlt der Verkehr das gesetzte Klimaschutzziel weiterhin deutlich [35].

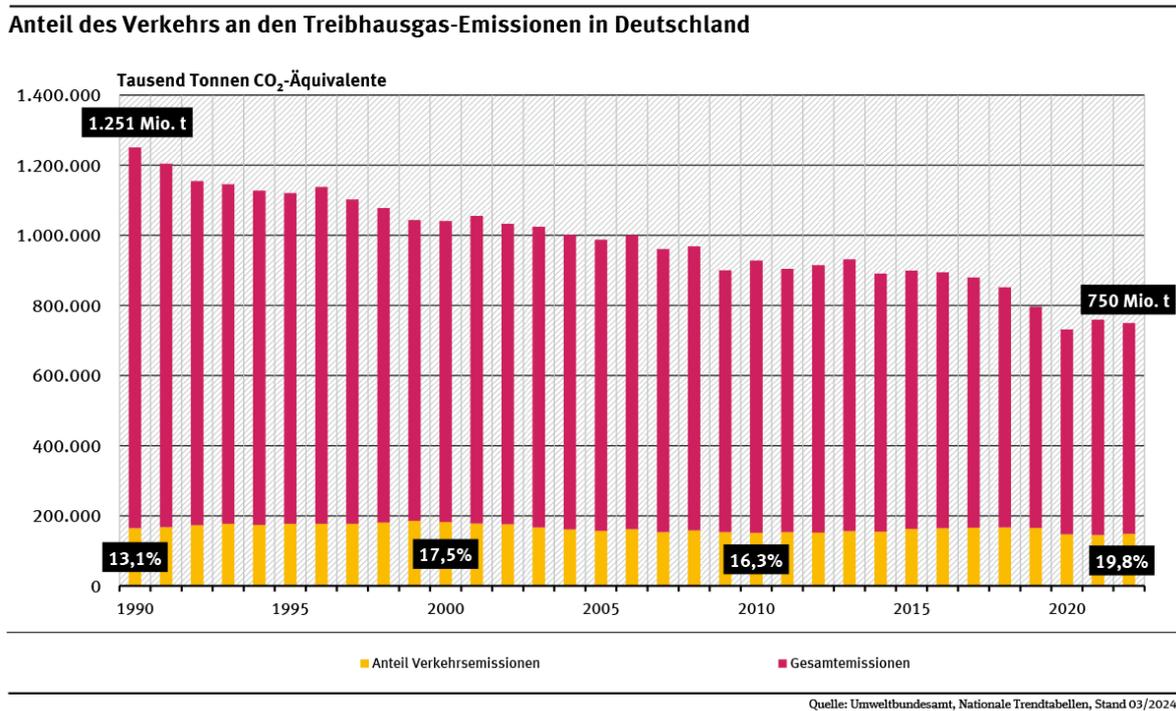


Abbildung 37: Anteil des Verkehrssektors an den Treibhausgasemissionen in Deutschland [35]

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2023 62,7 Millionen Tonnen Treibhausgase emittiert. Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen deutlich um 12,9% und liegen auf dem niedrigsten Stand seit dem Referenzjahr 1990. Verantwortlich für den Rückgang sind insbesondere die Sektoren Energiewirtschaft (-46%) und Industrie (-14,5%). Der Verkehrssektor hat eine Zunahme der Emissionen um 0,3% gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen und liegt noch

immer auf dem Niveau des Referenzjahrs 1990. Damit entfällt in Baden-Württemberg mit 32% der Treibhausgasemissionen der größte Anteil auf den Verkehrssektor. Innerhalb dieses Sektors stiegen die Emissionen des PKW-Verkehrs 2023 an, während die des Güterverkehrs leicht sanken [37].

Im Zollernalbkreis entfallen im Bezugsjahr 2022 19% der Treibhausgasemissionen auf den Verkehrssektor, was rund 300.000 Tonnen entspricht. Damit liegt der Verkehrssektor im Zollernalbkreis als Verursacher hinter den Sektoren Industrie (38%) und Private Haushalte (27%) auf dem dritten Platz [25]. Der Kraftfahrzeugbestand im Zollernalbkreis lag im Jahr 2022 bei 166.495 Kraftfahrzeugen, wobei 78,8% auf Personenkraftwagen, 8,9% auf Krafträder, 6,6% auf Zugmaschinen und 5,2% auf Lastkraftwagen entfielen. Die Anteile von Omnibussen und sonstigen Kraftfahrzeugen lagen jeweils unter einem Prozent [38]. Für den Zollernalbkreis liegt der Kraftfahrzeugbestand mit 874 Fahrzeugen je 1.000 Einwohner über dem landesweiten Kraftfahrzeugbestand, der 2022 bei 722 Fahrzeugen je 1.000 Einwohner lag [39]. 2022 wurden auf dem Gebiet des Zollernalbkreises rund 1.300 Millionen Kilometer im Straßenverkehr zurückgelegt [40]. Die Jahresfahrleistungen der einzelnen Kraftfahrzeugkategorien sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass sowohl innerorts, als auch außerorts die meisten Fahrkilometer mit Personenkraftwagen zurückgelegt werden und diese somit auch maßgeblich für den Treibhausgasausstoß im Verkehrssektor verantwortlich sind. Zusammen mit der Betrachtung des Kraftfahrzeugbestandes im Zollernalbkreis wird deutlich, dass der motorisierte Individualverkehr dominiert.

Kfz-Kategorie	innerorts absolut [Mio. km]	innerorts relativ [%]	außerorts absolut [Mio. km]	außerorts relativ [%]	Gesamt absolut [Mio. km]	Gesamt relativ [%]
Krafträder	6,9	1,6	14,8	1,7	21,7	1,7
PKW	361,0	86,3	757,5	84,7	1.118,5	85,2
Leichte Nutzfahrzeuge	37,0	8,8	72,7	8,1	109,7	8,4
LKW und Busse	13,6	3,2	49,3	5,5	62,9	4,8
Gesamtfahrleistung	418,5	100,0	894,3	100,0	1.312,8	100,0

Abbildung 38: Jahresfahrleistung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr im Zollernalbkreis [39]

Eine Begründung für den hohen Anteil des motorisierten Individualverkehrs im Zollernalbkreis ist der ländlichen und der topographischen Lage geschuldet. Nach der Studie Mobilität in Deutschland liegt der Anteil an autobesitzenden Haushalten in ländlich und dörflich geprägten Regionen mit 90% deutlich über dem Bundesschnitt [41]. In den Raumkategorien des Landesentwicklungsplans Baden-Württemberg liegt der Zollernalbkreis im ländlichen Raum und

grenzt nördlich an die Randzonen des Verdichtungsraums (Landkreis Tübingen). Im Zollernalbkreis zählen die Kommunen Albstadt, Balingen, Bisingen, Bitz, Geislingen, Hechingen, Jungingen und Rangendingen zu den Verdichtungsbereichen im ländlichen Raum, die restlichen 17 Kreiskommunen liegen im ländlichen Raum im engeren Sinne [42]. Die Landesentwicklungsachsen im Zollernalbkreis liegen entlang der Hauptverkehrsachsen Tübingen-Hechingen-Balingen-Rottweil (B 27, Zollernalb- und Schieferbahn) sowie Balingen-Albstadt-Sigmaringen (B 463 und Zollernalbbahn) [43]. Die Kommunen im ländlichen Raum sind kleinstrukturiert geprägt: fünf Kreiskommunen haben weniger als 1.000 Einwohner, weitere fünf zwischen 1.000 und 2.000 Einwohner sowie vier Kommunen mit Einwohnerzahlen zwischen 2.000 und 5.000. Die einwohnerstärkste Kommune Albstadt hat rund 46.000 Einwohner. Neben der ländlichen Struktur kommt die geographische Lage des Zollernalbkreises erschwerend für das Mobilitätsverhalten hinzu: Teile des Landkreises liegen am Fuße der Schwäbischen Alb, andere darauf. Topographisch gibt es Höhenlagen über 1.000 m über NN im Bereich Meßstetten und Lagen der Starzel bei Rangendingen auf 380 m über NN. In Hinblick auf die Ausgestaltung der Maßnahmen zur Reduzierung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen im Zollernalbkreis müssen diese Rahmenbedingungen betrachtet werden, denn die Topographie schränkt sowohl die Entfernungen des Radverkehrs, als auch Möglichkeiten alternativer Antriebe von Fahrzeugen im ÖPNV ein.

14.2 Verkehrliche Anbindung

Straßenverkehr

Der Zollernalbkreis liegt zentral in Baden-Württemberg. Für den motorisierten Verkehr verläuft die stark frequentierte Bundesstraße 27 durch den Landkreis und bietet in Richtung Norden eine Anbindung an das Oberzentrum Tübingen/Reutlingen sowie an die Metropolregion Stuttgart. In Richtung Süden bietet sie eine Verbindung in Richtung Rottweil zur Autobahn 81 und über diese an den Bodensee und in die Schweiz. Als weitere verkehrswichtige Straßenverbindung verläuft die Bundesstraße 463 durch den Zollernalbkreis mit Anbindung an die Autobahn-Anschlussstelle Empfingen sowie in Richtung Sigmaringen.

Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Gemeinsam mit den Landkreisen Reutlingen, Sigmaringen und Tübingen und den Verkehrsunternehmen der Region gehört der Zollernalbkreis dem Verkehrsverbund naldo an. Mit 13

Eisenbahnlinien und 380 Buslinien befördert der Verbund pro Jahr etwa 67 Millionen Fahrgäste [44]. Im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) verkehren auf der Zollern-Alb-Bahn zwischen Tübingen und Sigmaringen IRE-Züge der DB Regio und RB-Züge der SWEG. Die Hohenzollernbahn zwischen Hechingen und Sigmaringen wird durch die SWEG betrieben. Auf beiden Strecken beträgt die jährliche Fahrleistung ca. 1,5 Millionen Zugkilometer [45] und wird vom Land Baden-Württemberg bei den Eisenbahn-Verkehrsunternehmen bestellt. Darüber hinaus verkehren zwischen Hechingen und Eyach sowie zwischen Balingen und Schömberg weitere Züge im Freizeitverkehr. Auf dem gesamten Schienennetz fahren zusätzlich Güterzüge.

Der Zollernalbkreis ist zusammen mit den Landkreisen Tübingen und Reutlingen sowie den Städten Tübingen und Reutlingen und dem Regionalverband Neckar-Alb Teil der Regionalstadtbahn Neckar-Alb. Über das Infrastrukturprojekt wird der Nahverkehr der Zukunft in der Region Neckar-Alb sichergestellt. Auf der Zollern-Alb-Bahn zwischen Albstadt-Ebingen und Tübingen wird es zukünftig zwei Fahrten je Stunde und Richtung sowie einen Interregio-Express je Stunde und Richtung von und nach Stuttgart geben. Die Strecke wird dazu mit weiteren Haltestellen ausgestattet und elektrifiziert. Von Albstadt-Ebingen nach Albstadt-Onstmettingen wird sich die reaktivierte und elektrifizierte Talgangbahn mit zwei Fahrten je Stunde und Richtung anschließen. Die Hohenzollernbahn von Hechingen nach Burladingen wird ebenfalls elektrifiziert und künftig mit einer Fahrt je Stunde und Richtung verkehren [46].

Im März 2023 ist der neue Nahverkehrsplan im Zollernalbkreis durch Kreistagsbeschluss in Kraft getreten. Ein wesentliches Element darin sind die verbesserten Bedienungsstandards für die Regionalbus-Linien, für die der Landkreis Aufgabenträger ist. Im Vorgriff auf den Nahverkehrsplan wurden bereits 2020 fünf Linienbündel gemäß der verbesserten Angebotsqualität überplant und europaweit ausgeschrieben. Die Inbetriebnahme der Linienbündel erfolgte im Sommer 2021. In den folgenden Jahren werden mit Auslaufen der bestehenden Liniengenehmigungen, auch diese sukzessive auf den neuen Angebotsstandard angepasst und im Wettbewerb vergeben.

Radverkehr

Das Radwegenetz im Zollernalbkreis umfasst rund 750 km nach den Standards der wegweisenden Beschilderung ausgewiesene Radwege. Auf diesem Radwegenetz verlaufen neben dem Kreisnetz auch die beiden RadNETZ-BW-Achsen Tübingen-Hechingen-Balingen-Rottweil und Balingen-Albstadt-Sigmaringen. Auch die beiden touristischen Landesradfernwege Hohenzollern-Radweg und Schwäbische-Alb-Radweg verlaufen durch den Zollernalbkreis.

Mitfahren

Im Juni 2024 schloss sich der Zollernalbkreis an die Mitfahrplattform PENDLA an und bietet allen Bürgern kostenfrei die Möglichkeit, sich zu Fahrgemeinschaften zusammenzufinden. Ziel der Mitfahrplattform ist es, durch die Bündelung von Fahrten den Besetzungsgrad der Fahrzeuge zu erhöhen und damit den Individualverkehr zu reduzieren sowie Emissionen zu vermeiden.

14.3 Zielsetzung und Handlungsfelder zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Verkehr

Um die Emissionen im Verkehrssektor zu senken, hat sich das Land Baden-Württemberg bis 2030 fünf Ziele zur Erreichung der Verkehrswende gesetzt. Mit den Zielen sollen die Emissionen im Verkehrssektor bis 2030 um mindestens 55% gegenüber dem Referenzjahr 1990 gesenkt werden. Die Ziele sind in Abbildung 40 dargestellt.

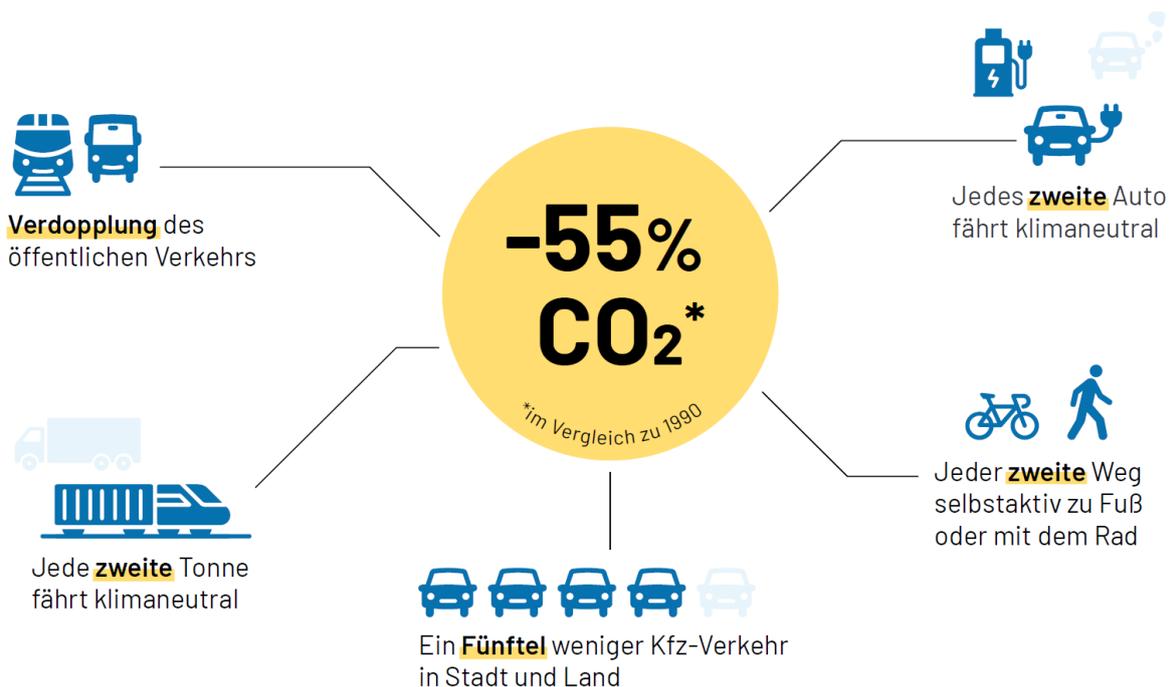


Abbildung 39: Verkehrswendeziele 2030 des Landes Baden-Württemberg [47]

Mit der Fortschreibung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes beabsichtigt der Zollernalbkreis, passende Maßnahmen zu entwickeln, die zur Zielerreichung und der Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Verkehr beitragen. Insbesondere im Straßenverkehr besteht ein

hohes Potential zur Emissionsminderung. Durch eine Attraktivierung und Angebotserweiterung des ÖPNVs sowie einer verbesserten Infrastruktur soll der motorisierte Individualverkehr reduziert und verlagert werden. Da aufgrund der beschriebenen topografischen Rahmenbedingungen der Individualverkehr nicht gänzlich zu ersetzen sein wird, muss dieser auf ein verträgliches Maß reduziert und möglichst klimaneutral abgewickelt werden. Zudem soll der Belegungsgrad der Fahrzeuge durch Mitfahren erhöht werden.

Maßnahmen zur Förderung des ÖPNVs

Als Aufgabenträger für den straßengebundenen ÖPNV im Zollernalbkreis stellt das Landratsamt eine Bedienung der Bürger mit öffentlichen Verkehrsmitteln sicher. 2023 wurde dazu der Nahverkehrsplan fortgeschrieben, der die Ziele des ÖPNVs sowie dessen Angebots- und Qualitätsstandards festlegt. Die Optimierung der Qualitätsstandards ist dabei Daueraufgabe. Das Ziel des Landes Baden-Württemberg ist es, den ÖPNV bis 2030 zu verdoppeln. Um mehr Personen zum Umstieg auf den ÖPNV bewegen zu können, muss zunächst das bestehende Angebot zuverlässig bedient und wo möglich das Angebot ausgebaut werden. Um das Angebot im ländlichen Raum insbesondere in Randzeiten auszubauen, braucht es zusätzlich flexible Bedienformen als On-Demand-Verkehre. Zur Einsparung von Treibhausgasemissionen im ÖPNV sollen die Fahrzeuge mit nachhaltigen Antrieben ausgestattet werden. Zu nennen ist in diesem Zusammenhang das Projekt ELINA in Balingen, bei welchem das kontaktlose Laden von E-Bussen auf öffentlichen Straßen getestet wird. Elektrisch betriebene Busse können während der Fahrt und im Stand kontaktlos laden. Auch die Barrierefreiheit ist zu bedenken: um allen Menschen einen Zugang zum ÖPNV gewährleisten zu können, braucht es einen kontinuierlichen Umbau der Haltestellen hin zu digitalen und barrierefreien Verkehrsknoten mit Möglichkeiten der sicheren und attraktiven Fahrradabstellung bzw. -mitnahme.

Maßnahmen zur Förderung der selbstaktiven Mobilität

Mit rund 750 km ausgewiesenen Radwegen besitzt der Zollernalbkreis bereits ein großes Radwegenetz. Dennoch gibt es im Landkreis Netzlücken und Engstellen, die zu einer durchgängigen Befahrbarkeit beseitigt werden müssen. Durch die Zunahme der Elektromobilität auch im Radverkehr können immer größere Strecken und Höhenunterschiede überwunden werden. Voraussetzung dafür ist allerdings ein ausgebautes Netz an Infrastruktur – von Radwegen über Abstellanlagen hin zu Lademöglichkeiten. Ziel des Landes ist es, bis 2030 jeden zweiten

Weg selbstaktiv zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückzulegen. Insbesondere kurze Wege sind dafür besonders geeignet.

Maßnahmen zur Förderung der Antriebswende

Um die Klimabelastung des Verkehrs zu senken, muss die Mobilität so gestaltet werden, dass sie möglichst ohne fossile Kraftstoffe auskommt. Insbesondere im ländlichen Raum wird das Auto weiterhin Bestandteil der Mobilität sein. Wichtig dabei ist, dass es klimaneutral bewegt wird. Zur Förderung der Antriebswende muss vor Ort Elektromobilität und Ladeinfrastruktur aufgebaut und betrieben werden. Vor allem kleine Kommunen benötigen hierbei Unterstützung um das Ziel des Landes, bis 2030 50% der Fahrzeuge klimaneutral zu bewegen, erreichen zu können. Die Erreichung der Vorgaben des Saubere-Fahrzeug-Beschaffungsgesetzes wird die Kommunen und den Landkreis als Aufgabenträger sowie die Verkehrsunternehmen in den kommenden Jahren finanziell und personell fordern.

Maßnahmen zur Reduzierung des Kfz-Verkehrs

Die Reduzierung des Kfz-Verkehrs ist oberstes Ziel der Verkehrswende und der größte Hebel bei der Einsparung von Treibhausgasemissionen. Verbesserungen und Angebotserweiterungen im ÖPNV sowie die Förderungen der selbstaktiven Mobilität tragen bereits zur Zielerreichung bei. Ein weiterer wichtiger Bestandteil zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens ist die Erhöhung des Fahrzeugbesetzungsgrades, wofür im Zollernalbkreis die Mitfahrplattform PENDLA eingeführt wurde. Eine weitere wichtige Voraussetzung, um Wege gemeinsam zurücklegen zu können, ist die Schaffung von P&R-Parkplätzen an verkehrswichtigen Achsen. Nur wenn es möglich ist, sein Fahrzeug oder Fahrrad sicher und ohne große Umwege abstellen zu können, werden Wege auch gemeinsam gefahren. Gerade im ländlichen Raum können aufgrund der dispersen Siedlungsstruktur oftmals keine gesamten Wege gemeinsam gefahren werden. Daher ist es wichtig, Strukturen zu schaffen, dass zumindest Teile von Wegen gemeinsam zurückgelegt werden. Zudem müssen Mobilstationen und Sharing-Systeme aufgebaut werden, um die Zubringerwege zu diesen Parkplätzen zu gewährleisten.

14.4 Elektrifizierung des Fahrzeugbestands, Effizienz und prognostizierter Strombedarf

Elektrofahrzeuge sind durch einen hohen Wirkungsgrad deutlich energieeffizienter als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Durch Wärmeverluste erreichen konventionell betriebene

Fahrzeuge lediglich einen Wirkungsgrad von rund 40%, während Elektromotoren auch durch Rekuperation 80 bis 90% schaffen. Werden Verluste durch das Laden der Batterie berücksichtigt, entsteht dennoch ein Gesamtwirkungsgrad von Elektrofahrzeugen von über 60% (s. Abbildung 41). Auch gegenüber den Wirkungsgraden von Brennstoffzellen-PKW oder mit E-Fuels betriebenen Fahrzeugen schneiden batterieelektrische Fahrzeuge deutlich besser ab. Durch den höheren Wirkungsgrad von Elektrofahrzeugen sinkt der Primärenergiebedarf im Verkehrssektor [48]. Dennoch wird der Stromverbrauch durch die Umstellung der Fahrzeugflotte auf Elektrofahrzeuge in Zukunft ansteigen, auch wenn dadurch weniger fossile Brennstoffe benötigt werden.

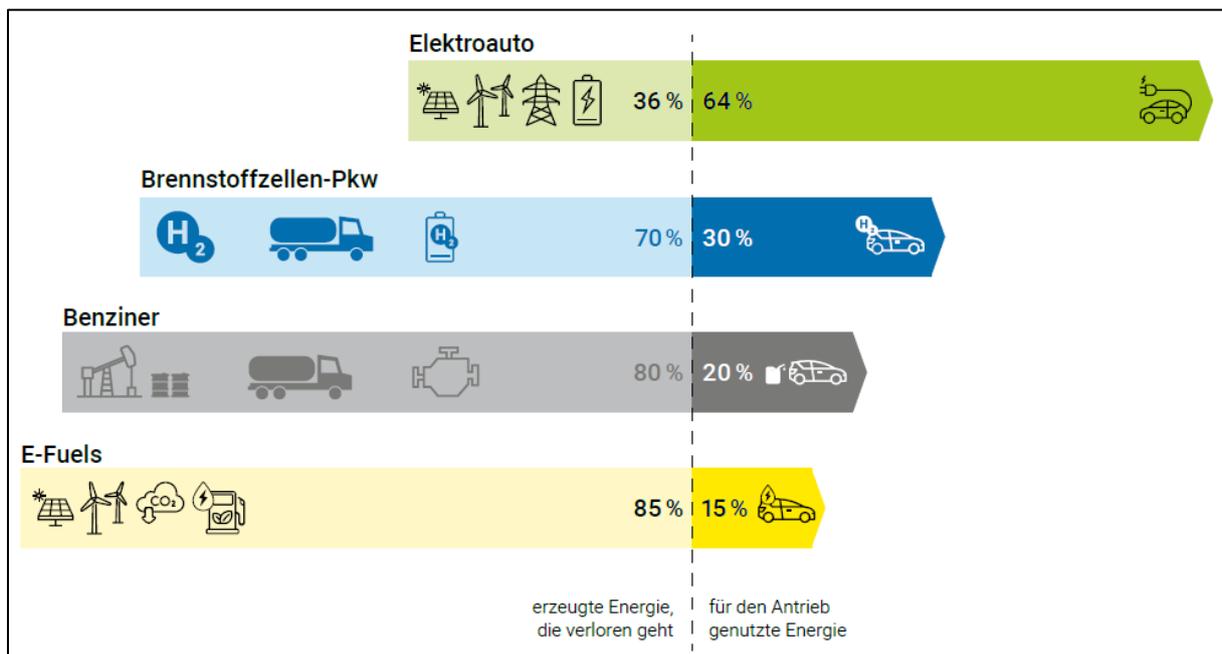


Abbildung 40: Gesamtwirkungsgrade verschiedener Antriebstechnologien [48]

Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, bis 2030 15 Millionen vollelektrische Fahrzeuge auf die Straßen zu bekommen. Heruntergerechnet auf den Zollernalbkreis bedeutet dies bis 2030 40.500 solcher Fahrzeuge. Verfügbare Daten zu den Antriebsarten des Fahrzeugbestands im Zollernalbkreis liegen nur für den PKW-Bereich vor. Deshalb bezieht sich die Berechnung des aktuellen und prognostizierten Strombedarfs nur auf PKW-Fahrzeuge, welche im Zollernalbkreis einen Anteil von knapp 80% ausmachen. Zum 1.1.2024 waren im Zollernalbkreis 3.346 batterieelektrische PKW und 2.414 Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge zugelassen. Dies entspricht 4,4% der zugelassenen PKW. Über die durchschnittliche Jahresfahrleistung dieser Fahrzeuge und den durchschnittlichen Verbrauch von 22 kWh/100km berechnet, werden heute bereits 12,1 GWh Strom pro Jahr für die elektrisch betriebenen PKW im Zollernalbkreis

benötigt (bei den Hybrid-Fahrzeugen wurde ein entsprechender Abschlag für die rein elektrisch zurückgelegte Fahrleistung vorgenommen).

Der prognostizierte Strombedarf des PKW-Bereichs im Zollernalbkreis im Jahr 2040 wurde über folgende Annahmen berechnet: Als Zieljahr für 100% E-PKW wird das Jahr 2050 herangezogen. Die Anzahl an PKW im Zollernalbkreis bleibt konstant, ebenso die durchschnittliche jährliche Fahrleistung. Unter den genannten Bedingungen bedeutet dies, dass jedes Jahr 4.504 vollelektrische Fahrzeuge im Zollernalbkreis hinzukommen, was einen zusätzlichen Strombedarf von 12,0 GWh pro Jahr verursacht. Im Jahr 2040 wären nach dieser Berechnung 65,9% der PKW im Zollernalbkreis Elektrofahrzeuge. Der Strombedarf dieser Fahrzeuge läge bei 216,4 GWh pro Jahr. Dies entspricht einem zusätzlichen jährlichen Strombedarf von rund 200 GWh gegenüber heute. Hinzukommen wird zudem der Strombedarf für die anderen Fahrzeugkategorien wie beispielsweise dem Güterverkehr. Dieser lässt sich allerdings auf Basis der aktuell vorliegenden Zahlen nicht zuverlässig berechnen. Der steigende Strombedarf im Mobilitätssektor bedingt zwingend einen Ausbau der erneuerbaren Energien, um diesen lokal decken zu können.

14.5 Klimamobilitätsplanung

Die Zielsetzung des Landes Baden-Württemberg, bis 2030 die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor um 55% gegenüber dem Referenzjahr 1990 zu senken, ist ambitioniert. Für die Zielerreichung müssen Land, Kommunen und Bürgerinnen und Bürger gemeinsam und zielgerichtet arbeiten. Die kommunale Verkehrswende spielt dabei eine entscheidende Rolle. Dafür hat das Land Baden-Württemberg das Instrument der Klimamobilitätspläne entwickelt, das sich an größere Kommunen, Landkreise und kommunale Zusammenschlüsse richtet. Im Prozess wird der Verkehrssektor des Untersuchungsgebietes mit einem datenbasierten, strategischen und langfristig angesetzten Planungsansatz ganzheitlich betrachtet und ein multimodales Verkehrsmodell entwickelt. Dieses stellt die Basis für Kommunen dar, um gezielte Maßnahmen zur Minderung der Emissionen zu entwickeln, die auf die örtlichen Bedingungen angepasst sind. Dadurch können Chancen und Herausforderungen der lokalen Verkehrssituation berücksichtigt werden und in den Planungsprozess einfließen. Im gesamten Prozess werden die Öffentlichkeit und Interessensgruppen eingebunden. Der Zollernalbkreis strebt an, in den nächsten Jahren das Instrument des Klimamobilitätsplans anzuwenden und Maßnahmen zu entwickeln, welche die Emissionen im Verkehrssektor mindern und gleichzeitig die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger vor Ort verbessern [46].

15 Klimaneutrale Verwaltung Landratsamt Zollernalbkreis

15.1 Klimaschutzpakt und KlimaG BW

Der Zollernalbkreis unterzeichnete am 4. Februar 2016 die unterstützende Erklärung zum Klimaschutzpakt zwischen dem Land Baden-Württemberg und den kommunalen Landesverbänden. Dieser befindet sich in seiner vierten Fortschreibung und findet Anwendung für die Jahre 2023 bis 2024. Das Land und die kommunalen Landesverbände haben die Absicht, den Pakt für die Zeit danach fortzuschreiben [49].

Im Rahmen des Klimaschutzpaktes setzt sich der Zollernalbkreis das Ziel, bis zum Jahr 2040 eine weitgehend klimaneutrale Verwaltung im Sinne dieser Vereinbarung zu erreichen.

Das Land unterstützt gemäß §12 Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023 die Gemeinden und Gemeindeverbände bei dem Ziel, bis zum Jahr 2040 nettotreibhausgasneutrale Kommunalverwaltungen zu erreichen [50].

15.2 Treibhausgasbilanz der Landkreisverwaltung

Grundlage für die Erarbeitung konkreter Maßnahmen hin zu einer weitgehend klimaneutralen Landkreisverwaltung bildet die Erfassung der eigenen Treibhausgas(THG)-Emissionen im Rahmen einer THG-Bilanz. Die Vorgehensweise zur Erstellung der THG-Bilanz orientiert sich am Leitfaden "Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg", herausgegeben vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) [51].

15.2.1 Methodik und Datensammlung

Für die Bilanzierung der Landkreisverwaltung werden die Bereiche erfasst, die in der direkten Entscheidungs- und Weisungshoheit der Kreisverwaltung liegen. Dies sind vor allem die kommunalen Liegenschaften und der Fuhrpark. Hierbei wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden.

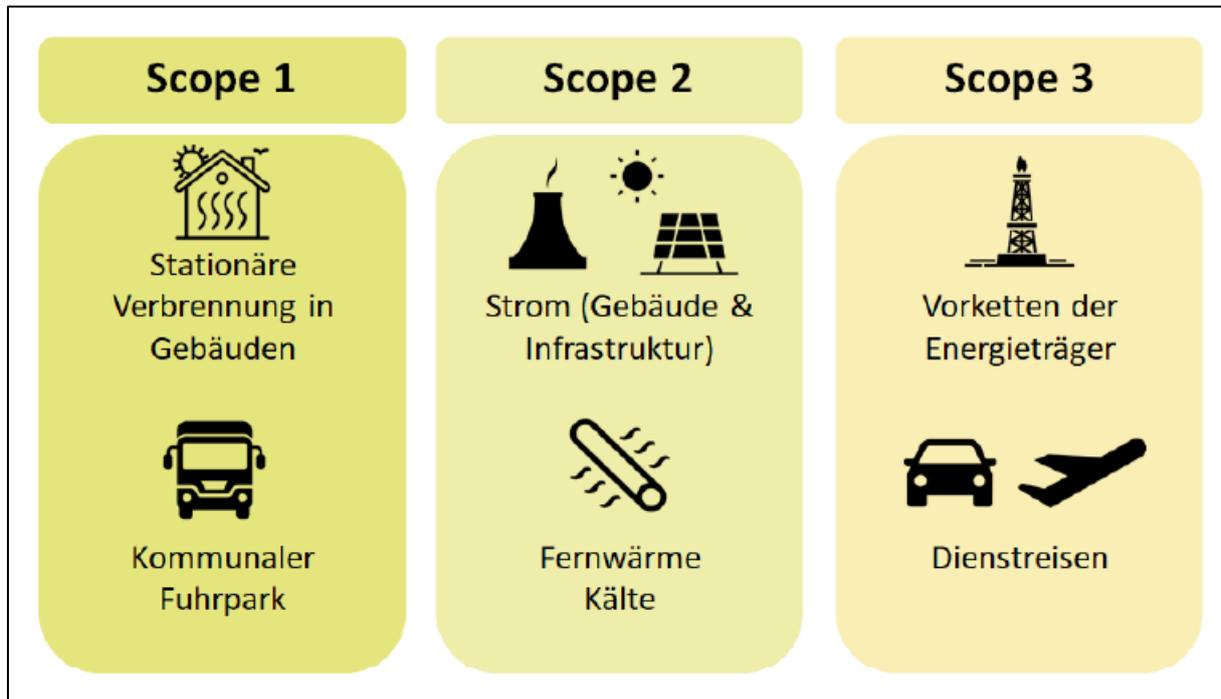


Abbildung 41: Kernbilanz der klimaneutralen Kommunalverwaltung [51]

Direkte Emissionen aus Scope 1 fallen im Betrieb der Kreisverwaltung selbst an (z.B. Heizanlagen von Gebäuden, Kraftstoffverbrauch des Fuhrparks). Indirekte Emissionen aus Scope 2 stammen aus dem Bezug von Strom und Fernwärme. In Scope 3 werden Emissionen aus vor- und nachgelagerten Aktivitäten wie zum Beispiel aus Dienstreisen sowie aus Vorketten von Brennstoffen erfasst. Die in Abbildung 41 dargestellten Emissionsquellen erfassen nur einen Teil der durch die Aktivitäten der Kreisverwaltung verursachten THG-Emissionen. Darüber hinaus entstehen weitere Emissionen beispielsweise durch Beschaffungsmaßnahmen, die Durchführung von Veranstaltungen oder durch den Bau von Gebäuden (in Form von grauer Energie). Da diese Emissionen unter dem Gesichtspunkt einheitlicher und vergleichbarer Bilanzen in Baden-Württemberg deutlich komplexer zu erfassen sind, konzentriert sich die vorliegende THG-Bilanz auf die in Abbildung 41 dargestellte Kernbilanz. Für die Erstellung der THG-Bilanz sind folgende Daten erforderlich:

- Strom- und Wärmeverbrauch der Kreisliegenschaften, aufgeteilt nach Energieträger
- Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen
- Kraftstoffverbräuche des Fuhrparks (inkl. Fuhrpark der Straßenmeistereien und der Abfallwirtschaft)
- Dienstreisen mit privaten PKW, dem öffentlichen Verkehr sowie Dienstflüge

Analog zur Erfassung der Energieverbrauchsdaten gemäß §18 KlimaG BW wird auch der Energieverbrauch von angemieteten Gebäuden (z.B. Verwaltungsgebäude in der Stingstraße

und Richard-Strauß-Straße in Balingen) erfasst. Nicht erfasst werden gemäß der Definition der System- und Bilanzgrenze im Leitfaden "Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg" die Beteiligungsunternehmen (z.B. Krankenhäuser), vermietete Wohngebäude wie soziale Wohnbauten oder Asyl- oder Obdachlosenunterkünfte. Für Krankenhäuser empfiehlt das ifeu eine eigene Bilanzierung.

15.2.2 Energie- und THG-Bilanz

Das ifeu stellt den Landkreisen und Kommunen in Baden-Württemberg zur Bilanzierung der klimaneutralen Kommunalverwaltung seit Juli 2022 das CO₂-Bilanzierungstool "BICO₂ BW Verwaltung" zur Verfügung. Daher wird als Startjahr für die Bilanzierung das Jahr 2022 gewählt. Die nachfolgenden Bilanzergebnisse und Grafiken entstammen aus dem Bilanzierungstool BICO₂ BW Verwaltung. Die dargestellten Ergebnisse der Treibhausgasbilanz umfassen alle Gebäude der Kreisverwaltung in Besitz und Miete sowie alle kreiseigenen Schulgebäude und Kreissporthallen.

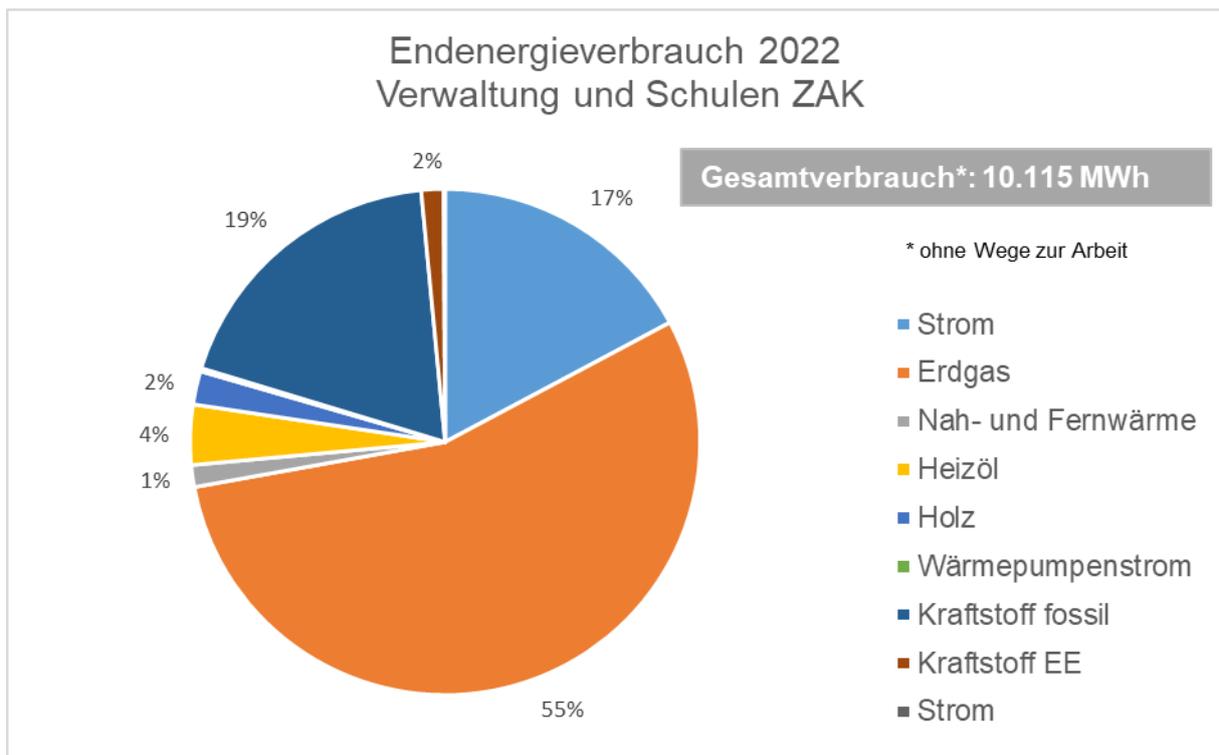


Abbildung 42: Endenergieverbrauch Bilanzjahr 2022, Verwaltung und Schulen ZAK

Im Bilanzjahr 2022 lag der Energieverbrauch der Kreisverwaltung bei rund 10.115 Megawattstunden (MWh). Den größten Anteil hatte mit rund 55% der Erdgasverbrauch zur Wärmebe-

bereitstellung in den Liegenschaften (eigene und angemietete, Schulen und Verwaltungsgebäude), gefolgt von fossilen Kraftstoffen für den Fuhrpark (Verwaltung und Straßenmeistereien) mit rund 19%. Rund 17% entfielen auf den Stromverbrauch der Gebäude. Die Energieträger Heizöl (~4%), Holz (~2%), erneuerbare Kraftstoffe (~2%), Nah- und Fernwärme (~1%) sowie Wärmepumpenstrom (~0,2%) und der Stromverbrauch für den Fuhrpark (~0,1%) spielten im Jahr 2022 eine eher untergeordnete Rolle.

Unter Anwendung der vorgegebenen THG-Emissionsfaktoren entsteht die THG-Bilanz. Hier finden dieselben Emissionsfaktoren Anwendung wie für die Erstellung der Territorialbilanz des Landkreises (BISKO-Systematik). Die bezogene Fernwärme wurde mit dem Emissionsfaktor für Nah- und Fernwärmeerzeugung durch Erdgas-Blockheizkraftwerke (BHKW) bilanziert.

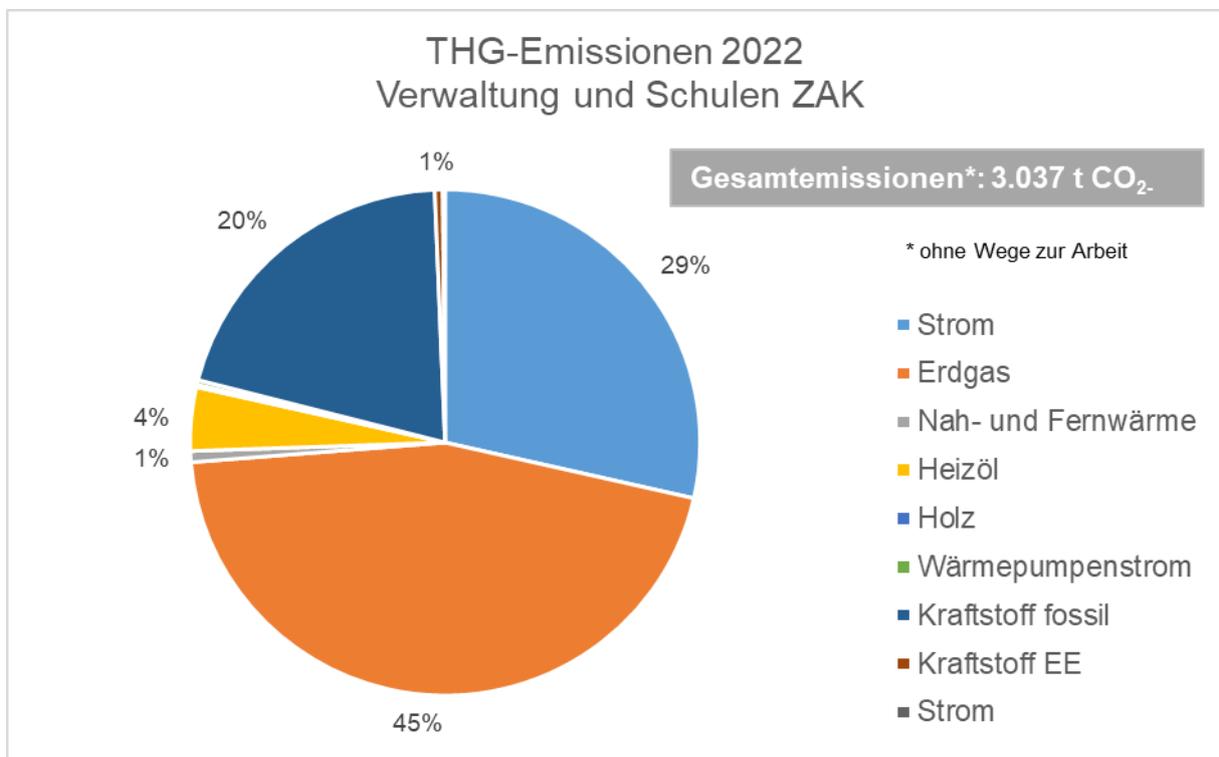


Abbildung 43: THG-Emissionen der Verwaltung, Bilanzjahr 2022

Insgesamt lagen die Treibhausgasemissionen der Kernbilanz der Landkreisverwaltung im Bilanzjahr 2022 bei rund 3.000 Tonnen. Gemäß Abbildung 43 hatte die Verbrennung von Erdgas für die Bereitstellung von Wärme in den Gebäuden mit rund 45% den größten Anteil. Rund 29% der Emissionen entfielen auf den Stromverbrauch der Liegenschaften. Der Kraftstoffverbrauch des Fuhrparks (Straßenmeistereien und Verwaltung) verursachte rund 20% der gesamten Treibhausgasemissionen. Heizöl (~4%), Nah- und Fernwärme (~1%), erneuerbare

Kraftstoffe (~1%) sowie Holz (~0,2%), Wärmepumpenstrom (~0,3%) und Strom für die Fahrzeuge des Fuhrparks (~0,1%) spielten eine untergeordnete Rolle.

15.2.3 Ergänzende Darstellung Stromerzeugung durch Photovoltaik

Im Bilanzjahr 2022 lag die Gesamtstromerzeugung durch Photovoltaikanlagen auf bzw. an kreiseigenen Liegenschaften bei 163 MWh. Dies entspricht einem Anteil von rund 9% des gesamten Stromverbrauchs in Höhe von 1.737 MWh.

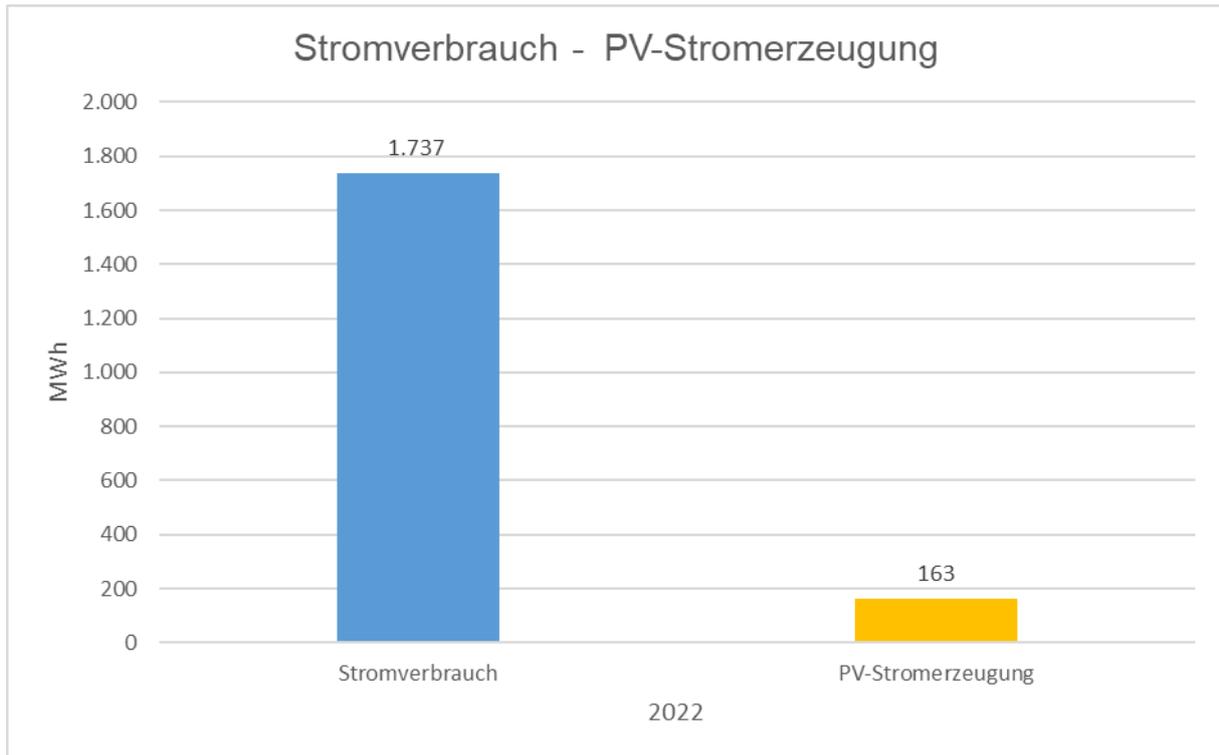


Abbildung 44: Anteil der PV-Stromerzeugung am Stromverbrauch der Landkreisverwaltung

Von den 163 MWh wurden im Jahr 2022 140 MWh ins Stromnetz eingespeist. 23 MWh wurden in den Gebäuden direkt selbst verbraucht da die Anlagen überwiegend als Einspeiseanlagen errichtet wurden. Durch die PV-Stromerzeugung konnten nachrichtlich im Jahr 2022 rund 72 Tonnen an THG-Emissionen eingespart werden. Neue Anlagen, die seit 2022 errichtet wurden, werden zur Eigenstromversorgung eingesetzt und somit zunächst zum Eigenverbrauch in den Gebäuden genutzt.

15.2.4 Ergänzende Darstellung Wege zur Arbeit

Die Landkreisverwaltung hat ein betriebliches Mobilitätsmanagement eingeführt und im Zeitraum 06/2022 bis 03/2023 ein Mobilitätsmanagementkonzept erarbeitet [52]. Im Rahmen des Projektes wurden Daten zum Pendlerverkehr der Mitarbeitenden der Landkreisverwaltung erhoben. Die Angaben zur Anzahl der Mitarbeitenden und deren Modal Split sowie der mittleren Wegelänge können für die THG-Bilanzierung der Arbeitswege genutzt werden. Bei 977 Mitarbeitenden (Bilanzjahr 2022) und rund 176 Arbeitstagen vor Ort in den Dienststellen (um Home-Office entsprechend mitzuberücksichtigen, wurden als mittlere Anzahl 4 Präsenztage pro Woche angesetzt) ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen von rund 1.300 Tonnen. Diese sind mit rund 88% Anteil am Modal Split dem motorisierten Individualverkehr zuzuschreiben. Darüber hinaus ist die Landkreisverwaltung bestrebt, den Anteil an klimafreundlichen Mobilitätsformen auf den Pendelstrecken der Mitarbeitenden kontinuierlich zu erhöhen. Hier bietet das Landratsamt seinen Mitarbeitenden neben Job-Ticket und Fahrrad-Leasing auch die Möglichkeit des Mitfahrens über die Mitfahrplattform Pendla.

15.2.5 Zusammenfassung Kernbilanz und ergänzende Darstellung

In die Gesamtbilanz fließen die Ergebnisse der Kernbilanz sowie die nachrichtlich ermittelten Bilanzergebnisse mit ein. Hier können ausgewählte Aktivitäten des Landkreises, die eine Reduktion der THG-Emissionen bewirken und nicht in der Kernbilanz berücksichtigt sind, dargestellt werden.

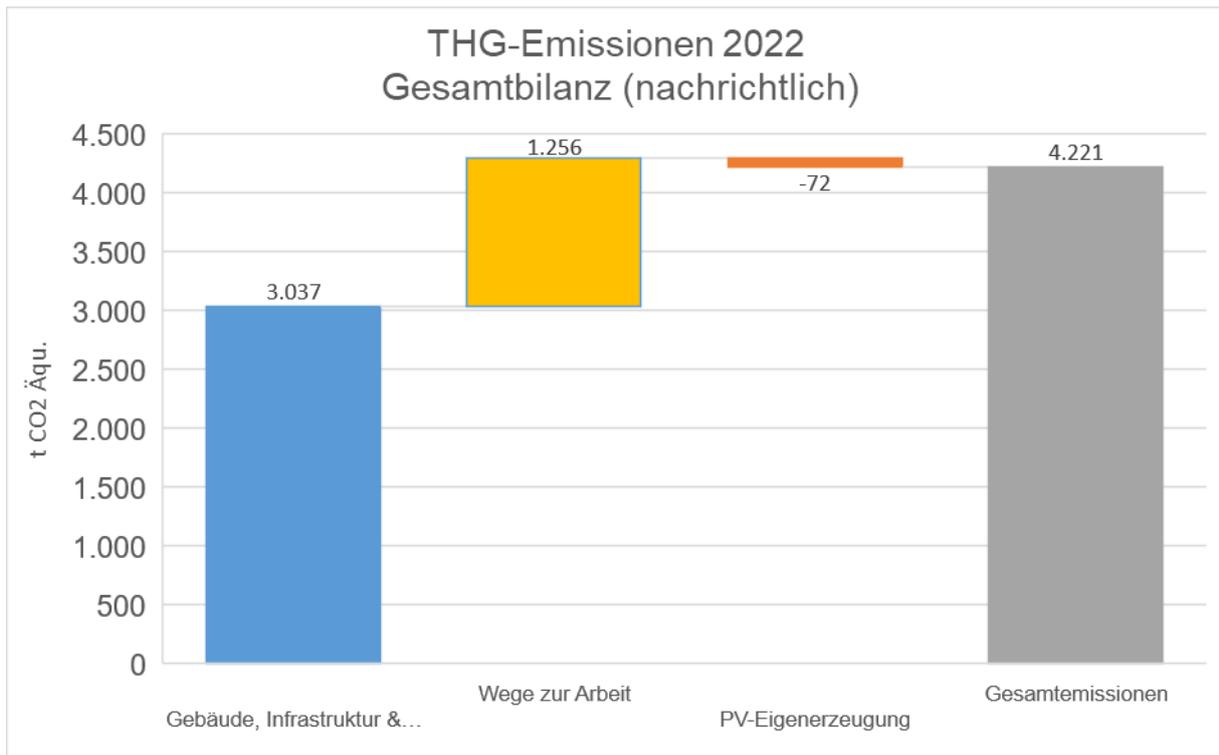


Abbildung 45 THG-Emissionen 2022, Gesamtbilanz (nachrichtlich)

Die Gesamtemissionen der nachrichtlichen Darstellung setzen sich zusammen aus den rund 3.000 Tonnen der Kernbilanz und den rund 1.300 Tonnen verursacht durch den Pendelverkehr der Mitarbeitenden der Landkreisverwaltung. In Abzug gebracht werden hier die vermiedenen THG-Emissionen der PV-Stromerzeugung. Dies führt zu einem Gesamtergebnis von rund 4.200 Tonnen im Bilanzjahr 2022.

15.3 Zieldefinition und Potentialanalyse

Gemäß ifeu Leitfaden “Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg” hat die bisherige Diskussion der Begrifflichkeit “Klimaneutralität” noch zu keiner allgemein anerkannten Definition geführt [51].

15.3.1 Zielsetzung der klimaneutralen Kommunalverwaltung

In dem vorliegenden Konzept wird die Definition des Umweltbundesamtes zugrunde gelegt.

Klimaneutralität definiert sich als ein Zustand, bei dem menschliche Aktivitäten im Ergebnis keine Nettoeffekte auf das Klimasystem haben. Diese Aktivitäten beinhalten klimawirksame Emissionen, Maßnahmen, die darauf abzielen, dem atmosphärischen Kreislauf Treibhausgase zu entziehen sowie durch den Menschen verursachte Aktivitäten, die regionale oder lokale biogeophysische Effekte haben (z.B. Änderung der Oberflächenalbedo).

Die **Treibhausgasneutralität** bedeutet hingegen „nur“ das Absenken der Treibhausgasemissionen auf null. In der Betrachtung werden Klimaneutralität und Treibhausgasneutralität gegenübergestellt.

Dementsprechend erfordert das Ziel der Klimaneutralität eine andere und ambitioniertere Politik als das Ziel der Treibhausgasneutralität, da neben den Treibhausgasemissionen auch alle anderen Effekte des menschlichen Handelns auf das Klima berücksichtigt werden müssen, z.B. Flächenversiegelungen durch Straßen und Siedlungen [53].

Gemäß dieser Definition verfolgt der Terminus “**Klimaneutrale Kommunalverwaltung**“ eigentlich eine treibhausgasneutrale Kommunalverwaltung, so wie es in §12 KlimaG BW festgehalten ist. Das Ziel ist somit die Treibhausgasemissionen im direkten und indirekten Einflussbereich der Verwaltung bis zum Jahr 2040 für den Verwaltungsbetrieb weitgehend auf Netto-Null abzusenken.

Neben der Reduktion der Treibhausgasemissionen sind dem ifeu Leitfaden “Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg” weitere Zielkennwerte zu entnehmen:

- Halbierung des Endenergieverbrauchs
- Bei der Sanierung von Liegenschaften soll ein Heizwärmebedarf von unter 50kWh/(m²a) für Raumwärme und Warmwasser angestrebt werden
- Für den PV-Ausbau gilt ein Mindestziel von 1 kW PV-Leistung pro 10m² überbauter Grundfläche

Ob eine einheitliche Anwendung dieser Zielkennwerte auf Gebäudeportfolien unterschiedlichster Ausprägung zielführend ist, bleibt abzuwarten. Grundsätzlich besteht gemäß §6 Energieeffizienzgesetz (EnEg) des Bundes für öffentliche Stellen mit mehr als einer Gigawattstunde Gesamtendenergieverbrauch die Verpflichtung, jährlich 2% an Endenergieverbrauch einzusparen [18].

Von diesem Gesetz sind Kommunen derzeit ausgenommen. Entsprechende Regelungen für Kommunen sind in der jeweiligen Landesgesetzgebung noch umzusetzen. Wie diese Verpflichtung von den Ländern in gesetzliche Vorgaben umgesetzt wird, steht zum Zeitpunkt der Konzepterstellung noch nicht fest. Es ist jedoch davon auszugehen, dass für Kommunen künftig eine jährliche Einsparungsrate von Energieverbräuchen in den Liegenschaften gesetzlich vorgeschrieben wird. Des Weiteren können kommunale Haushalte durch die Gebäudesanierung hin zu einem energieeffizienten Gebäudebestand sowie durch den Ausbau der PV-Stromerzeugungsleistung mittelfristig entlastet werden. Es empfiehlt sich somit eine Optimierung bei der Nutzung der Liegenschaften anzustreben.

15.3.2 Zielpfad Treibhausgasemissionen bis 2040

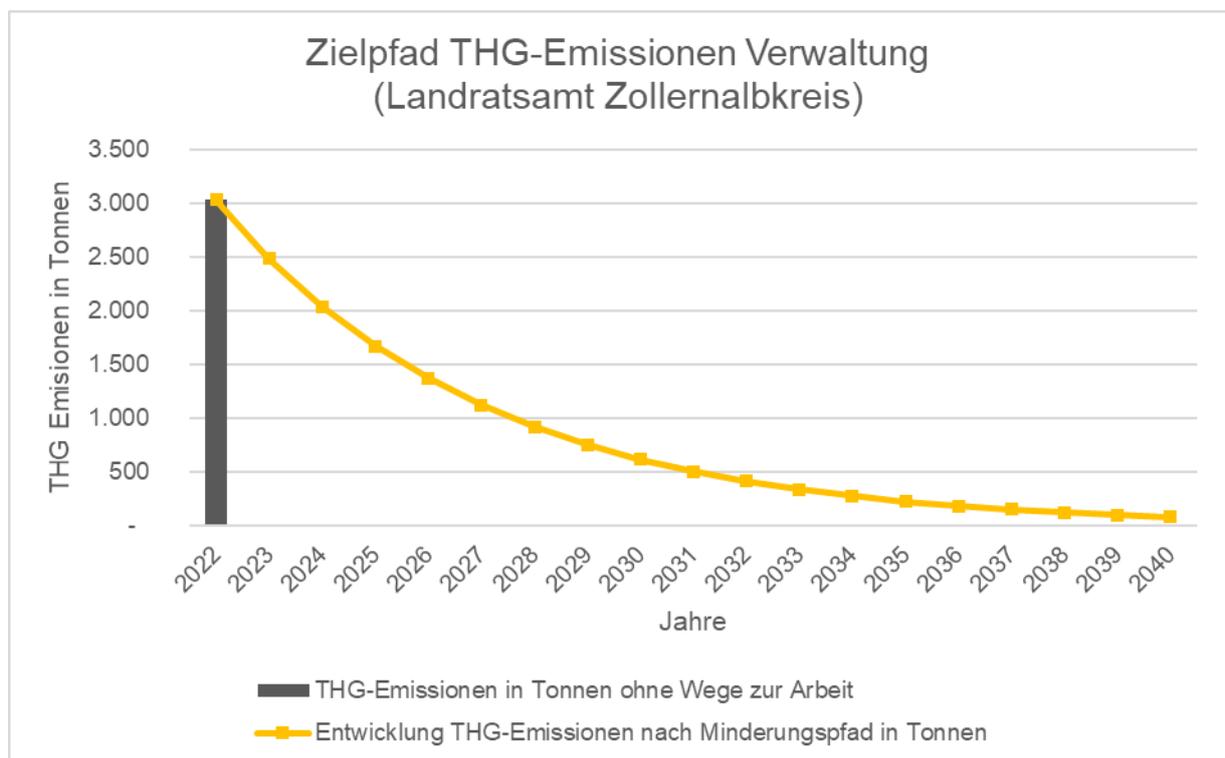


Abbildung 46: THG-Zielpfad der Verwaltung, Bilanzjahr 2022

Ausgehend vom Startjahr 2022 ist eine durchschnittliche jährliche Minderung der Treibhausgasemissionen von 18% erforderlich, um das Ziel einer weitgehend treibhausgasneutralen Landkreisverwaltung (-97% im Vergleich zum Startjahr) im Zollernalbkreis zu erreichen. Von

den rund 3.000 Tonnen Treibhausgasemissionen im Bilanzjahr 2022, verbleiben dem Verwaltungsbetrieb im Jahr 2030 unter Anwendung des Minderungspfades noch rund 600 Tonnen. Dies entspricht einer Reduktion von rund 2.400 Tonnen und stellt vor dem Hintergrund von verfügbaren personellen und finanziellen Ressourcen eine große Herausforderung dar.

15.3.3 Ausgleichsverrechnungen

Ausgleichsverrechnungen haben das Ziel, die Emissionen nicht vor Ort, sondern außerhalb des Territoriums zu senken. Diese Emissionsminderungen werden „bilanziell“ in der THG-Bilanz verrechnet. Dies führt zu einer Aufweichung der „harten“ Ziele und ist daher kritisch zu betrachten. Des Weiteren wird in diesem Konzept empfohlen, alle Anstrengungen und finanziellen Mittel gerade in die regionalen Wertschöpfungsketten zu investieren. Nachfolgend werden drei Ausgleichsverrechnungen dargelegt, wie diese gemäß ifeu Leitfaden „Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg“ [51] sachgerecht in der „klimaneutralen Kommunalverwaltung“ zu berücksichtigen sind.

Anrechnung von Ökostrom auf die THG-Bilanz

Ökostromprodukte leisten (abhängig von den Anforderungen an das Produkt) einen qualitativen Beitrag zur Energiewende. Die Verwaltungen unterstützen durch den Bezug von Ökostrom indirekt den erforderlichen beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien und die Verbesserung des Strom-Mix-Deutschland. Grundsätzlich gilt es, qualitativ hochwertige Ökostromprodukte zu beziehen (Stichwort Neuanlagenquote, idealerweise mit regionalem Ansatz). Seit dem 1.1.2012 werden alle kreiseigenen Liegenschaften mit Strom aus 100% erneuerbaren Energiequellen versorgt. Für die im Rahmen einer Bündelausschreibung vom Landkreis ausgeschriebenen Abnahmestellen wird die Lieferung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen (Ökostrom) mit Neuanlagenquote ausgeschrieben.

Eine Studie des Umweltbundesamtes zeigt jedoch, dass der Bezug von Ökostrom einen geringen direkten Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien hat. Dies wäre erst dann der Fall, wenn die Nachfrage nach Ökostrom das Angebot übersteigt.

Außerdem sagt die Zertifizierung von Ökostrom über RECS-Zertifikate weder aus, dass der Strom auch tatsächlich in das deutsche Stromnetz geliefert wird, noch dass das Ursprungsland diesen Ökostrom aus ihrer nationalen Bilanz streichen muss [54].

Als Fazit ist festzuhalten, dass in Anlehnung an den ifeu Leitfaden "Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg" Ökostrom nicht in der THG-Bilanzierung berücksichtigt wird. Die Bilanzierung des gesamten Stromverbrauchs erfolgt mit dem Strom-Mix-Deutschland.

Einsatz von 100% HVO-Biokraftstoffen

HVO 100 (Hydrotreated Vegetable Oil) ist ein synthetischer Dieselmotorkraftstoff, der aus hydrierten Pflanzenölen und tierischen Fetten hergestellt wird. Laut Aussage des Lieferanten werden für den von der Landkreisverwaltung anteilig bezogenen HVO-Diesel ausschließlich Abfall- und Reststoffe verwendet. Dies kann als eine Art von Recycling angesehen werden. Das Thema wird jedoch aktuell kontrovers diskutiert.

Das vom ifeu genutzte Bilanzierungstool "BICO₂ BW Verwaltung" lässt eine Bilanzierung von HVO100-Biokraftstoffen nicht zu. Auf Nachfrage beim ifeu wurde der Kreisverwaltung mitgeteilt, dass bei HVO die „nachhaltig nutzbaren“ Potentiale bereits weitgehend ausgeschöpft seien, es könne im Grunde kein zusätzliches, nachhaltiges HVO ins System gebracht werden. Von einer Anrechnung in der Kernbilanz wird somit abgesehen [55].

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass in der THG-Bilanz der Kraftstoffverbrauch der kreiseigenen Fahrzeuge (Verwaltung, Straßenmeistereien und Deponien) mit den THG-Emissionsfaktoren für fossile Kraftstoffe (Benzin, Diesel, Erdgas) und anteilig gemäß aktuellen erneuerbaren Kraftstoffanteilen (z.B. E10) mit den THG-Emissionsfaktoren für erneuerbare Kraftstoffe bilanziert wird. Nachrichtlich kann der Testeinsatz von 100% HVO-Biokraftstoff ab dem Bilanzjahr 2023 dargestellt werden.

Freiwillige CO₂-Kompensation

Für die Erreichung der Pariser Klimaziele ist ein ambitionierter Absenkpfad der Emissionen notwendig. Damit stehen die Kommunalverwaltungen vor großen Herausforderungen. Für die notwendige energetische Gebäudesanierung in den verbleibenden 15 Jahren fallen hohe Investitionen im Gebäudebestand an. Eine deutliche Steigerung des bisherigen Finanzbudgets ist deshalb erforderlich. Gleichzeitig erfordert eine Umstellung der bisherigen Verwaltungsaktivitäten mehr Personal und neues Fachwissen. Das Instrument der CO₂-Kompensation bietet da eine vermeintlich einfache und günstige Möglichkeit, das Ziel der Klimaneutralität schnell zu erreichen. Das ifeu spricht sich explizit gegen eine Anrechenbarkeit von Kompensationsprojekten auf die THG-Bilanz von Kommunen und Kommunalverwaltungen aus und stützt seine Begründung auf folgende Punkte [51]:

- Wirksamer Klimaschutz verlangt eine schnelle und unmittelbare Reduktion der Treibhausgasemissionen aller Staaten. Kompensation kann daher nur ein **zusätzliches** Element wohlhabender Gesellschaften sein um (aus Gründen der Klimagerechtigkeit) andere Staaten zu unterstützen.
- Wirksamer Klimaschutz verlangt ein schnelles Handeln vor Ort. Gerade bei kurzfristigen Zielen (bis 2040 verbleiben lediglich 15 Jahre) würden Maßnahmen der Verwaltung vor Ort nicht im erforderlichen Umfang ergriffen und auf die nächsten Jahre verschoben.

Alternativ zur CO₂-Kompensation empfiehlt das ifeu-Institut die freiwillige Übernahme der Klimafolgekosten ohne Anrechnung auf die THG-Bilanzen. Dadurch wird ein Bewusstsein für die Höhe der Belastung für zukünftige Generationen geschaffen, ein hoher Vermeidungseffekt erzeugt und die im Bundesklimaschutzgesetz empfohlene volkswirtschaftliche Betrachtungsweise in Bezug auf die Treibhausgasemissionen der öffentlichen Hand eingeführt.

Die Landkreisverwaltung distanziert sich im Rahmen der Konzeption zur klimaneutralen Kommunalverwaltung von der CO₂-Kompensation durch Projekte ohne direkten regionalen Bezug und strebt vor Ort im Landkreis Maßnahmen zur Treibhausgasemissionsminderung an, die darüber hinaus einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung leisten.

15.3.4 Klimafolgekosten

Gesellschaftliche Kosten von Umweltbelastungen

Umweltbelastungen verursachen hohe Kosten für die Gesellschaft, etwa in Form von umweltbedingten Gesundheits- und Materialschäden, Ernteaussfällen oder Schäden an Ökosystemen. Im Jahr 2021 betragen die Umweltkosten in den Bereichen Straßenverkehr, Strom- und Wärmeerzeugung mindestens 241 Milliarden Euro. Eine ambitionierte Umweltpolitik senkt diese Kosten und entlastet damit die Gesellschaft [56] und die kommunalen Haushalte.

Internalisierung von Umweltkosten

Umweltkosten sollten grundsätzlich internalisiert – also den Verursachern angelastet – werden. Da dies bisher nur unzureichend geschieht, gibt es keine hinreichenden wirtschaftlichen Anreize, die Umweltbelastung zu senken. Preise ohne vollständige Internalisierung der Umweltkosten sagen nicht die ökologische Wahrheit. Dies verzerrt den Wettbewerb und hemmt

die Entwicklung und Marktdiffusion umweltfreundlicher Techniken und Produkte [55]. Die Internalisierung soll über die Einberechnung der Klimafolgekosten abgebildet und veranschaulicht werden.

Klimafolgekosten

Die Einberechnung der Klimafolgekosten kann auch für die klimaneutrale Verwaltung ein entscheidender Ansatz sein, Klimaschutz in der Haushaltsplanung zu verankern. Das Umweltbundesamt (UBA) veröffentlicht daher seit mehreren Jahren die spezifischen Klimafolgekosten. Für das Jahr 2023 lagen diese bei 254 Euro pro Tonne Kohlendioxidausstoß (Höhergewichtung der Wohlfahrt der heutigen Generation gegenüber der Wohlfahrt künftiger Generationen) bzw. bei 858 Euro pro Tonne Kohlendioxidausstoß (Gleichgewichtung der Wohlfahrt der Generationen).

UBA-Empfehlung zu den Klimakosten				
Klimakosten in Euro ₂₀₂₃ pro Tonne Kohlendioxid	2020	2023	2030	2050
1% reine Zeitpräferenzrate (Höhergewichtung der Wohlfahrt der heutigen Generation gegenüber der Wohlfahrt künftiger Generationen)	240	254	253	301
0% reine Zeitpräferenzrate (Gleichgewichtung der Wohlfahrt der Generationen)	832	858	830	908

Abbildung 47: UBA-Empfehlung zu den Klimakosten [56]

Das Prinzip der Klimafolgekosten kann unter der Anwendung der vom UBA veröffentlichten Klimakosten wie folgt angewandt werden:

$$\text{Klimafolgekosten} = \text{„verursachte/eingesparte Emissionen in t“} \times \text{„Klimakosten in €/t“}$$

Das Konzept eignet sich sowohl für die Internalisierung der im laufenden Betrieb anfallenden THG-Emissionen durch die Nutzung fossiler Energieträger sowie für die Bewertung anstehender Investitionen, zum Beispiel bei der Neubeschaffung energieeffizienter Technologien oder bei der Bewertung von Gebäudesanierungsmaßnahmen.

Klimakosten am Beispiel einer Gebäudesanierung

Die Anwendung der Klimakosten am Beispiel einer Gebäudesanierung ist in Tabelle 6 dargestellt. Im Berechnungsbeispiel werden die energetisch bedingten Mehrkosten einer Gebäudesanierung (Kosten die zu einer energetischen Verbesserung des Gebäudes führen) den eingesparten Energiekosten gegenübergestellt. Ziel ist die Amortisationsdauer der Sanierungsmaßnahmen zu bewerten.

Tabelle 6: Eigene Darstellung: Berechnungsbeispiel Amortisationsdauer unter Einbezug der Klimakosten

Rechenbeispiel Gebäudesanierung (Eingangsgrößen)	Amortisationsdauer (o. Klimakosten)	Amortisationsdauer Klimakosten	
		1% Zeitpräferenz	0% Zeitpräferenz
Investitionskosten (energetisch bedingte Mehrkosten)	2.850.000	2.850.000	2.850.000
Energiekosten vor der Sanierung [€/a]	147.000	147.000	147.000
- Energiekosten nach der Sanierung [€/a]	47.000	47.000	47.000
= Energiekosteneinsparung [€/a]	100.000	100.000	100.000
THG-Emissionen vor der Sanierung [t/a]	-	175	175
- THG-Emissionen nach der Sanierung [t/a]	-	50	50
= THG-Emissionseinsparung [t]	-	125	125
Klimakosten (2023) [€/t]	-	245	858
= Vermiedene Klimakosten (2023) Gesamt [€/a]	-	30.625	107.250
Amortisationsdauer der energetisch bedingten Mehrkosten [a]	29	22	14

Lässt man die Klimakosten außen vor, so beträgt die Amortisationsdauer im gewählten Beispiel 29 Jahre. Gewichtet man die Wohlfahrt heutiger Generationen höher als die Wohlfahrt künftiger Generationen (1% Zeitpräferenz, Klimakosten 2023 245 Euro/Tonne), dann reduziert sich die Amortisationsdauer auf 22 Jahre. Bei einer Gleichgewichtung der Wohlfahrt der Generationen (0% Zeitpräferenz, Klimakosten 2023 858 Euro/Tonne) amortisiert sich die geplante Sanierungsmaßnahme bereits nach 14 Jahren. Im Beispiel wurden bewusst keine Fördermöglichkeiten berücksichtigt, da diese ohne konkreten Projektstart nur bedingt planbar sind.

Klimakosten am Beispiel der Einrichtung eines Klimafonds

Ein Beispiel wie mit im laufenden Betrieb anfallenden THG-Emissionen umgegangen werden kann, stellt die Einrichtung eines Klimafonds dar. Hier kann als Berechnungsgrundlage der Absenkpfad der THG-Emissionen der Kommunalverwaltung verwendet werden. Für die Kreisverwaltung ist das Berechnungsbeispiel in Abbildung 48 dargestellt. Bei Nichterreichen des Absenkpfadessollen für die dadurch bedingten THG-Emissionen die Klimafolgekosten in einen gesonderten Fonds einbezahlt werden. Mit den Geldern, die dem Klimaschutzfonds zugeführt werden, können zusätzliche Maßnahmen finanziert werden. Maßnahmen, die wirtschaftlich darstellbar sind oder ohnehin durchgeführt werden müssen, kommen für den internen Klimaschutzfonds nicht in Betracht.

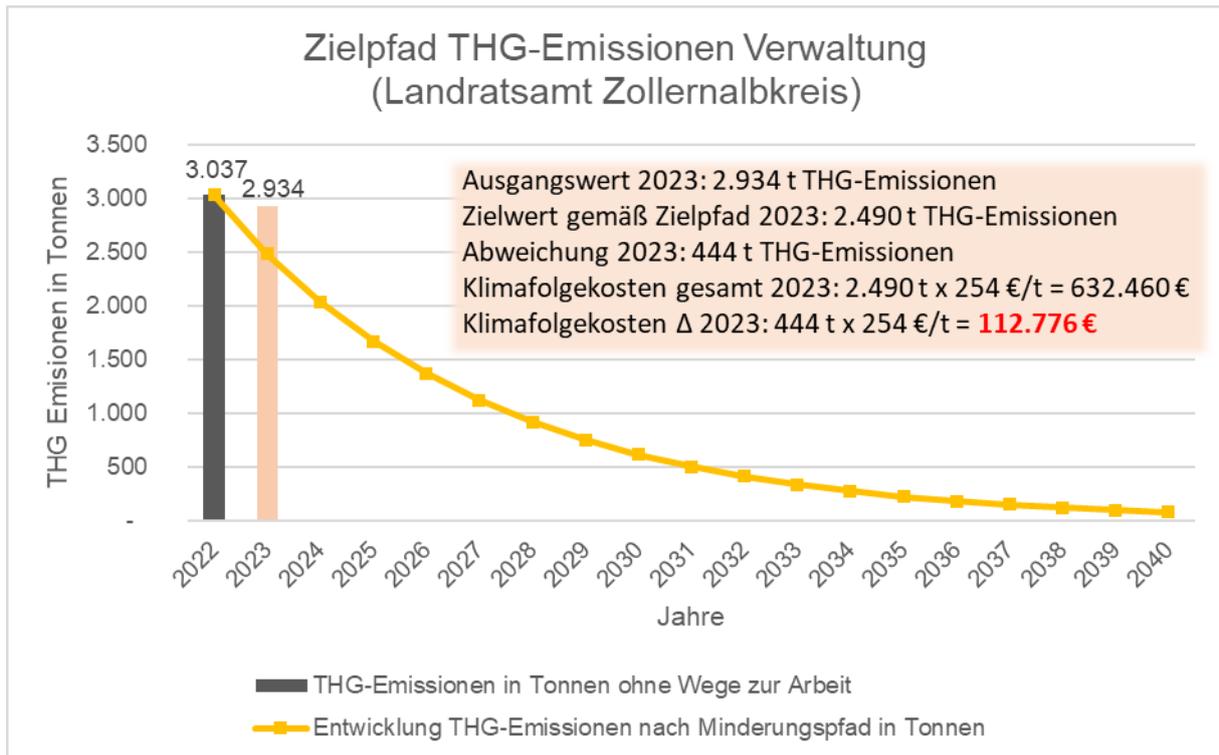


Abbildung 48 Zielpfad THG-Emissionen Landratsamt, Klimafolgekosten 2023

Ausgehend vom Startjahr 2022 errechnet sich der optimale Zielpfad zur Erreichung einer weitestgehend treibhausgasneutralen Landkreisverwaltung bis zum Jahr 2040 (vgl. Kapitel 15.3.2). Bei einem jährlichen Minderungspfad von 18% ergeben sich für das Jahr 2023 maximal zulässige THG-Emissionen von 2.490 Tonnen. In einer ersten Bilanzierung der durchgeführten Maßnahmen in 2023 ergeben sich tatsächliche Einsparungen von rund 100 Tonnen THG-Emissionen gegenüber dem Ausgangsjahr 2022. Multipliziert man diese Differenz in Höhe von 444 Tonnen mit dem vom Umweltbundesamt für das Jahr 2023 empfohlenen Kostenfaktor der Klimafolgekosten, so ergibt sich ein Betrag von 112.776 Euro, der dem Klimafonds gutgeschrieben werden kann. Dieses Prozedere wird mit der jährlichen Fortschreibung der THG-Bilanz der Verwaltung für das jeweilige Vorjahr angewandt, die Haushaltsmittel werden dann im kommenden Jahr für die Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen zur Verfügung gestellt.

15.4 Handlungsfelder

Nachfolgend werden nach Handlungsfeldern unterteilt mögliche Ansätze herausgearbeitet, um der Zielsetzung einer weitestgehend treibhausgasneutralen Landkreisverwaltung bis zum Jahr 2040 im Rahmen des Klimaschutzpaktes gerecht zu werden.

15.4.1 Liegenschaften der Kreisverwaltung

Gemäß der THG-Bilanz für das Bilanzjahr 2022 entfallen rund 2.400 Tonnen THG-Emissionen (rund 79%) auf den Gebäudebereich. Hier dominiert mit rund 1.370 Tonnen der Energieträger Erdgas, gefolgt von rund 870 Tonnen für den Strom. Rund 120 Tonnen entfallen auf Heizöl. Die THG-Emissionen für Nah- und Fernwärme (~21 Tonnen), Wärmepumpenstrom (~9 Tonnen) und Holz (~5 Tonnen) spielen im Bilanzjahr 2022 eine eher untergeordnete Rolle. Die großen Hebel zur Dekarbonisierung des Gebäudebetriebs liegen im Systemwechsel von einer fossilen auf eine erneuerbare Wärmeerzeugung und in einer Reduktion des Endenergieverbrauchs.

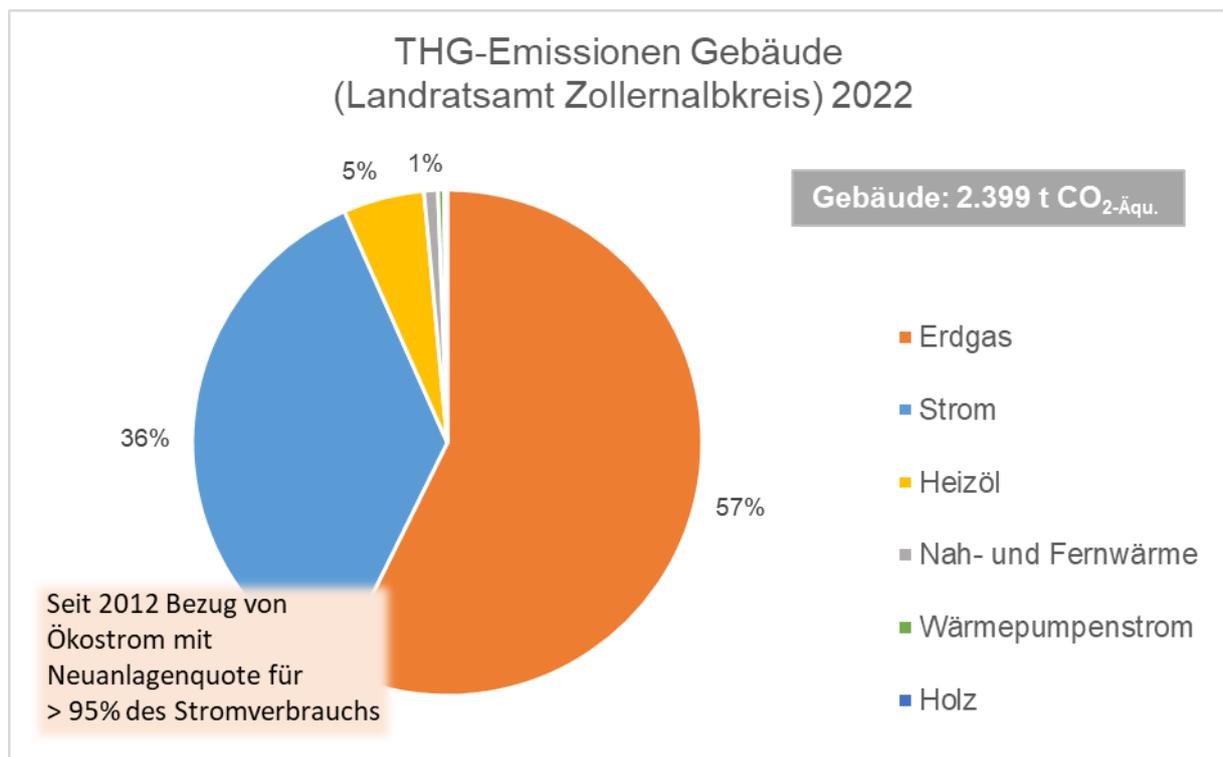


Abbildung 49: THG-Emissionen der Kreisimmobilien, Bilanzjahr 2022

Wärmeversorgung der Gebäude

Da rund 57% der gesamten THG-Emissionen aus der Bewirtschaftung der Gebäude dem Energieträger Erdgas zuzuschreiben sind, liegt der Fokus der Betrachtung auf der Reduktion von Erdgas als Brennstoff zur Wärmeversorgung. Die Gasmangellage im Jahr 2022 und die damit verbundene Volatilität der Gaspreise hat klar gezeigt, dass Abhängigkeiten von Energieträgern die nicht in erforderlichem Umfang in der Region, in Deutschland und der EU verfügbar sind, sowohl für die Versorgungssicherheit als auch für die Wettbewerbsfähigkeit ein erhebliches Risiko mit sich bringen.

Die IST-Aufnahme der Heizanlagen in den Gebäuden der Landkreisverwaltung ergab, dass rund 91% der Heizanlagen, die mit Erdgas betrieben werden, älter als 20 Jahre sind. Kumuliert ergibt dies eine zu ersetzende Kesselleistung von rund 7.900 kW, wenn kurzfristig eine deutliche energetische Aufwertung der Gebäudehülle außer Acht gelassen wird. Gemäß VDI 2067 Blatt 1, Tabelle A2 beträgt die rechnerische Nutzungsdauer von Gasheizungen ca. 20 Jahre [57]. In den kommenden 15 Jahren wird somit lebenszyklusbedingt ein Austausch der mit Erdgas betriebenen Heizanlagen erforderlich. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) in seiner aktuellen Fassung sieht unter §71 (1) vor, dass beim Einbau einer neuen Heizanlage mindestens 65% der bereitgestellten Wärme durch erneuerbare Energieträger oder unvermeidbare Abwärme zu erzeugen ist. Folgende Möglichkeiten stehen für die Umstellung der Bestandsheizanlagen in den Gebäuden der Kreisverwaltung zur Verfügung:

- Anschluss an ein Wärmenetz (vor allem für größere Liegenschaften interessant, bei denen die Investition in eine Heizanlage in der Regel mit größeren Kosten verbunden ist. Hier ist auf eine Dekarbonisierung des Wärmenetzes im Rahmen einer Transformationsplanung zu achten)
- Hybridheizanlage, Kombination aus Wärmepumpe (Grundlast), Spitzenlastkessel (Heizspitzen in der kalten Jahreszeit, Brennstoff Holz oder "grünes Gas", wobei letzteres kritisch zu bewerten ist) und Eigenstromerzeugung (PV-Strom). Bei neu installierten Hybridheizanlagen in Verbindung mit Erdgas-Spitzenlastabdeckung ist der fossile Brennstoffanteil spätestens zum 31.12.2044 außer Betrieb zu nehmen.
- Wärmepumpe (Luft-Wasser oder Sole-Wasser, abhängig von Standort und Sanierungszustand des Gebäudes) in Kombination mit Eigenstromerzeugung (PV-Strom)

Im Haushaltsplan 2024 sind im Rahmen der "Heizungs-Offensive" erstmalig 400.000 Euro für die Umstellung der Heizanlagen zur Verfügung gestellt [58]. Diese Haushaltsmittel wurden u.a. für den Anschluss zweier kreiseigener Immobilien an ein vorhandenes Nahwärmenetz verwendet. Ein durchschnittlicher jährlicher Mittelansatz dieser Größenordnung wird für die

nächsten Jahre bis zur vollständigen Erneuerung des Anlagenbestandes vorgesehen. Mit der Umsetzung der Heizungsoffensive erreicht die Kreisverwaltung das Ziel, Erdgas als dominierenden THG-Emittenten auf Dauer durch eine erneuerbare Wärmeversorgung zu ersetzen. Im Rahmen der Sanierung im Zentrum am Fürstengarten und dem Schulneubau am Berufsschulzentrum am Schlossberg 7 in Hechingen wurden bereits die Wärmeversorgung auf den regional verfügbaren und erneuerbaren Energieträger Pellets umgestellt. Die Verwaltungsgebäude in Meßstetten und in der Hirschbergstraße in Balingen, sowie die Gemeinschaftsunterkunft in der Beckstraße ebenfalls in Balingen konnten erfolgreich an das Wärmenetz der Stadtwerke Balingen angeschlossen werden. Wärmenetzbetreiber unterliegen gemäß §31 Wärmeplanungsgesetz der Verpflichtung, die Wärme im Netz bis zum Zieljahr der THG-Neutralität auf der Ebene des Bundes vollständig aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination aus Beidem bereitzustellen [58]. Somit erfüllt der Anschluss an ein Nahwärmenetz bis zum Zieljahr die Anforderungen an eine weitestgehend treibhausgasneutrale Wärmeversorgung.

Stromversorgung der Gebäude

Im Bilanzjahr 2022 lag die PV-Stromerzeugung durch Anlagen auf und an kreiseigenen Gebäuden bei rund 163 MWh. Der überwiegende Teil wurde ins Stromnetz eingespeist. 23 MWh und somit rund 1% des gesamten Stromverbrauchs (~1.737 MWh) wurden in den Gebäuden selbst verbraucht (vgl. Kapitel 15.2.3). Der Stromverbrauch und damit verbunden die THG-Emissionen haben mit rund 36% den zweit größten Anteil an den Gesamtemissionen der Gebäudebewirtschaftung. In Kapitel 15.3.1 wurde der Zielkennwert für den Ausbau von Photovoltaikanlagen von 1 kWp PV-Leistung pro 10m² überbauter Grundfläche vorgestellt. Im Bilanzjahr 2022 betrug die überbaute Grundfläche der bilanzierten Kreisliegenschaften rund 57.900 m² was einem theoretischen Ausbauziel von rund 5.790 kWp installierter PV-Leistung entspricht.

Die Kreisverwaltung hat im Rahmen einer Potentialberechnung den Großteil für die Installation von PV-Anlagen geeigneten Flächen auf kreiseigenen Gebäuden ermittelt (Eine Bewertung der statischen Lastreserven der Dachflächen war nicht Bestandteil der Potentialerhebung). Zusammen mit den bereits installierten PV-Anlagen ergibt sich ein Gesamtpotential von rund 1.500 bis 1.800 kWp. Bis Ende 2022 hatte die Kreisverwaltung auf Dächern der kreiseigenen Gebäude eine kumulierte Anlagenleistung von rund 260 kWp umgesetzt. In den Jahren 2023 und 2024 wird im Zuge der Umsetzung von Neubauprojekten eine zusätzliche Anlagenleistung von rund 290 kWp realisiert. Daraus ergibt sich für die Jahre 2025 bis 2040 ein noch offenes Potential von rund 950 bis 1.250 kWp, das in die Umsetzung gebracht werden kann. Für die

Errichtung der PV-Anlagen wären somit Mittel in Höhe von ca. 1,9 bis 2,3 Millionen Euro erforderlich (Kosten für die Instandsetzung der Dachflächen sind nicht inbegriffen). Die Kreisverwaltung hat ein standardisiertes Verfahren entwickelt. Dieses sieht vor, dass im Zuge der Umsetzung von erforderliche Bauprojekte die Montage von PV-Anlagen sowie der Austausch von Heizungsanlagen überprüft und nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Des Weiteren werden alle PV-Anlage, die seit 2022 errichtet werden, zur Eigenstromversorgung eingesetzt und somit zunächst zum Eigenverbrauch in den Gebäuden genutzt.

Im Haushaltsplan 2024 sind im Rahmen der "PV-Offensive" 250.000 Euro für den Zubau von PV-Anlagen zur Verfügung gestellt [58]. Um im Zeitraum 2025 bis 2040 das offene Potential umzusetzen wird ein durchschnittlicher jährlicher Mittelansatz in Höhe von rund 140.000 Euro für die Jahre bis 2040 erforderlich sein. Mit der weiteren kontinuierlichen Umsetzung der PV-Offensive erreicht die Kreisverwaltung das Ziel, rechnerisch (bilanziell) den aktuellen Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften durch selbst erzeugten PV-Strom zu decken.

Energetische Sanierung der kreiseigenen Liegenschaften

Wie in Kapitel 15.3.1 erörtert, sehen sowohl der Leitfaden des ifeu sowie das Energieeffizienzgesetz des Bundes (EnEfG) bis zum Jahr 2040 eine deutliche Reduktion des Endenergieverbrauchs vor. Konkret geht es um eine Reduktion von rund 30% (EnEfG) bis 50% (Leitfaden ifeu). Dies ist durch ein konsequentes Energiecontrolling in Verbindung mit gering investiven Maßnahmen so nicht zu erreichen. Diese Absenkpfade sind nur durch eine grundlegende energetische Sanierung der Gebäudehülle und der darin verbauten Anlagentechnik möglich.

Im Rahmen einer Bestandsaufnahme werden alle wesentlichen Gebäudedaten zusammengestellt. In Kombination mit den Vergleichskennwerten aus der Energieberichterlegung können die Gebäude mit verhältnismäßig hohen Energieverbräuchen und schlechten bis mäßigen Verbrauchskennwerten geclustert werden. Auf dieser Datengrundlage hat die Kreisverwaltung bereits damit begonnen, für ausgewählte und zukünftig relevante Gebäude Sanierungsfahrpläne erstellen zu lassen. Ziel des Sanierungsfahrplans ist, eine Entscheidungsgrundlage für die energetische Gebäudesanierung zu schaffen. Ermittelt werden das energetische Einsparpotential ausgewählter, vorgeschlagener Maßnahmen und den damit verbundenen Kosten. Durch die Erstellung von Sanierungsfahrplänen können attraktive Förderprogramme genutzt werden, sodass die Höhe der aufzubringenden Eigenmittel reduziert werden kann. Darüber hinaus wird ein Liegenschaftskonzept mit dem Ziel der Zentralisierung als Vorschlag für den Kreistag entwickelt. Des Weiteren strebt die Verwaltung an, die wirksamsten Maßnahmen je Liegenschaft zu ermitteln, um das Kosten-Nutzen-Verhältnis im Zuge der Sanierungsbedarfe

zu bestimmen. Darüberhinausgehend kann der im Rahmen einer Gebäudesanierung geschaffene Raumkomfort zu einer Steigerung der Mitarbeitendenzufriedenheit beitragen.

Beispiel Sanierungsfahrplan Verwaltungsgebäude in der Robert-Wahl-Straße 7

Das Verwaltungsgebäude in der Robert-Wahl-Straße 7 in Balingen mit Baujahr 1976 zählt mit einem Wärmeverbrauchskenwert von 141 kWh/m² mit zu den energetisch schlechtesten Gebäuden im Liegenschaftsportfolio der Kreisverwaltung. Daher wurde im Jahr 2022 ein Sanierungsfahrplan nach DIN V 18599 erarbeitet. Mit den im Konzept untersuchten und vorgeschlagenen Maßnahmen kann das Gebäude mit einem Energieverbrauch von 41 kWh/m² pro Jahr zu einem Effizienzhausstandard 55 der erneuerbaren Energienklasse (EH55EE) saniert werden. Mit nur geringfügigem Mehraufwand in der Ausführung der Dämmstärken ist sogar das Erreichen eines Effizienzhausstandard 40 der erneuerbaren Energienklasse (EH40EE) möglich. Mit der Sanierung können jährlich bis zu 67% an Endenergieverbrauch eingespart und bis zu 187 Tonnen an THG-Emissionen vermieden werden.

Beispiel Sanierungsfahrplan Verwaltungsgebäude in der Hirschbergstraße 29 in Balingen (Landratsamt)

Das Landratsamtgebäude in der Hirschbergstraße 29 in Balingen wurde im Jahr 1983 als Stahlbetonskelettbau errichtet. Die Fassade ist als zweiteilige, vorgehängte Betonfassade mit durchgehenden Metallfensterbändern ausgebildet. Die Fensterfläche ist mit rund 55% Anteil an der gesamten Bruttowandfläche besonders hervorzuheben. Im vorliegenden Sanierungsfahrplan nach DIN V 18599 stellt die Sanierung der Fensterfläche das größte Einsparpotential dar. Konstruktiv hängen Fensterelemente und Fassade so zusammen, dass eine reine Sanierung der Fensterelemente nicht bzw. nur schwer umsetzbar ist. Von den insgesamt rund 2.200 m² Dachfläche ist lediglich eine kleine Teildachfläche mit rund 200 m² saniert. Die verbleibenden rund 2.000 m² Dachfläche stehen mittelfristig ebenfalls zur Sanierung an. Mit den im Konzept untersuchten und vorgeschlagenen Maßnahmen kann das Gebäude mit einem Energieverbrauch von 27,8 kWh/m² und Jahr zu einem Effizienzhausstandard 40 saniert werden. Mit der Sanierung können jährlich bis zu 68% an Endenergieverbrauch eingespart und bis zu 228 Tonnen an THG-Emissionen vermieden werden.

Beide Beispiele zeigen auf, dass das Einsparpotential im Energieverbrauch und bei den THG-Emissionen im Gebäudesektor realistisch und darstellbar ist. Eine Sanierung führt zur Reduktion der Energieverbrauchskosten in beiden Beispielen von unter einem Drittel der aktuellen Kosten und leistet zusammengefasst mit rund 415 Tonnen Reduktion an THG-Emissionen

einen deutlichen Beitrag zur Reduktion der gebäudebedingten Emissionen der Landkreisverwaltung sowie zur Zielerreichung einer weitestgehend treibhausgasneutralen Verwaltung bis im Jahr 2040. Durch die energetische Verbesserung der Gebäude können außerdem Betriebskosten eingespart und somit der Kreishaushalt entlastet werden.

Eine pauschale Übertragung der in den beiden Sanierungskonzepten gewonnenen Erkenntnisse auf den gesamten Gebäudebestand erscheint als wenig sinnvoll, da sich die Gebäude konstruktiv sowie in der Art der Nutzung zum Teil erheblich unterscheiden. Wie bereits einleitend erwähnt, ergibt es Sinn, für die Gebäude mit mäßigen bis schlechten Energieverbrauchs-kennwerten Sanierungskonzepte zu erarbeiten, um eine valide Entscheidungsgrundlage zu generieren.

15.4.2 Mobilität (Fuhrpark) der Kreisverwaltung

Der THG-Bilanz der Kreisverwaltung für das Bilanzjahr 2022 ist zu entnehmen, dass rund 20% der gesamten THG-Emissionen auf den Mobilitätsbereich zurückzuführen sind (vgl. Kapitel 15.2.2).

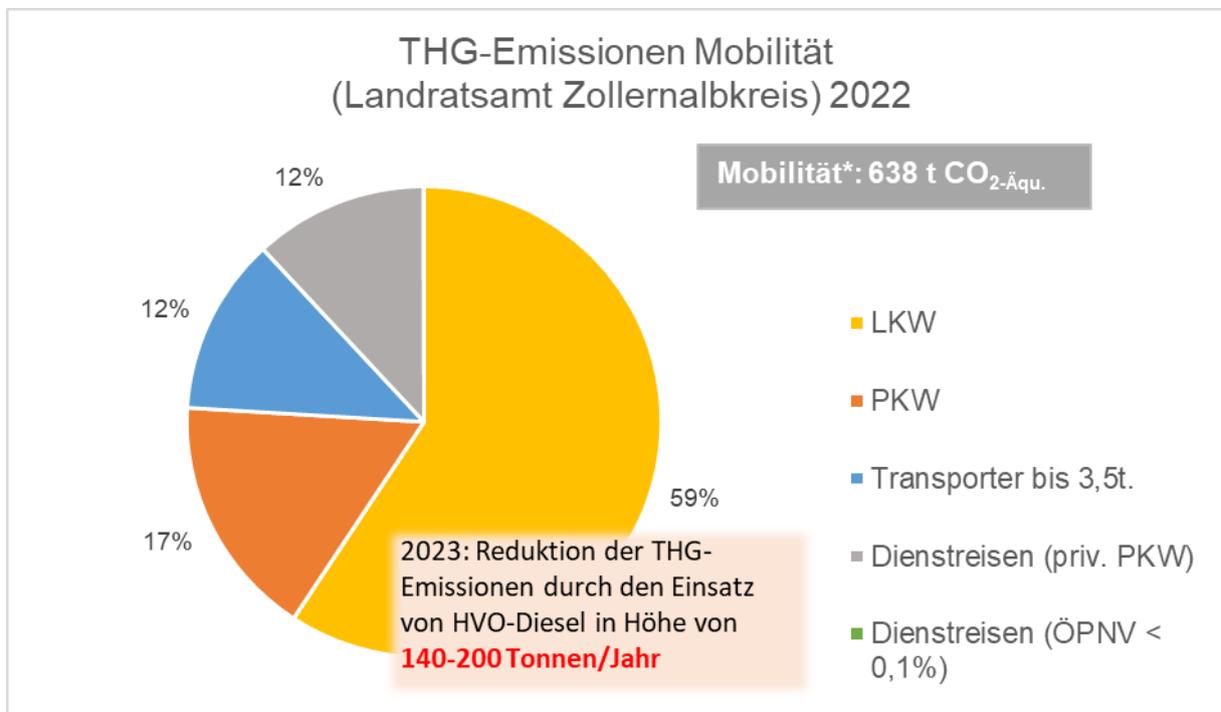


Abbildung 50: THG-Emissionen Bereich Mobilität, Bilanzjahr 2022

Diese teilen sich auf in rund 59% (~380 Tonnen) für den LKW-Bereich, rund 17% (~110 Tonnen) für den PKW-Bereich und rund 12% (80 Tonnen) für Transporter bis 3,5 Tonnen. Auf die

Nutzung privater PKWs für Dienstreisen entfallen rund 12% (~80 Tonnen). Mit rund 0,2 Tonnen spielt die Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) für Dienstreisen eine untergeordnete Rolle. Nachrichtlich ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass die Landkreisverwaltung für den Fuhrpark der Straßenmeisterei in Albstadt-Lautlingen und der Deponien im Jahr 2023 rund 69.000 Liter HVO-Dieselmotorkraftstoff eingesetzt hatte. Es handelt sich hierbei um einen Dieselmotorkraftstoff, der zu 100% aus hydriertem Pflanzenöl hergestellt wird. Dadurch konnten THG-Emissionen in Höhe von rund 140 Tonnen (bewertet mit dem Emissionsfaktor des ifeu für Biodiesel) bis zu 200 Tonnen (bewertet mit dem Emissionsfaktor des Herstellers für HVO-Diesel) vermieden werden. Eine Anrechnung in der Kernbilanz ist wie in Kapitel 15.3.3 erläutert, nicht vorgesehen. Stattdessen bringt die Elektrifizierung der Mobilität im Vergleich zum Verbrennungsmotor Effizienzvorteile mit sich und ist von zentraler Bedeutung für die Energiewende im Verkehr. Wird der notwendige Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen, stellt die Elektromobilität den Schlüssel für die Dekarbonisierung des landgebundenen Verkehrs dar [59].

Elektrifizierungspotential des Fuhrparks des Verwaltungsbetriebs

Im Rahmen des Mobilitätsmanagementprojektes wurden die Poolfahrzeuge des Fuhrparks der Verwaltung einer Fuhrparkanalyse unterzogen. Nicht betrachtet wurden die Fachamtsfahrzeuge, die Fahrzeuge der Straßenmeistereien und der Deponien. Ein Analyseschwerpunkt lag auf dem Elektrifizierungspotential. Als Ergebnis konnte festgehalten werden, dass im Jahr 2022 nur 3% der Fahrten über 200 km und insgesamt nur sieben der 2.000 ausgewerteten Fahrten über 300 km Fahrstrecke lagen. Die Reichweite der aktuell am Markt angebotenen Elektrofahrzeuge stellt somit keine Umstellungsbarriere dar. Die Auswertung der Fuhrparkanalyse ergab, dass eine Umstellung auf Elektromobilität für sämtliche Fahrzeuge des Fahrzeugpools machbar und zu empfehlen ist [52]. Davon ausgenommen sind Allrad-Fahrzeuge aufgrund aktuell noch fehlender "echter" Alternativen mit Elektroantrieb. Die erforderliche Ladeinfrastruktur wird derzeit am Hauptstandort in der Hirschbergstraße 29 ausgebaut.

Elektrifizierungspotential des Fuhrparks der Straßenmeistereien, Deponien und Sonderfahrzeuge

Fahrzeuge mit batterieelektrischem Antrieb stoßen im Bereich Reichweite und Robustheit im Einsatzgebiet schwerer Nutzfahrzeuge aktuell noch an Grenzen, in denen den Fahrzeugen häufig ein hoher Energieeinsatz abverlangt wird. Die Palette an marktreifen Fahrzeugen, die das Pilotstadium verlassen haben und bereits als reguläres Produkt zu kommerziell darstellbaren Konditionen am Markt erhältlich sind, ist derzeit noch begrenzt. An diesem Punkt setzen zum Beispiel Projekte zu einer klimafreundlichen Mobilität auf der Basis von Wasserstoff an.

Projekte wie zum Beispiel das Projekt H2RIVERS beschäftigen sich in einem Teilprojekt mit einer "emissionsfreien Straßenmeisterei" (LKES²) [61].

Für die Fahrzeuge der Straßenmeistereien, Deponien sowie der Sonderfahrzeuge kann festgehalten werden, dass sich unterschiedliche, technologische Ansätze derzeit auf dem Wege zur Marktreife befinden. Ein kommerziell darstellbarer Einsatz scheint sich jedoch erst für die Dekade 2030 bis 2040 abzuzeichnen. Daher begrenzt sich der Handlungsspielraum der Kreisverwaltung derzeit auf die Umstellung aller Fahrzeuge mit Elektrifizierungspotential auf Elektroantrieb und möglicher Testeinsätze von Fahrzeugen mit alternativen, klimafreundlichen Antriebstechnologien.

15.5 Zusammenfassung und Maßnahmen

Die wichtigsten Handlungsspielräume und Ansätze für wirksame Maßnahmen (aus Kapitel 15.4), die von der Kreisverwaltung bereits umgesetzt werden bzw. in die Umsetzung gebracht werden können, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Umsetzung der "Heizungs-Offensive" um Erdgas als dominierenden THG-Emittenten durch eine erneuerbare Wärmeversorgung zu ersetzen. Dabei wird der überalterte Bestand an Wärmeerzeugern und Lüftungsanlagen erneuert und zukunftsfähig ausgerichtet.
- Umsetzung der "PV-Offensive" mit dem Ziel, rechnerisch (bilanziell) den Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften durch selbst erzeugten PV-Strom zu decken. Dabei wird parallel eine unabhängige und in Anbetracht der volatilen Stromkosten der vergangenen Jahre, langfristig planbare Stromversorgung zu attraktiven Kosten geschaffen.
- Erarbeitung von Sanierungskonzepten für zukunftsrelevante Gebäude mit mäßigen bis schlechten Energieverbrauchskennwerten, um eine valide Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung eines energetisch optimierten kommunalen Gebäudebestandes zu erreichen.
- Umstellung aller Fahrzeuge mit Elektrifizierungspotential auf Elektroantrieb und möglicher Testeinsätze von Fahrzeugen mit alternativen, klimafreundlichen Antriebstechnologien für Sonderfahrzeuge und Fahrzeuge des Fuhrparks der Straßenmeistereien und der Deponien.
- Beibehaltung und Erweiterung attraktiver Angebote für Mitarbeitende der Kreisverwaltung über Alternativen zum motorisierten Individualverkehr auf den täglichen Pendelstrecken zwischen Wohnung und Dienststelle (vgl. Kapitel 15.2.415.2.3).

- Berücksichtigung der Klimafolgekosten bei der Bewertung von Investivmaßnahmen.
- Erarbeitung eines Konzeptes zur Einrichtung eines Klimafonds, der aus Mitteln nicht erreichter Reduktionsziele der THG-Emissionen unter Einbezug der Klimafolgekosten gespeist wird. Mit den Geldern des Klimaschutzfonds können zusätzliche Maßnahmen mit hohem THG-Minderungspotential finanziert werden, die wirtschaftlich schwer darstellbar sind und nicht ohnehin umgesetzt werden müssen (vgl. Kapitel 15.3.4).

Die konkreten Maßnahmen sind im Maßnahmenkatalog des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für den Zollernalbkreis enthalten und als Maßnahmen der klimaneutralen Kommunalverwaltung 2040 unter dem Kürzel "KNV2040" ausgewiesen. Auf kleinteilige Maßnahmen wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit und dem damit in Verbindung stehenden Monitoringaufwands verzichtet.

16 Controlling-Instrumente

In Kapitel 6 sind für den Zollernalbkreis mögliche Wertschöpfungspfade und damit verbundene Ausbauziele der erneuerbaren Energien dargestellt. Diese stehen in direktem Zusammenhang mit der Zielerreichung der Klimaschutzziele die in Kapitel 7 ausführlich erörtert wurden. Um den Umsetzungsstand dieser Zielsetzungen erfassen und bei Zielabweichungen rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können, ist eine kontinuierliche Fortschrittskontrolle unabdingbar. Da nicht für alle Bestandteile des Konzeptes gleiche Controllinginstrumente sinnvoll sind, kommen unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz.

Energie- und Treibhausgasbilanz für den Zollernalbkreis (Territorialbilanz)

Wie in Kapitel 10 beschrieben, werden alle Energieverbräuche sowie die THG-Emissionen im Zollernalbkreis mit dem vom Land Baden-Württemberg bereitgestellten CO₂-Bilanzierungstool BICO₂BW bilanziert. Um ein engmaschiges Controlling sicherzustellen, wird die Bilanz spätestens alle 4 Jahre fortgeschrieben. So kann der Zielerreichungsgrad mit vertretbarem Aufwand in einem engen Turnus ermittelt werden, um bei Zielabweichung entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Energie- und Treibhausgasbilanz für die Kreisverwaltung (Bilanz Klimaneutrale Verwaltung 2040)

Für die Bilanzierung der Kreisverwaltung stellt das ifeu wie in Kapitel 15.2.2 dargestellt das CO₂-Bilanzierungstool BICO₂BW Verwaltung zur Verfügung. Hier stellen die Sektoren Gebäude und Mobilität (Fuhrpark und Dienstreisen) die zentralen Handlungsfelder dar. Da die für eine Bilanzerstellung erforderlichen Rohdaten auf jährlicher Basis erhoben werden, schreibt die Kreisverwaltung die Energie- und Treibhausgasbilanz in einem jährlichen Turnus fort. Dies ermöglicht eine feine Steuerung von gezielten Maßnahmen die im Rahmen der jährlichen Haushaltsplanung verankert werden können. Einmal im Jahr sollte im Rahmen eines kurzen Sachstandsberichts den politischen Gremien berichtet werden.

Energiewendebarmeter (OEW-Masterplan auf Kreisebene)

In seiner Sitzung am 28.4.2022 hat der Verwaltungsrat des Zweckverbandes Oberschwäbische Elektrizitätswerke (OEW) die Fortschreibung des digitalen Infrastrukturmaterplans und damit in Verbindung stehend die Umsetzung des Energiewendebarmeters beschlossen. Ziel des Energiewendebarmeters ist es, alle wesentlichen Energie- und Klimaschutzkennwerte

aus den Landkreissteckbriefen der OEW-Landkreise auf einen Blick im Rahmen eines „**Dashboards**“ darzustellen. Abgebildet wird das Zielszenario für die Bereiche Strom und Wärme. Dem gegenübergestellt wird der aktuelle Ausbaupfad der erneuerbaren Energien und der damit einhergehenden Reduktion der THG-Emissionen. Die Datengrundlage des Energiewendebarmeters kommt aus dem OEW-Landkreis-Infrastrukturmasterplan und kann von den Landkreisen nach erfolgter Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanzen selbständig angepasst werden. Die Ergebnisse sollen in der Arbeit mit den politischen Gremien Anwendung finden und bei Bedarf der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

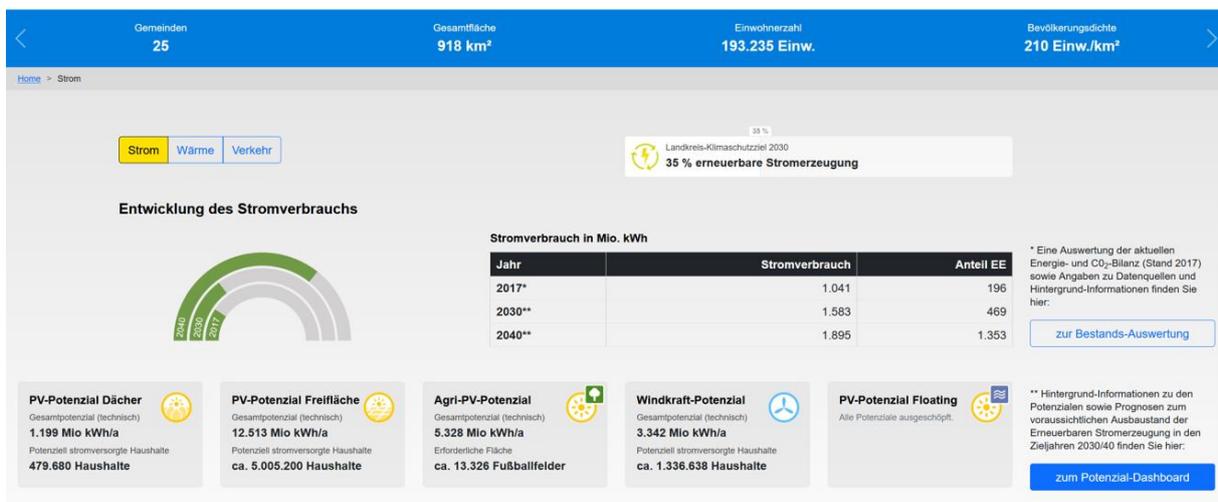


Abbildung 51: Energiewendebarmeter Zollernalbkreis – Sektor Strom (exemplarisch)

European Energy Award Maßnahmencontrolling

Für ein effektives Controlling auf der Maßnahmenebene wird das Klimaschutzkonzept mit den bestehenden Strukturen des European Energy Award (eea) verbunden. Der eea ist ein standardisiertes und europaweit anerkanntes Steuerungs- und Kontrollinstrument für den kommunalen Klimaschutz. Beim eea handelt es sich um einen umsetzungsorientierten Prozess, der sich am Management-Regelkreis (analysieren – planen – durchführen – prüfen – anpassen) orientiert. Elementare Bestandteile im eea-Prozess sind das Energieteam und das Arbeitsprogramm bzw. der Maßnahmenkatalog. Das Energieteam setzt sich aus allen erforderlichen Fachdisziplinen der Verwaltung zusammen, erarbeitet Maßnahmen, um die Energiewende und den Klimaschutz voran zu bringen, setzt diese im Rahmen der Zuständigkeiten der Kreisverwaltung um und evaluiert die Wirkung der umgesetzten Maßnahmen. Der eea-Berater begleitet den Prozess und bewertet in einem jährlichen internen Audit den Umsetzungsstand

der Maßnahmen. In regelmäßigen Abständen von vier Jahren unterzieht sich die Kreisverwaltung einem externen Audit. Bewertet wird der Zielerreichungsgrad auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität. Die Sichtbarkeit der erbrachten Leistungen wird durch 5 Zertifizierungslevel abgebildet.



Abbildung 52: European Energy Award 3.0 - Zertifizierungslevel

Der Zollernalbkreis nimmt seit dem Jahr 2012 erfolgreich am eea-Prozess für Landkreise teil. Bisher wurde der Zollernalbkreis anhand seines Fortschrittes im Rahmen des Klimaschutzprozesses bewertet. Im Jahr 2023 erfolgte eine Neuausrichtung des eea-Prozess (eea 3.0). Im Fokus steht jetzt das verbindliche Ziel der Treibhausgasneutralität und der Zeitraum der Zielerreichung. Aufgrund der Dringlichkeit, wirksame Klimaschutzmaßnahmen schnellstens umzusetzen, wurde die Bewertungsrichtlinie und der damit in Verbindung stehende Prozess angepasst. Das Zieljahr 2035 weicht von den in Kapitel 7 dargestellten gesetzlichen Zielen ab. Der neu ausgerichtete eea-Prozess zielt auf die Einhaltung des 1,5°C-Ziels aus dem Klimaschutzabkommen von Paris ab [62]. Aus dem Zieljahr 2035 ergibt sich als Konsequenz, dass ein Zieljahr zur Erreichung der THG-Neutralität nach dem Jahr 2035 zu einer Abwertung der Auditergebnisse führt. Neben strukturellen Themen hat dies dazu geführt, dass der eea aktuell unter Kritik steht. Teilweise werden sich Landkreise in einem erneuten externen Audit in der Außenwahrnehmung verschlechtern, da die Zertifizierungen nach unten korrigiert werden. Dennoch bietet die Teilnahme am eea eine standardisierte Möglichkeit zur Prozesskontrolle.

Unter der Abwägung von Aufwand und Nutzen stellt der eea-Prozess eines der geeignetsten Controllinginstrumente zur Maßnahmenumsetzung im kommunalen Klimaschutz dar. Alternative Zertifizierungsinstrumente wie beispielsweise das Umweltmanagementsystem EMAS bringen umfassende prozessuale Anpassungen mit sich, die mit einem deutlich erhöhten Aufwand verbunden sind. Daher wird im vorliegenden Konzept die Teilnahme am eea-Prozess sowie die Nutzung weiterer Synergien (interdisziplinäre Arbeit im Energieteam), die sich aus dem Prozess ergeben, auch über das Jahr 2025 hinaus empfohlen.

17 Maßnahmenkatalog

Bereich	Nr.	Maßnahmentitel	Zuständigkeit	Mit Wem	Landkreis/ Klimaneutrale Verwaltung
1. Entwicklungsplanung und Raumordnung	1	Potentialprüfung von Tiefengeothermie im Zollernalbkreis	SG Klimaschutz	Energieagentur	LKR
	2	Nachhaltige Infrastruktur im Rahmen von Flurneuerungsverfahren	18 Vermessung und Flurneuerung		LKR
	3	BürgerGIS / erneuerbare Energienkarte	18 Vermessung und Flurneuerung		LKR
	4	Energy-Sharing über ein Bilanzkreismodell	SG Klimaschutz		LKR
2. Kommunale Gebäude und Anlagen	5	Leitlinie zur nachhaltigen Sanierung, zum Neubau und zur Bewirtschaftung von Liegenschaften	SG Klimaschutz		KNV2040
	6	Heizungs-Offensive	SG Klimaschutz	17 Kreisimmobilien	KNV2040
	7	PV-Offensive	SG Klimaschutz	17 Kreisimmobilien	KNV2040
	8	Sanierungskonzepte	17 Kreisimmobilien		KNV2040
3. Versorgung, Entsorgung	9	Konzeptentwicklung einer regionalen Wärmenetzbetreibergesellschaft	SG Klimaschutz		LKR
	10	Aufbau einer Abwärmebörse	Energieagentur		LKR
	11	Nutzung versiegelter Flächen für den Ausbau erneuerbarer Energien	Energieagentur		LKR
	12	Netzwerk Zusammenspiel erneuerbare Energien und Landwirtschaft	23 Landwirtschaftsamt	SG Klimaschutz	LKR
4. Mobilität	13	Durchgängiges Radwegenetz mit einheitlicher Beschilderung herstellen und erhalten	33 Straßen- und Radwegebau		LKR
	14	Modellprojekt Multimodalität	SG Klimaschutz	33 Straßen- und Radwegebau	LKR
	15	Ausbau der E-Mobilität und Ladeinfrastruktur an kreiseigenen Liegenschaften	17 Kreisimmobilien	50 Haupt-, Kultur- und Schulamt	KNV2040
	16	Aufbau eines kreisweit/ kreisübergreifend einheitlichen Carsharing-Systems im Zollernalbkreis	33 Straßen- und Radwegebau	SG Klimaschutz	LKR
	17	Umbau von Bushaltestellen im Zollernalbkreis zu digitalen und einheitlichen Verkehrsknoten	15 Verkehrsamt		LKR
	18	Nachhaltige Antriebe für ÖPNV-Fahrzeuge	15 Verkehrsamt		LKR
	19	Ausbau von flexiblen Bedienformen / On-Demand-Verkehren im Zollernalbkreis	15 Verkehrsamt		LKR
	20	Steigerung der Zuverlässigkeit im ÖPNV und Optimierung von Umstiegen	15 Verkehrsamt		LKR
	21	Ausbau der Fahrradmitnahme im ÖPNV	15 Verkehrsamt		LKR
	22	Ausbau von ÖPNV-Schnellverbindungen	15 Verkehrsamt		LKR
	23	CO2-reduzierte Baustellen im Straßen- und Radwegebau	33 Straßen- und Radwegebau		LKR
	24	Klimamobilitätsplan	SG Klimaschutz		LKR
	25	Elektrifizierung Fuhrpark Verwaltung	50 Haupt-, Kultur- und Schulamt		KNV2040
	26	Alternative Antriebe für Sonderfahrzeuge	33 Straßen- und Radwegebau	32 Umwelt und Abfallwirtschaft	KNV2040
	27	Fortführung "Betriebliches Mobilitätsmanagement" und Umsetzung Mobilitätskonzept	50 Haupt-, Kultur- und Schulamt	SG Klimaschutz	KNV2040
	28	Emissionsreduktion Abfallsammelbetrieb	32 Umwelt und Abfallwirtschaft		LKR
	29	Durchführung von Wettbewerben und Aktionstagen zum Thema Mobilität	33 Straßen- und Radwegebau	SG Klimaschutz	LKR

Bereich	Nr.	Maßnahmentitel	Zuständigkeit	Mit Wem	Landkreis/ Klimaneutrale Verwaltung
5. Interne Organisation	30	Leitfaden zur Einbeziehung von Klimafolgekosten	SG Klimaschutz		KNV 2040
	31	Statusbericht "Klimaneutrale Verwaltung 2040 / Energiebericht	SG Klimaschutz		KNV 2040
	32	Controlling Prozess	SG Klimaschutz	Energieagentur	LKR
	33	Energie- und Wertschöpfungsbilanz Zollernalbkreis	SG Klimaschutz	Energieagentur	LKR
6. Kommunikation, Kooperation	34	Vernetzung regionaler Energiegenossenschaften	Energieagentur	SG Klimaschutz	LKR
	35	Intensivierung der Angebotsvermarktung im Mobilitätsmarketing	15 Verkehrsamt	SG Klimaschutz	LKR
	36	Vermarktung direkter Radpendelstrecken für Arbeitswege	Wirtschaftsförderungs-gesellschaft	33 Straßen- und Radwegebau	LKR
	37	Durchführung von Projekten zum Thema Energie- und Klimaschutz in Bildungseinrichtungen	Energieagentur	SG Klimaschutz	LKR
	38	Beratungs- und Veranstaltungskampagne zu Themen der Energie	Energieagentur	SG Klimaschutz	LKR
	39	Durchführung von Energie- und Heizchecks in kommunalen Gebäuden und Unternehmen	Energieagentur		LKR
	40	Vermarktungsoffensive regionaler Produkte	23 Landwirtschaftsamt		LKR
	41	Praxisforum Klima, Energie und regionale Wertschöpfung	SG Klimaschutz	Energieagentur	LKR
	42	Fachkräftegewinnung Transformationstechnologien	Wirtschaftsförderungs-gesellschaft	SG Klimaschutz	LKR
	43	Bürgerdialog	SG Klimaschutz		LKR
	44	Arbeitgeber Attraktiv	51 Personalamt	SG Klimaschutz	KNV 2040

Tabelle 7 Übersicht Maßnahmenkatalog Energie- und Klimaschutzkonzept Zollernalbkreis

18 Glossar

BICO2BW	Bilanzierungstool von CO ₂ -Emissionen für Kommunen in Baden-Württemberg
Endenergie	Endenergie ist der nach Energiewandlungs- und Übertragungsverlusten übrig gebliebene Teil der Primärenergie, die den Hausanschluss des Verbrauchers (private Haushalte, Gewerbe, Industrie etc.) passiert hat z.B. Strom.
European Energy Award (eea)	Europäisches Gütezertifikat für die Nachhaltigkeit der Energie- und Klimaschutzpolitik von Kommunen.
GWh	Energieeinheit: Ein GWh entspricht 1.000 MWh beziehungsweise 1.000.000 kWh

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	<p>Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist die gleichzeitige Gewinnung von mechanischer Energie, die in der Regel unmittelbar in elektrischen Strom umgewandelt wird, und nutzbarer Wärme für Heizzwecke (Fernwärme oder Nahwärme) oder für Produktionsprozesse (Prozesswärme) in einem. In den meisten Fällen stellen KWK-Kraftwerke Wärme für die Heizung öffentlicher und privater Gebäude bereit, oder sie versorgen als Industriekraftwerk Betriebe mit Prozesswärme. Die Abgabe von ungenutzter Abwärme an die Umgebung wird dabei weitestgehend vermieden.</p>
MaStR	<p>Das Marktstammdatenregister wird von der Bundesnetzagentur geführt. Darin sind vorwiegend Stammdaten des Strom- und Gasmarktes zu registrieren.</p>
ORC	<p>Der Organic Rankine Cycle (ORC) ist ein Verfahren des Betriebs von Dampfturbinen mit einem anderen Arbeitsmittel als Wasserdampf. Als Arbeitsmittel werden organische Flüssigkeiten mit einer niedrigen Verdampfungstemperatur verwendet. Das Verfahren kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn das zur Verfügung stehende Temperaturgefälle zwischen Wärmequelle und -senke zu niedrig für den Betrieb einer von Wasserdampf angetriebenen Turbine ist z.B. bei der Erzeugung von Strom aus Holz.</p>
Potentialatlas erneuerbare Energien	<p>Der Potentialatlas der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg stellt ein strategisches Informationsinstrument dar, richtet sich als umfassende analytische Handreichung an die interessierte Öffentlichkeit und dient insbesondere der Unterstützung lokaler und regionaler Energie- und Klimaschutzkonzepte.</p>

Primärenergie	Als Primärenergie bezeichnet man in der Energiewirtschaft die Energie, die mit den ursprünglich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, etwa als Brennstoff (z.B. Kohle oder Erdgas), aber auch Energieträger wie Sonne oder Wind.
Quellenbezogene CO₂-Emissionen	Quellenbezogen bedeutet, dass nur Emissionen berücksichtigt werden die im Zollernalb verursacht werden. Beispiele hierfür sind Heizungsanlagen, Verkehrsemissionen, Kraftwerke im Kreis etc.
STALA	Statistisches Landesamt BW Stuttgart
TransnetBW GmbH	Die TransnetBW GmbH ist ein deutscher Übertragungsnetzbetreiber.
Verursacherbezogene CO₂-Emissionen	Emissionen, die außerhalb des Zollernalbkreises entstehen werden mitbilanziert. Beispiel: Erzeugt ein Landkreis beispielsweise Strom durch Kohlekraftwerke und exportiert diesen über die Landkreisgrenze hinweg, belastet dieser zwar die Quellenbilanz (Ort der Entstehung ist im Landkreis), aber nicht die Verursacherbilanz (da der Strom nicht im eigenen Landkreis verwendet wird).
Dekarbonisierung	Dekarbonisierung oder auch Entkarbonisierung bezeichnet die komplexen Prozesse der Umstellung einer Wirtschaftsweise, speziell die der Energiewirtschaft, in Richtung eines niedrigeren Umsatzes von Kohlenstoff. Damit einhergehen sollen insbesondere ein niedrigerer Kohlendioxidausstoß sowie ein niedrigerer Methanausstoß in die Erdatmosphäre. Das Ziel ist auf Dauer die Schaffung einer postfossilen Wirt-

schaft, um die Emissionen, die den Treibhauseffekt verstärken und damit die globale Erwärmung verursachen, zu verringern. [63]

19 Verfasser, Mitwirkende, Herausgeber

Bearbeitung und Herausgeber:



Zollernalbkreis



Landratsamt Zollernalbkreis
Landrat Günther-Martin Pauli
Hirschbergstr. 29
72336 Balingen

Energieagentur Zollernalb gGmbH
Geschäftsführer: Willi Griesser
Bahnhofstr. 22
72336 Balingen

Telefon: +49 74 33 / 92 - 01
E-Mail: post@zollernalbkreis.de
Internet: www.zollernalbkreis.de

Tel: 07433 92-1385
E-Mail: energieagentur@zollernalbkreis.de
Internet: www.energieagentur-zollernalb.de

Verfasser:

Hartwig Alber (Landratsamt Zollernalbkreis, Amt 17 Kreisimmobilien, SG173 Klimaschutz)
Sebastian Mayer (Landratsamt Zollernalbkreis, Amt 17 Kreisimmobilien, SG173 Klimaschutz)
Michael Rottmayr (Energieagentur Zollernalb gGmbH)
Matthias Schlagenhaut (Energieagentur Zollernalb gGmbH)

Unterstützung durch KEA,
ifeu Heidelberg

Datengenauigkeit:

Bei der Berechnung der Ergebnisse wurde mit der höchstmöglichen und sinnvollen Genauigkeit gerechnet. Durch Rundungen und unterschiedlichen Datenquellen können die Ergebnisse jedoch Abweichungen enthalten.

Haftungsausschluss:

Alle in dem hier vorliegenden Klimaschutzkonzept bereitgestellten Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und geprüft. Es kann jedoch keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen übernommen werden.

Datum: 07.11.2024

20 Quellen

- [1] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2022. [Online]. Available: https://www.statistik-bw.de/Wohnen/GebaeudeWohnungen/BW-BT_einfamilienhaeuser.jsp#:~:text=Ende%202022%20gab%20es%20in,viele%20der%20Inbegriff%20von%20Wohnqualit%C3%A4t.. [Zugriff am 27. Juli 2024].
- [2] Agora Energiewende, „Energiesicherheit und Klimaschutz vereinen – Maßnahmen für den Weg aus der fossilen Energiekrise,“ Agora Energiewende, Berlin, 2022.
- [3] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, „Energy-Charts,“ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, [Online]. Available: https://energy-charts.info/charts/energy_source_trade/chart.htm?l=de&c=DE&year=2022&dataType=oil_import_export_absolute. [Zugriff am 12. August 2024].
- [4] Agora Energiewende, „Klimaneutrales Deutschland: In drei Schritten zu null Treibhausgasen bis 2050 über ein Zwischenziel von -65 % im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals,“ Agora Energiewende, Berlin, 2021.
- [5] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, „Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien,“ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, Juli 2024.
- [6] IPCC, Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen, „Beitrag von Arbeitsgruppe I zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen,“ Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2021.
- [7] „Klimastatusbericht für Deutschland Jahr 2023,“ Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main, 2023.

- [8] LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, „Eine klimatische Einordnung des Jahres 2023 für Baden-Württemberg,“ LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe, 2024.
- [9] Deutscher Wetterdienst, „Deutscher Wetterdienst - Wetter und Klima aus einer Hand - RCP-Szenarien,“ [Online]. Available: <https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/rcp-szenarien.html>. [Zugriff am 13. August 2024].
- [10] United Nations Environment Programme, „Emissions Gap Report 2023,“ United Nations Environment Programme, Nairobi, 2023.
- [11] Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, „Perspektive 2030: Suffizienz in der Praxis,“ Berlin, 2017.
- [12] Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), „Suffizienz als "Strategie des Genug": Eine Einladung zur Diskussion,“ Berlin, 2024.
- [13] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Abkommen von Paris,“ [Online]. Available: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-abkommen-von-paris.html>. [Zugriff am 14. August 2024].
- [14] Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union, „Übereinkommen von Paris: der Weg der EU zur Klimaneutralität,“ [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/paris-agreement-eu/>. [Zugriff am 14. August 2024].
- [15] Bundesverfassungsgericht, „Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich,“ 29. April 2021. [Online]. Available: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html>. [Zugriff am 14. August 2024].

- [16] Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, „Klimaschutzgesetz und Klimaschutzprogramm - Ein Plan fürs Klima,“ 17. Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/tipps-fuer-verbraucher/klimaschutzgesetz-2197410>. [Zugriff am 14. August 2024].
- [17] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin), „Statements,“ [Online]. Available: https://www.diw.de/de/diw_01.c.899343.de/aufhebung_der_sektorziele_im_klimaschutzgesetz_ist_ein_grosser_fehler.html. [Zugriff am 15 Oktober 2024].
- [18] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland (Energieeffizienzgesetz – EnEfG),“ Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 309, Ausgegeben zu Bonn am 17. November 2023, Bonn, 2023.
- [19] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), *Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG)*, Berlin: BMUV, 2019.
- [20] „Zensusdatenbank des Zensus 2022,“ [Online]. [Zugriff am 27. Juli 2024].
- [21] Statistisches Bundesamt, „destatis,“ 2024. [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/07/PD23_297_31231.htm. [Zugriff am 14. August 2024].
- [22] AGEB, „AGEB, Projekt Temperaturbereinigung,“ 2024.
- [23] Auskunft Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks BW, 2022.
- [24] ISE Charts, „Jährlicher Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung und Last in Deutschland,“ [Online]. Available: <https://www.energy->

charts.info/charts/renewable_share/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year. [Zugriff am 27. Juli 2024].

- [25] Energieagentur Zollernalb: *BICO2 Bilanzierung*, 2024.
- [26] H. Wirth, *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*, Fraunhofer ISE, 2024.
- [27] Fraunhofer ISE, *Stromstudie Baden-Württemberg*, 2040.
- [28] Forstamt Zollernalbkreis, *Potentialermittlung anhand Vollzugsdaten*, 2024.
- [29] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, „Potentialatlas erneuerbare Energien,“ [Online]. Available: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/pages/map/command/index.xhtml?mapId=6900d2e5-c4f9-468d-bb11-3ab5f12b7545&useMapSrs=true&mapSrs=EPSG%3A25832&mapExtent=466222.065849895%2C5324775.189220341%2C543803.9102943403%2C5366669.385220341>. [Zugriff am 27 Juli 2024].
- [30] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, *Datenzusammenstellung KEA Energiedaten Zollernalbkreis*, 2024.
- [31] Bloch, E. Umwelt und Abfallwirtschaftsamt Zollernalbkreis, *Anzahl Erdsonden*, 2024.
- [32] Bundesverband Erneuerbare Energien e.V., „BEE Wärmeszenario 2045,“ 2022.
- [33] Hirzel, S., Sonntag, B., Rohde, C. , „Industrielle Abwärmenutzung,“ Fraunhofer ISI, 2013.
- [34] L. Stäbler, „Untersuchung des kommunalen Abwasserwärmepotentials im Zollernalbkreis,“ 2022.

- [35] Umweltbundesamt, „Emissionen des Verkehrs,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#verkehr-belastet-luft-und-klima-minderungsziele-der-bundesregierung>. [Zugriff am 20. August 2024].
- [36] Bundesregierung, „Treibhausgasemissionen sinken deutlich,“ [Online]. Available: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/treibhausgasbilanz-2023-2265440#:~:text=Der%20Verkehrssektor%20emittierte%202023%20rund,Verkehrs%20DEmissionen%20noch%20leicht%20angestiegen..> [Zugriff am 20. August 2024].
- [37] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Klimabilanz 2023: Treibhausgas-Ausstoß auf dem niedrigsten Stand seit 1990,“ [Online]. Available: <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2024169>. [Zugriff am 20. August 2024].
- [38] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Kraftfahrzeugbestand in Kreisen,“ [Online]. Available: <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/10023020.tab?R=KR417>. [Zugriff am 20. August 2024].
- [39] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Kraftfahrzeugbestand Baden-Württemberg,“ [Online]. Available: <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/LRt1503.jsp>. [Zugriff am 21. August 2024].
- [40] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Jahresfahrleistung,“ [Online]. Available: <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/10026018.tab?R=KR417>. [Zugriff am 20. August 2024].
- [41] C. u. K. T. Nobis, Mobilität in Deutschland - MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn, Berlin, 2019.

- [42] Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum Schwäbisch Gmünd, „Raumkategorien in Baden-Württemberg nach Landesentwicklungsplan 2002,“ [Online]. Available: https://www.lwl-web.de/app/ds/lwl/a3/Online_Kartendienst_extern/Karten/45622/index.html. [Zugriff am 20. August 2024].
- [43] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, *Landesentwicklungsplan 2002 Baden-Württemberg*, Stuttgart: Schwäbische Druckerei GmbH, 2002.
- [44] Verkehrsverbund naldo, „Der Verbund,“ [Online]. Available: <https://www.naldo.de/verbund/>. [Zugriff am 21. August 2024].
- [45] Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, „Zollernalbbahn I und II,“ [Online]. Available: <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/mobilitaet-verkehr/schiene/zugangebot-auf-der-schiene/bahnnetze-in-baden-wuerttemberg/netz-14-zollernalbbahn-i-und-ii>. [Zugriff am 21. August 2024].
- [46] Zweckverband Regional-Stadtbahn Neckar-Alb, „Das Projekt,“ [Online]. Available: <https://www.regional-stadtbahn.de/>. [Zugriff am 21. August 2024].
- [47] Kompetenznetz Klima Mobil, NVBW Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH, *Klimamobilitätspläne: Ein Leitfaden für klimagerechte Verkehrsplanung in Städten, Landkreisen und kommunalen Zusammenschlüssen in Baden-Württemberg*, 2024.
- [48] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, *Faktencheck E-Mobilität - Was das Elektroauto tatsächlich bringt*, 2024.
- [49] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *4. Klimaschutzpakt 2023/2024 des Landes Baden-Württemberg mit den kommunalen Landesverbänden*, Stuttgart, 2023.

- [50] Land Baden-Württemberg, *Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)*, Stuttgart, 2023.
- [51] E. Rechsteiner und H. Hertle, „Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg,“ ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Heidelberg, 2023.
- [52] Landratsamt Zollernalbkreis, „Abschlussbericht zum Betrieblichen Mobilitätsmanagement des Landratsamtes Zollernalbkreis,“ Balingen, 2023.
- [53] L. Sieck und K. Purr, „Treibhausgasneutralität in Kommunen,“ Dessau-Roßlau, 2021.
- [54] E. Hauser und et.al., „Marktanalyse Ökostrom und HKN, Weiterentwicklung des Herkunftsnachweissystems und der Stromkennzeichnung Abschlussbericht,“ Umweltbundesamt, 2019.
- [55] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, *e-Mail - 100%HVO-Diesel//Bilanzierung_in_BICO2_BW_Verwaltung_VS2.1*, 2024.
- [56] Umweltbundesamt, „Gesellschaftliche Kosten von Umweltbelastungen,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen#gesamtwirtschaftliche-bedeutung-der-umweltkosten>. [Zugriff am 05. August 2024].
- [57] VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., *VDI 2067 Blatt 1 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung*, VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2012.
- [58] Landratsamt Zollernalbkreis, „Haushaltsplan 2024,“ Landratsamt Zollernalbkreis, Balingen, 2024.

- [59] Bundesministeriums der Justiz, *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)*, Berlin: Bundesministeriums der Justiz, 2023.
- [60] Hochfeld et. al., „Agora Verkehrswende (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende,“ Agora Verkehrswende, Berlin, 2017.
- [61] e-mobil BW GmbH - Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg, „Mobil mit Wasserstoff,“ [Online]. Available: <https://www.h2rivers.de/h2rivers/emissionsfreie-strassenmeisterei>. [Zugriff am 09. August 2024].
- [62] Bundesgeschäftsstelle European Energy Award, „EUROPEAN ENERGY AWARD 3.0 DER WEG ZUR TREIBHAUSGAS-NEUTRALITÄT,“ 2023.
- [63] Wikipedia, „Wikipedia – Die freie Enzyklopädie“, [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Dekarbonisierung>. [Zugriff am 14 Oktober 2024].
- [64] *Energieagentur Zollernalb: Erhebung Konzessionsabgaben, 2022.*

21 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Potentiale im Bereich Strom (gerundet)	6
Abbildung 2: Darstellung der Potentiale im Bereich Wärme (gerundet)	7
Abbildung 3: Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2024	13
Abbildung 4 Zeitreihe der Anomalie der Temperatur (1881-2023)	15
Abbildung 5: LUBW, Jahresmitteltemperatur in Baden-Württemberg; Klimaszenarien RCP 2.6, 4.5 und 8.5 [8]	16
Abbildung 6: Regionale Wertschöpfung im Zollernalbkreis	21
Abbildung 7: Beteiligungsprozess in der Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes	28
Abbildung 8: Unterstützung von Maßnahmen zu einer regionalen Energieversorgung als Ergebnis der Bürgerbeteiligung	30
Abbildung 9: Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme - Private Haushalte, Quelle: [22]	34
Abbildung 10: Anzahl Heizungssysteme, Jahr 2022 [23]	35
Abbildung 11: Begriffserklärung Endenergie am Beispiel Strom	36
Abbildung 12: Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger Landkreis Zollernalb, Jahr 2022, BICO2 Bilanzierung	37
Abbildung 13: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger im Zollernalbkreis, Bilanzierung mit BICO2 durch Energieagentur Zollernalb, Bilanzjahr 2022	38
Abbildung 14: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Sektoren im Zollernalbkreis, Bilanzierung mit BICO2 durch EA Zollernalb, Bilanzjahr 2022	39
Abbildung 15: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger kommunale Gebäude, Bilanzjahr 2022	40
Abbildung 16: öffentlicher Nettostromverbrauch/ erneuerbare Stromerzeugung im Zollernalbkreis, Bilanzjahr 2022	41
Abbildung 17: Aufteilung erneuerbare Energien, Stand 2022	42

Abbildung 18: Wärmebedarf und erneuerbare Wärmeerzeugung, Quelle: Bilanzierung von CO ₂ Emissionen mit BICO2BW durch EA Zollernalb, Bilanzjahr 2022	43
Abbildung 19: Aufteilung erneuerbare Wärmeerzeugung, Quelle: Bilanzierung von CO ₂ Emissionen mit BICO2BW durch EA Zollernalb, Bilanzjahr 2022.....	44
Abbildung 20: Verursacherbezogene CO ₂ Bilanz mit BICO2, Jahr 2022.....	45
Abbildung 21: Photovoltaikausbau im Zollernalbkreis Quelle MaStR	47
Abbildung 22: Photovoltaik - Potential im Vergleich zum Strombedarf.....	48
Abbildung 23: Ermittelte Windpotentialflächen nach Kreis (Angabe: Fläche in ha) [27].....	49
Abbildung 24: Vorranggebiete für Windenergienutzung.....	50
Abbildung 25: Windenergie - Potential im Vergleich zum Strombedarf	51
Abbildung 26: Wasserkraftnutzung im Zollernalbkreis nach LUBW Potentialatlas [29].....	52
Abbildung 27: Ausbaupotential Wasserkraft, Quelle LUBW Energieatlas	53
Abbildung 28: Monatlicher Anteil erneuerbarer Energien Nettostromerzeugung 2023, Quelle: ISE Energy Charts.....	56
Abbildung 29: Geothermiepotential im Zollernalbkreis	57
Abbildung 30: Wasserstoff Kernnetz, Quelle: BMWK	59
Abbildung 31: geplanter Ausbau Wasserstoffinfrastruktur nach terranets bw	60
Abbildung 32: Wärmenetze im Zollernalbkreis.....	63
Abbildung 33: Trend-Szenario Sektor Strom	66
Abbildung 34: Trend-Szenario Sektor Wärme	67
Abbildung 35: Erneuerbare Energien Szenario, Entwicklung öffentlicher Nettostromverbrauch nach [27], Potentialberechnung und Darstellung EA Zollernalb	69
Abbildung 36: Erneuerbare Energien Szenario Wärme, Entwicklung Wärmeverbrauch nach [32], Potentialberechnung und Darstellung EA Zollernalb	70
Abbildung 37: Anteil des Verkehrssektors an den Treibhausgasemissionen in Deutschland [35].....	72
Abbildung 38: Jahresfahrleistung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr im Zollernalbkreis [39].....	73
Abbildung 39: Verkehrswendeziele 2030 des Landes Baden-Württemberg [47].....	76

Abbildung 40: Gesamtwirkungsgrade verschiedener Antriebstechnologien [48]	79
Abbildung 41: Kernbilanz der klimaneutralen Kommunalverwaltung [51].....	82
Abbildung 42: Endenergieverbrauch Bilanzjahr 2022, Verwaltung und Schulen ZAK	83
Abbildung 43: THG-Emissionen der Verwaltung, Bilanzjahr 2022	84
Abbildung 44: Anteil der PV-Stromerzeugung am Stromverbrauch der Landkreisverwaltung.....	85
Abbildung 45 THG-Emissionen 2022, Gesamtbilanz (nachrichtlich)	87
Abbildung 46: THG-Zielpfad der Verwaltung, Bilanzjahr 2022	89
Abbildung 47: UBA-Empfehlung zu den Klimakosten [56]	93
Abbildung 48 Zielpfad THG-Emissionen Landratsamt, Klimafolgekosten 2023.....	95
Abbildung 49: THG-Emissionen der Kreisimmobilien, Bilanzjahr 2022	96
Abbildung 50: THG-Emissionen Bereich Mobilität, Bilanzjahr 2022	101
Abbildung 51: Energiewendebarmeter Zollernalbkreis – Sektor Strom (exemplarisch)	106
Abbildung 52: European Energy Award 3.0 - Zertifizierungslevel	107

22 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl Wohngebäude und Haushaltsgröße im Zollernalbkreis	33
Tabelle 2: Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger, Bilanzierung mit BICO2 durch Energieagentur Zollernalb, Bilanzjahr 2022	37
Tabelle 3: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Sektoren im Zollernalbkreis, Bilanzierung mit BICO2 durch Energieagentur Zollernalb, Bilanzjahr 2022.....	38
Tabelle 4: Übersicht Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträger kommunaler Gebäude, Bilanzjahr 2022	39
Tabelle 5: Übersicht Flächenerfassung Jahr 2022 [1].....	46
Tabelle 6: Eigene Darstellung: Berechnungsbeispiel Amortisationsdauer unter Einbezug der Klimakosten.....	94
Tabelle 7 Übersicht Maßnahmenkatalog Energie- und Klimaschutzkonzept Zollernalbkreis	109

23 Anhang

Eingaben Wertschöpfungsrechner

Kategorie	Erneuerbare Energien	Regional	Maximal	Quelle
Einwohneranzahl	193235	193235	193235	Statistisches Landesamt
Entwicklung des Stromverbrauchs bis 2025	13,9	13,9	13,9	Klimaschutzszenario Strom (Stromstudie Baden-Württemberg, Effizienz-Szenario)
Entwicklung des Stromverbrauchs bis 2030	37,1	37,1	37,1	Klimaschutzszenario Strom (Stromstudie Baden-Württemberg, Effizienz-Szenario)
Entwicklung des Wärmeverbrauchs bis 2025	-3,1	-3,1	-3,1	Klimaschutzszenario Wärme (Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. Wärmeszenario)
Entwicklung des Wärmeverbrauchs bis 2030	-16,2	-16,2	-16,2	Klimaschutzszenario Wärme (Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. Wärmeszenario)
Technologien Strom	PV 5 kWp PV 100 kWp PV Freifläche Wind onshore	PV 5 kWp PV 100 kWp PV Freifläche Wind onshore	PV 5 kWp PV 100 kWp PV Freifläche Wind onshore	
PV 5 kWp				
Anlagenbestand 2019	76083	76083	76083	Marktstammdatenregister
Zubau 2019	3676	3676	3676	Marktstammdatenregister
Zubau bis 2030	190458	190458	190458	Marktstammdatenregister + Klimaschutzszenario Strom
Montage vor Ort	75	90	100	
Planung	75	90	100	
Dienstleister Wartung und Instandhaltung	75	90	100	
Banken	60	60	100	
PV 100 kWp				
Anlagenbestand 2019	51678	51678	51678	Marktstammdatenregister
Zubau 2019	3843	3843	3843	Marktstammdatenregister
Zubau bis 2030	171669	171669	171669	Marktstammdatenregister + Klimaschutzszenario Strom
Montage vor Ort	40	75	100	
Planung	40	75	100	
Dienstleister Wartung und Instandhaltung	40	75	100	
Eigentümer*innen der verpachteten Grundstücke	80	80	100	
Banken	40	40	100	
Betreibergesellschaft	80	100	100	
Eigenkapitalgeber	80	100	100	
Privatpersonen	25	25	25	
Landwirt*inne	25	25	25	
Gewerbe	25	25	25	
Projektierer	5	5	5	
Fonds/Banken	5	5	5	
überregionale Energieversorger	0	0	0	
Energieversorger	5	5	5	
Kommunale Einrichtungen / Betriebe	5	5	5	
Sonstige	0	0	0	
Anteil der Bürgererneanlagen	5	5	100	
Anlagengrundstücke in kommunaler Hand	5	5	100	
PV Freifläche				
Anlagenbestand 2019	3931	3931	3931	Marktstammdatenregister
Zubau 2019	749	749	749	Marktstammdatenregister
Zubau bis 2030	890918	890918	890918	Marktstammdatenregister + Klimaschutzszenario Strom
Montage vor Ort	5	40	100	
Planung	5	40	100	
Dienstleister Wartung und Instandhaltung	80	90	100	
Eigentümer*innen der verpachteten Grundstücke	70	70	100	
Banken	5	5	100	
Betreibergesellschaft	80	100	100	
Eigenkapitalgeber	20	50	100	
Privatpersonen	5	5	5	
Landwirt*inne	25	25	25	
Gewerbe	5	5	5	
Projektierer	15	15	15	
Fonds/Banken	0	0	0	
überregionale Energieversorger	40	40	40	
Energieversorger	10	10	10	
Kommunale Einrichtungen / Betriebe	0	0	0	
Sonstige	0	0	0	
Anteil der Bürgererneanlagen	10	10	100	
Anlagengrundstücke in kommunaler Hand	30	70	100	
Konkrete Pachtzahlungen	0	0	0	
Auf Pachtzahlungen bezogene Leistungen	0	0	0	
Anlagenleistung mit Zahlung nach §6 EEG	100	100	100	
Wind onshore				
Anlagenbestand 2019	1800	1800	1800	Marktstammdatenregister
Zubau 2019	0	0	0	Marktstammdatenregister
Rückbau 2019	0	0	0	Marktstammdatenregister
Zubau bis 2030	147000	147000	147000	Marktstammdatenregister + Klimaschutzszenario Strom
Rückbau bis 2030	1800	1800	1800	
Montage vor Ort	0	0	100	
Logistik	0	0	100	
Planung	5	75	100	
Fundament	50	50	100	
Erschließung des Anlagengrundstückes	50	75	100	
Anlagenrückbau	0	25	100	
Dienstleister Wartung und Instandhaltung	0	50	100	
Eigentümer*innen der verpachteten Grundstücke	80	80	100	
Banken	5	5	100	
Betreibergesellschaft	0	50	100	
Eigenkapitalgeber	10	75	100	
EEG-Vergütung	80	80	80	
Weiterbetrieb nach EEG	0	0	0	
Direktvermarktung	20	20	20	
Privatpersonen	0	0	0	
Landwirt*inne	0	0	0	
Gewerbe	0	0	0	
Projektierer	25	25	25	
Fonds/Banken	0	0	0	
überregionale Energieversorger	75	75	75	
Energieversorger	0	0	0	
Kommunale Einrichtungen / Betriebe	0	0	0	
Sonstige	0	0	0	
Anteil der Bürgererneanlagen	10	10	100	
Konkrete Pachtzahlungen	0	0	0	
Auf Pachtzahlungen bezogene Leistungen	0	0	0	
Anlagenleistung mit Zahlung nach §6 EEG	100	100	100	
Anteil der Kommune im Umkreis 2.500 m	90	90	90	