



LANDKREIS
REGEN
ARBERLAND

Digitaler Energienutzungsplan

für den Landkreis

Regen

Digitaler Energienutzungsplan für den Landkreis Regen

Auftraggeber:

Landkreis Regen

Poschetsrieder Str. 16

94209 Regen

Auftragnehmer

Institut für Energietechnik IfE GmbH

an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a

92224 Amberg

Gefördert durch das

Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Bearbeitungszeitraum:

Juli 2022 bis Februar 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Projektablauf und Akteursbeteiligung	6
3	Analyse der energetischen Ausgangssituation	8
3.1	Methodik und Datengrundlage.....	8
3.1.1	Definition der Verbrauchergruppen.....	8
3.1.2	Datengrundlage und Datenquellen	9
3.2	Energieinfrastruktur.....	11
3.3	Sektor Wärme	12
3.3.1	Gebäudescharfes Wärmekataster	12
3.3.2	Wärmebedarf und Anteil erneuerbarer Energien	15
3.4	Sektor Strom	17
3.5	Sektor Verkehr	21
3.6	CO ₂ -Bilanz.....	22
4	Potenzialanalyse.....	24
4.1	Grundannahmen und Vorgehensweise	24
4.2	Potenziale zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in den Verbrauchssektoren Strom und Wärme.....	25
4.3	Effizienzsteigerungs- und Transformationsprozesse im Sektor Verkehr	28
4.4	Sektorenkopplung.....	29
4.5	Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien	29
4.5.1	Solarthermie und Photovoltaik.....	30
4.5.2	Wasserkraft.....	38
4.5.3	Biomasse/Biomasse-KWK.....	40
4.5.4	Windkraft.....	45
4.5.5	Heizstrom.....	49
4.5.6	Geothermie.....	49

4.5.7	Kraft-Wärme-Kopplung	54
4.5.8	Abwärme	54
5	Entwicklungsszenarien.....	56
5.1	Bedarf.....	57
5.2	Erzeugung.....	58
5.3	Szenario.....	61
6	Maßnahmenkatalog.....	65
7	Detailprojekte aus dem Maßnahmenkatalog	67
7.1	Parkplatz-Photovoltaik.....	67
7.1.1	Grundlagen Parkplatz-Photovoltaik.....	67
7.1.2	GIS-Analyse des möglichen Parkplatz-PV-Potenzials im Landkreis Regen	74
7.2	Ladeinfrastruktur	80
7.2.1	Rahmenbedingungen.....	80
7.2.2	Methodik und Vorgehensweise.....	84
7.2.3	Ergebnisse.....	86
7.2.4	Fazit und Handlungsempfehlung	95
7.3	PV-Anlage mit Stromeigennutzung - Realschule Zwiesel	96
7.3.1	Grundlagen	96
7.3.2	Technische Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	97
7.3.3	Fazit.....	100
8	Zusammenfassung	101
	Quellenverzeichnis	104
	Abbildungsverzeichnis	106
	Tabellenverzeichnis	109

1 Einleitung

Mit dem digitalen Energienutzungsplan für den Landkreis Regen wurde ein kommunenscharfes Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Der Fokus lag dabei auf der Identifizierung und dem Aufzeigen von konkreten Handlungsmöglichkeiten vor Ort, um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren. Der digitale Energienutzungsplan umfasst

- eine umfassende Bestandsaufnahme der derzeitigen Energieinfrastruktur mit einer detaillierten Energie- und CO₂-Bilanz in den Bereichen Strom und Wärme
- ein digitales Energiemodell mit gebäudescharfem Wärmekataster in den Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Liegenschaften und Wirtschaft
- eine gebäudespezifische Analyse des Sanierungspotenzials
- eine standortspezifische Potenzialanalyse zum Ausbau erneuerbarer Energieträger
- einen Maßnahmenkatalog mit konkreten Projekten zur weiteren Umsetzung
- ein Energieszenario zur Erreichung einer bilanziellen Eigenversorgung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040
- Detailanalyse von drei Schwerpunktprojekten

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans zusammen. Die Erstellung erfolgte im Auftrag des Landkreises und in Kooperation mit den Städten, Märkten und Gemeinden. Das Projekt wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

Hinweis zum Datenschutz:

Die Erstellung eines Energienutzungsplans setzt zum Teil die Erhebung und Verwendung von Daten voraus, die zumindest mittelbar einen Personenbezug aufweisen können (zum Beispiel Datenerhebungsbögen, Verbrauchsangaben und Ähnliches). Auch wenn es sich dabei ausschließlich um energie-relevante Informationen handelt und nicht um Informationen zu Personen selbst, werden im folgenden **Hauptteil** des Abschlussberichts nur zusammengefasste und anonymisierte Daten dargestellt, welche keinen unmittelbaren Rückschluss auf die personenbezogenen Daten zulassen.

2 Projekttablauf und Akteursbeteiligung

Die Entwicklung des digitalen Energienutzungsplans erfolgte in mehreren Projektphasen. Zuerst wurde auf Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme eine fortschreibbare und detaillierte Energiebilanz für Strom und Wärme im Ist-Zustand (Jahr 2020) erstellt. Dabei wurde zwischen den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“ und „Wirtschaft“ unterschieden. In Abstimmung mit dem Landkreis wurde auch die Verbrauchergruppe „Verkehr“ mit in die Bilanz aufgenommen. Die Energieströme in der Kommune wurden, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Energieträgern (Strom, Erdgas, Heizöl, Biomasse, ...), erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Ausgehend von der energetischen Ausgangssituation wurde der CO₂-Ausstoß berechnet. Als zentrales Ergebnis dieser Projektphase wurde ein gebäudescharfes Wärmekataster ausgearbeitet.

Im nächsten Schritt wurde verbrauchergruppenspezifisch untersucht, welche Energieeinsparpotenziale und Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz realistisch ausgeschöpft werden können. In diesem Zusammenhang wurden auch zu erwartende Transformationsprozesse im Energiesystem, wie zum Beispiel die sukzessive Elektrifizierung des Verkehrs- und Wärmesektors, beleuchtet. Ebenso wurden die technischen Ausbaupotenziale regionaler erneuerbarer Energieträger analysiert.

Zentrales Element des digitalen Energienutzungsplans ist die Ausarbeitung eines Maßnahmenkatalogs für alle Kommunen des Landkreises, der konkrete Projekte als Basis der weiteren Umsetzung beschreibt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit kommunalen Akteuren ausgearbeitet und während des Prozesses konkretisiert.

Der zeitliche und inhaltliche Projekttablauf des Energienutzungsplans ist zusammenfassend in Abbildung 1 dargestellt. Für die Projektkoordination und die Abstimmung zentraler Fragestellungen wurden regelmäßige Abstimmungsrunden mit verschiedenen Vertretern des Landkreises (Landratsamt, Energieversorger, Kommune) durchgeführt (Steuerungsrunde). Die Abstimmung der kommunenspezifischen Ergebnisse und regional spezifischen Rahmenbedingungen erfolgte im Rahmen von Regional Konferenzen mit Vertretern der jeweiligen Kommunen.

Auftaktveranstaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Inhalte des ENPs • Abstimmung der Datenerhebung • Abstimmung der Akteursbeteiligung
1. Abstimmungsrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Entwurfsbesprechung des energetischen Ist-Zustands • Vorbereitung der Potenzialanalysen • Vorbesprechung der Potenzialanalysen zur Energieeinsparung und zu erneuerbaren Energien
2. Abstimmungsrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung der Ergebnisse aus den Zwischenbesprechungen in den Kommunen • Vorstellung der vorläufigen Endergebnisse bezüglich des Ist-Zustands und der Potenzialanalysen • Vorstellung der Entwürfe der Potenzialanalysen zur Energieeinsparung und zu erneuerbaren Energien
Vorbesprechung Abschlusstermin	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Ergebnisse der Detailprojekte • Vorstellung der Endergebnisse des Energienutzungsplans
Abschlusspräsentation	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Vorstellung der Ergebnisse und offizieller Projektabschluss

Abbildung 1: Projekttablauf und Einbindung der Akteure

3 Analyse der energetischen Ausgangssituation

3.1 Methodik und Datengrundlage

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wird nach dem sogenannten Territorialprinzip bilanziert. Hierbei werden die Energieverbräuche sowie die Potenziale (Strom und Wärme) jeweils nur innerhalb des Landkreises mit seinen Kommunen betrachtet. Dies bedeutet, dass nur Energieverbräuche innerhalb der Gemeindegrenzen erfasst und bilanziert werden und der Anteil erneuerbarer Energien sich rein aus den Erzeugungsmengen der Anlagen im jeweiligen Gemeindegebiet zusammensetzt. Die Summe der Werte aller einzelnen Kommunen des Landkreises bildet dann den Landkreis ab (Bottom-up-Prinzip).

3.1.1 Definition der Verbrauchergruppen

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans werden folgende Verbrauchergruppen definiert:

a) Private Haushalte

Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ umfasst alle zu Wohnzwecken genutzten Flächen im Betrachtungsgebiet. Dies schließt sowohl Wohnungen in Wohngebäuden als auch in Nicht-Wohngebäuden (z. B. hauptsächlich gewerblich genutzte Halle mit integrierter Wohnung) ein.

b) Kommunale Liegenschaften

In der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ werden alle Liegenschaften der Kommune, inkl. Straßenbeleuchtung und gemeindeeigener Ver- und Entsorgungseinrichtungen, zusammengefasst. Hierfür konnte auf gebäudescharfe Energieverbrauchsdaten der Kommunen zurückgegriffen werden. Zudem wurden in dieser Kategorie auch die Liegenschaften des Landkreises (z.B. Verwaltungsgebäude, Schulen, etc.) mit aufgenommen. Auch hier standen die konkreten Energieverbrauchsdaten eines jeden Gebäudes zur Verfügung.

c) Wirtschaft

In der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ werden alle Energieverbraucher zusammengefasst, die nicht in eine der Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ oder „Kommunale Liegenschaften“ fallen. Dies sind z. B. Betriebe aus Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie. Auch Landwirtschafts- und offiziell als Tourismusbetriebe gemeldete Unternehmen sind dieser Verbrauchergruppe zugeordnet.

d) Verkehr

Die Betrachtung des Verkehrssektors ist ursprünglich kein Bestandteil des Energienutzungsplans. Mit Blick auf die deutliche Zunahme der Relevanz der Sektorkopplung, wurde dieser als eigene Verbrauchergruppe mit in den Energienutzungsplan integriert. Der Endenergiebedarf im Sektor Verkehr schließt hier sämtliche Bereiche der Mobilität mit ein. So sind nicht nur KFZ oder LKW in dieser Analyse berücksichtigt, sondern auch Flug-, Schienen- und Bahnverkehr. Um einerseits die letztgenannten, nicht territorial zuzuordnenden Mobilitätszweige, die aber de facto zum Energiebedarf in Deutschland beitragen, abzubilden und andererseits eine nicht-repräsentative Verteilung des Energiebedarfs über einzelne Gemeinden (beispielsweise durch große Speditionen) auszuschließen, wurde der Ansatz über einen einwohnerspezifischen Energie-Kennwert gewählt.

3.1.2 Datengrundlage und Datenquellen

Alle Datenerhebungen, Analysen und Berechnungen im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans beziehen sich auf das Bilanzjahr 2020. Für das Jahr 2021 lag während der Projektbearbeitung noch keine vollständige Datenbasis vor. Die Analyse des Energieverbrauchs stützt sich auf die nachfolgenden Datenquellen:

- Energieabsatz- und Einspeisedaten der lokal tätigen Energieversorgungsunternehmen für die leitungsgebundenen Energieträger Strom (inkl. Heizstrom) und Erdgas. Hierfür wurden exakte Netzabsatzdaten der Jahre 2018 bis 2020 zur Verfügung gestellt.
- Auswertung vorhandener Kaminkehrerdaten aus aktuellen, vergleichbaren Landkreisprojekten zur Erstellung von Kennwerten zu nicht-leitungsgebundenen Energieträgern.
- Gebäudescharfe Erfassung des Energieverbrauchs der Liegenschaften des Landkreises mittels Erfassungsbogen.
- Datenerhebungsbögen großer Wirtschaftsbetriebe im Landkreis.
- Datenerhebungsbögen von Biogasanlagen-Betreibern.
- Datenabfrage Solarthermie: Die Gesamtfläche, der je Kommune installierten Solarthermieanlagen, wurde mit Hilfe des Solaratlas, einem interaktiven Auswertungssystem für den Datenbestand aus dem bundesweiten „Marktanreizprogramm Solarthermie“, ermittelt. Die Aufstellung umfasst alle Kollektortypen (Flachkollektoren, Vakuum-Röhrenkollektoren) und Anwendungen (Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung). [BAFA Solar]

- Wärmebereitstellung aus Erdwärme: Die Wärmeerzeugung aus oberflächennaher Geothermie (Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung) kann aufgrund der fehlenden Datenbasis nicht eigens aufgeschlüsselt werden, ist jedoch über den Stromverbrauch (Heizstrom) zum Antrieb der Wärmepumpen in der Energie- und CO₂-Bilanz enthalten.
- Öffentlich zugängliche statistische Daten (z. B. Statistik Kommunal).
- Veröffentlichungen staatlicher Institutionen (z.B. Landesamt für Umweltschutz LfU).
- Geodaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung (z. B. 3D-Gebäude- und Geländemodell, Laserscandaten, etc.) zur Simulation des Wärmekatasters.
- Gebäudescharfe Daten zum Solarpotenzialkataster des Landkreises Regen (<https://solar-ik-regen.ipsyscon.de/de/>).
- Für die Analyse des Endenergiebedarfs im Sektor Mobilität wurden Veröffentlichungen über den bundesweiten Endenergieverbrauch nach Kraftstoffarten des Bundesverkehrsministeriums herangezogen. [BMDV]

3.2 Energieinfrastruktur

Hinweis:

Die abgebildeten Darstellungen der Energieinfrastrukturen sind eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Erstellung des Energienutzungsplans und dienen als Übersicht zur Erstinformation. Detailliertere Informationen sind für konkrete Vorhaben stets bei den zuständigen Netzbetreibern einzuholen.

Stromnetz

Das Stromnetz im Landkreis Regen wird auf Verteilnetzebene von insgesamt zwei Netzbetreibern (Verteilnetzbetreiber) betrieben:

- Bayernwerk AG
- Stadtwerke Zwiesel

Für das gesamte Landkreisgebiet liegen vollständige Datensätze zu Netzabsatz und Stromeinspeisung vor.

Gasnetz

Im Landkreis Regen ist als Verteilnetzbetreiber für die Gasversorgung die Bayernwerk AG tätig. Für das Landkreisgebiet liegen vollständige Netzabsatzdaten vor. Von den 24 Gemeinden des Landkreises werden 10 mit Erdgas versorgt.

Wärmenetze

In zahlreichen Kommunen wurden Wärmenetze als leitungsgebundene Infrastruktur erfasst. Hierzu zählen u.a. Nahwärmenetze mit Nutzung der Abwärme aus Biogasanlagen sowie auf Basis einer Hack-schnitzelanlage.

3.3 Sektor Wärme

3.3.1 Gebäudescharfes Wärmekataster

Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung. Es erfasst alle beheizten Gebäude in den einzelnen Kommunen des Landkreises und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzung, Baustruktur und Wärmebedarf. Es bietet damit eine flächendeckende Information zur Struktur und dem Wärmebedarf des Gebäudebestands.

Wärmekataster finden als Planungs- und Entscheidungsgrundlagen beim Ausbau von Wärmenetzen, bei der Entwicklung von Förder- und Sanierungsmaßnahmen, in der Energie- und Sanierungsberatung sowie im Rahmen des Klimaschutzmonitorings Anwendung.

Zur Erstellung des gebäudescharfen Wärmekatasters wurden in einem ersten Schritt wesentliche Daten zum Gebäudebestand erfasst und zusammen mit einem 3D-Gebäudemodell zu einem digitalen Modell vereint. Für jedes Gebäude wurde auf dieser Grundlage dessen Wärmebedarf ermittelt. Ergänzt wurden die berechneten Werte durch konkrete Verbrauchswerte aus den Fragebögen für Gewerbe- und Industriebetriebe, Biogasanlagen, kommunale Liegenschaften und Liegenschaften des Landkreises.

Abbildung 2 zeigt einen exemplarischen Ausschnitt des gebäudescharfen Wärmekatasters. Das flächendeckende Wärmekataster liegt dem Energienutzungsplan bei und wird in das Landkreis-GIS überführt.

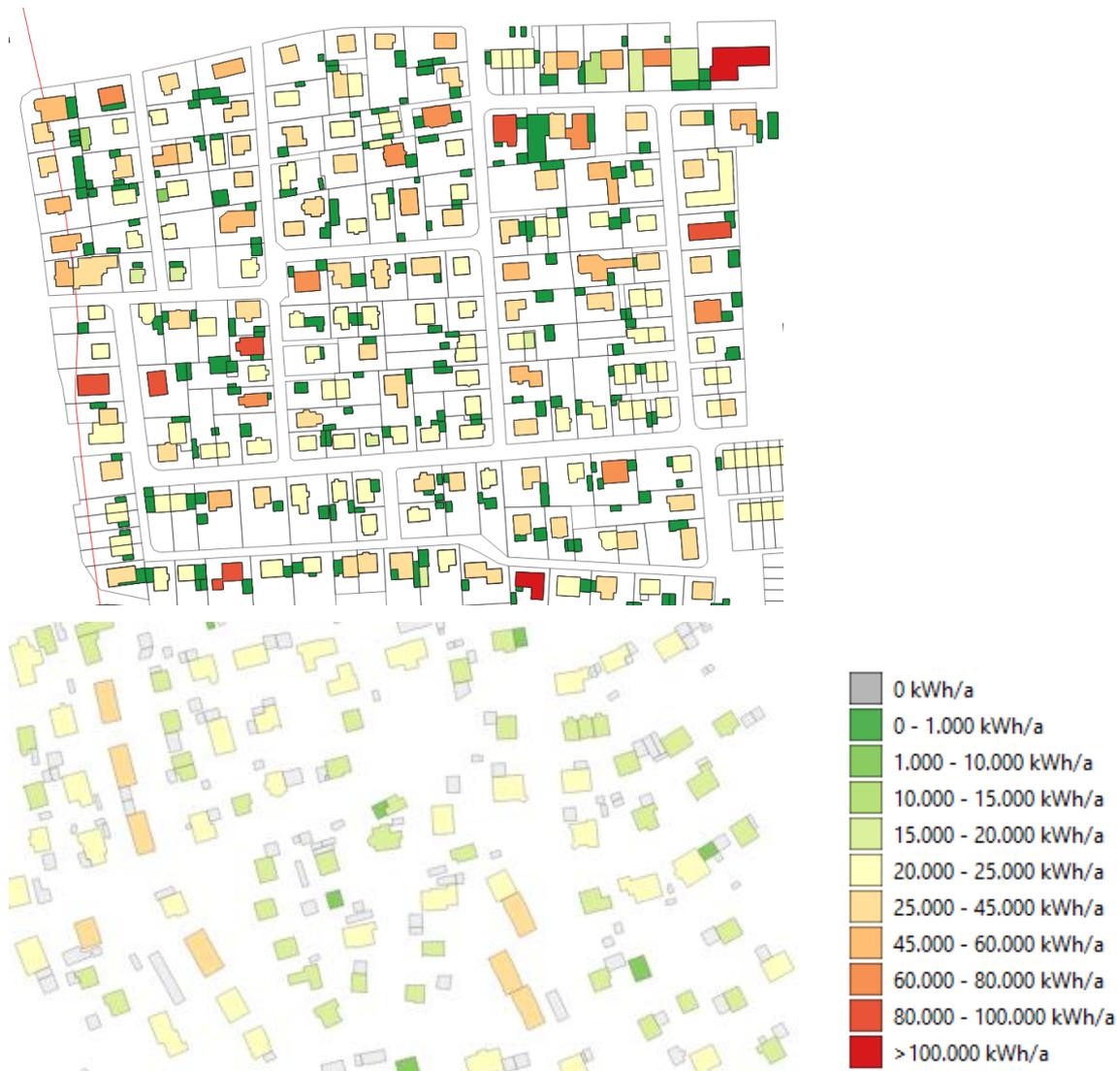


Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt aus dem gebäudescharfen Wärmekataster

Die Wärmedichte fasst den Wärmebedarf mehrerer Gebäude zusammen und hebt somit Siedlungsbe-
reiche mit einem hohen Wärmebedarf hervor. Abbildung 3 zeigt exemplarisch den Wärmebedarf als
Wärmedichtekarte.

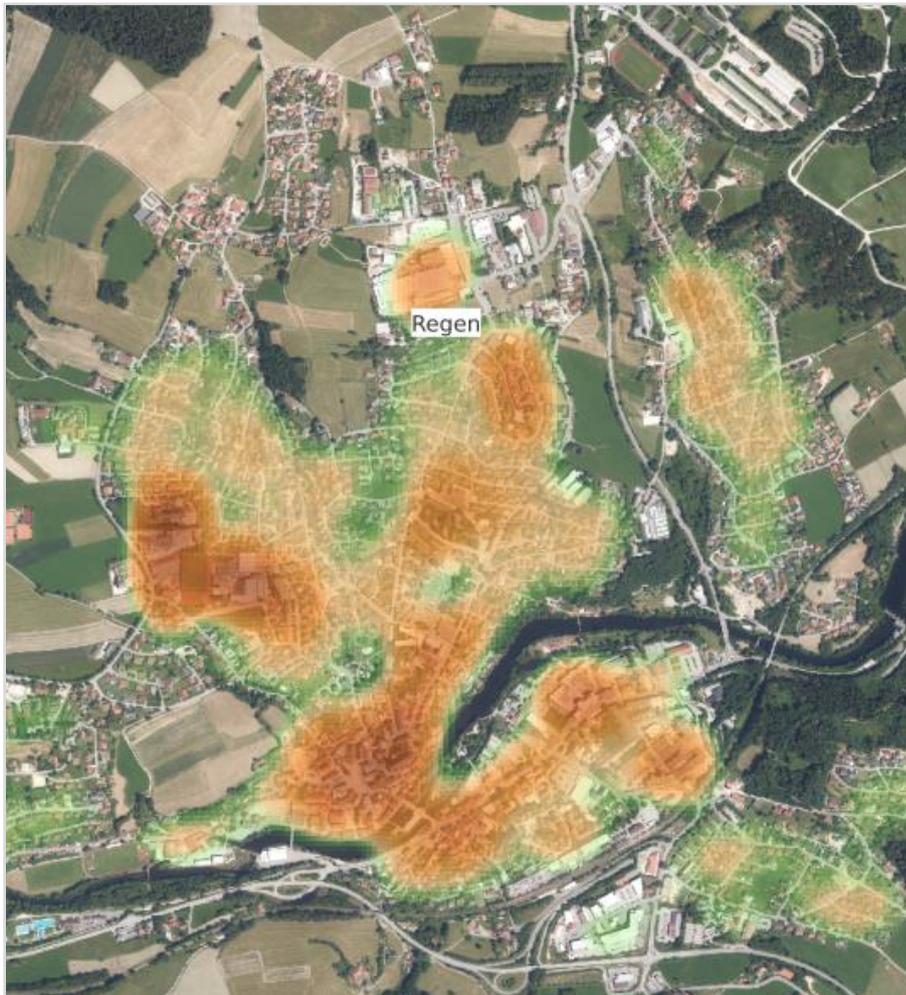


Abbildung 3: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters [Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

3.3.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbarer Energien

Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 1.183.669 MWh pro Jahr. In Abbildung 4 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Den höchsten Wärmebedarf weist die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ auf.

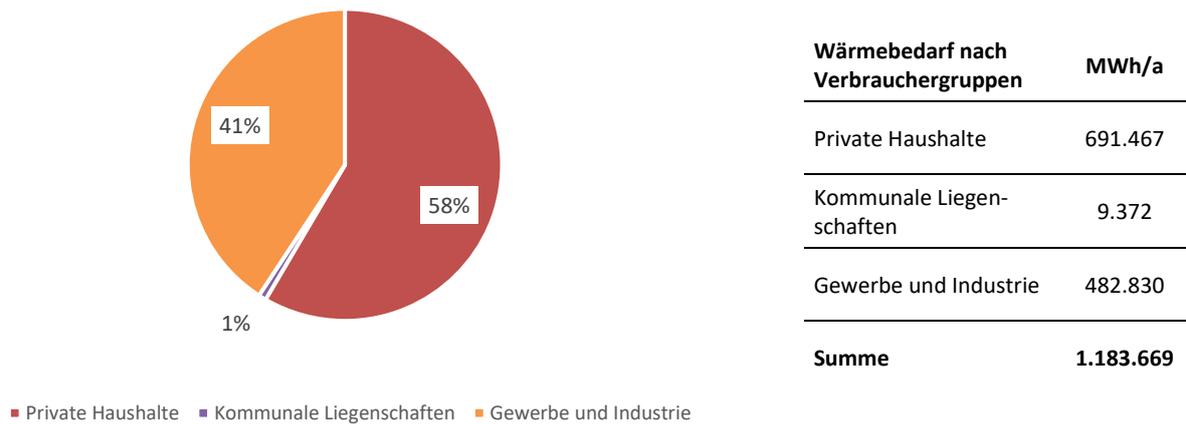
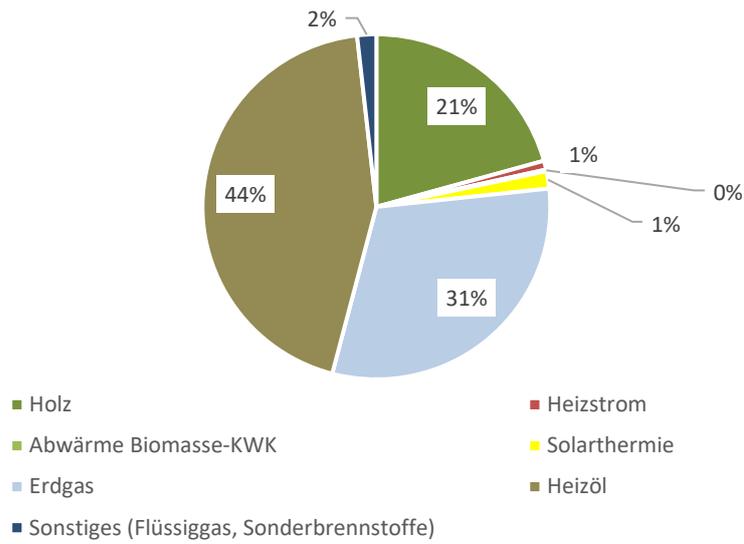


Abbildung 4: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2020

Von den insgesamt 1.183.669 MWh Wärmebedarf werden rund 22 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt, insbesondere über Biomasse (Holz). Etwa 44 % des Wärmebedarfs wird über Heizöl gedeckt. Des Weiteren werden etwa 31 % über Erdgas bereitgestellt.

Die nicht-leitungsgebundenen Energieträger wie z.B. Heizöl oder Biomasse (Scheitholz, Pellets, Hackschnittel) wurden anhand einer detaillierten Auswertung von Kaminkehrerdaten aus vergleichbaren Landkreisprojekten und des ermittelten Gesamt-Wärmebedarfs abgeleitet. Je nach Struktur der Kommune (gasversorgt/nicht-gasversorgt, ländlich/städtisch, ...) wurden aus den Vergleichs-Datensätzen spezifische Kennwerte abgeleitet und auf die Kommunen im Landkreis angewandt. Mittelfristig sollen die Datensätze zu Art, Anzahl und Leistung der Feuerstätten den betreffenden Kommunen wieder zugänglich gemacht werden. Dies ist im bayerischen Klimaschutzgesetz inzwischen so verankert. Wann die Zentralisierung und Aufbereitung dieser Datensätze über das Landesamt für Statistik so abgeschlossen sein wird, dass die Kommunen darauf zurückgreifen können, ist noch offen. Es ist sinnvoll mit Vorliegen dieser Kesseldaten die Energiebilanzen aus dem Energienutzungsplan zu aktualisieren bzw. abzugleichen.



Energieträger "Thermisch"	MWh/a
Holz	244.970
Heizstrom	9.871
Abwärme Bio- masse-KWK	1.820
Solarthermie	19.200
Erdgas	364.421
Heizöl	522.330
Sonstiges (Flüssig- gas, Kohle)	21.056
Summe	1.183.668

Abbildung 5: Verteilung der Energieträger zur Bereitstellung von thermischer Energie

3.4 Sektor Strom

Der Strombezug im Landkreis Regen im Jahr 2020 beläuft sich in Summe auf rund 402.160 MWh. Zur Ermittlung des Strombedarfs wurden die Daten der Stromnetzbetreiber herangezogen. Die Aufteilung des Strombedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt, dass die Verbrauchergruppe „Gewerbe und Industrie“ mit 75 % den größten Anteil einnimmt, gefolgt von den privaten Haushalten mit 24 %. Kommunale Liegenschaften (inklusive der Liegenschaften des Landkreises) benötigen in etwa 1 % des jährlichen Strombedarfs im Landkreis (Abbildung 6).

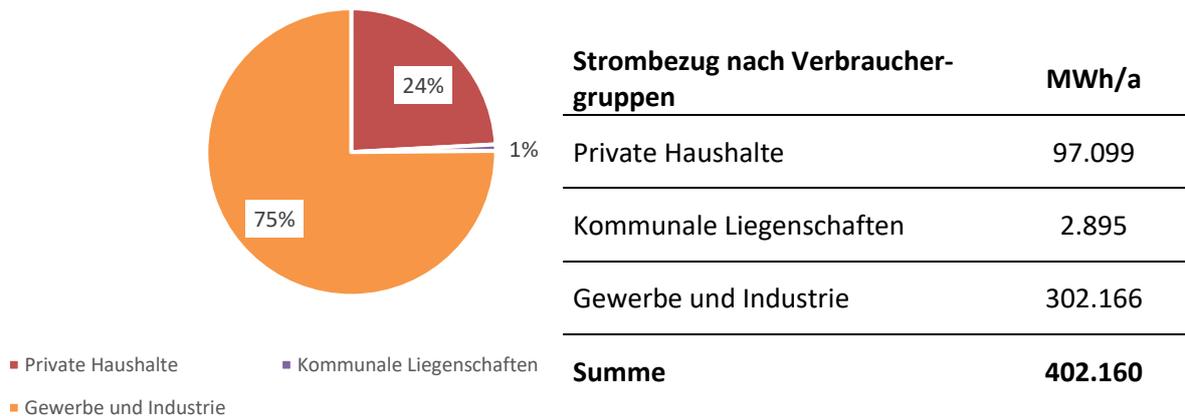


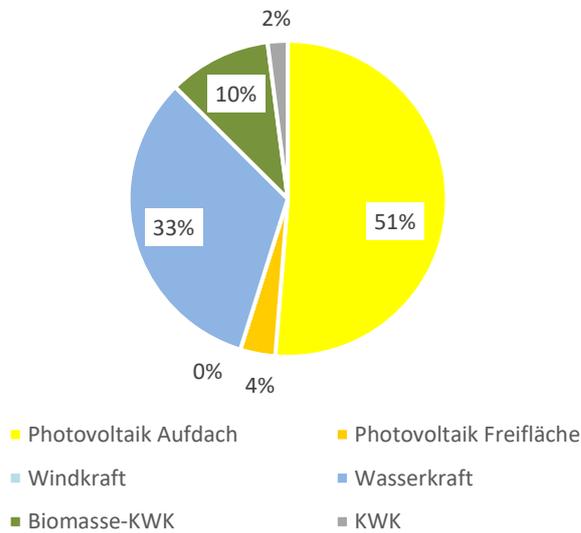
Abbildung 6: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2020

Im Rahmen der Gesamt-Energiebilanz wurden des Weiteren die eingespeisten Strommengen aus Energie-Erzeugungsanlagen im Strom-Netzgebiet detailliert erfasst und analysiert. Abbildung 7 zeigt die eingespeisten Strommengen aus Aufdach-Photovoltaik, Wasserkraft, Biogas, Windkraft sowie aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen). In Summe wurden im Bilanzjahr 2020 rund 202.558 MWh_{el} in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Den größten Anteil bilden dabei Aufdach-Photovoltaik (51%) und Wasserkraft (33%).

Zu beachten ist, dass die Stromeigennutzung aus erneuerbaren Erzeugungsanlagen und KWK-Anlagen nicht im Anteil des jeweiligen Energieträgers enthalten ist. Stattdessen wird die tatsächlich in das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge aus erneuerbaren Energien berücksichtigt und dem tatsächlichen Strombezug aus dem öffentlichen Netz gegenübergestellt.

Hintergrund: Stromeigennutzung führt zu einer Minderung des Strombezugs aus dem Stromnetz. In einer Gemeinde, in der viele Anlagen zur Stromeigennutzung (z.B. Aufdach-Photovoltaik) betrieben

werden, ist somit der tatsächliche Strombedarf größer als der Strombezug aus dem Netz. Diese angewandte Bilanzierungsmethodik ist entscheidend für eine kontinuierliche Fortschreibung des Energienutzungsplans und der Energiebilanz, da nur Bezugs- und Einspeisedaten den Energieversorgern exakt und vollumfänglich vorliegen.



Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien	MWh/a
Photovoltaik Aufdach	103.823
Photovoltaik Freifläche	7.219
Windkraft	3
Wasserkraft	66.219
Biomasse-KWK	21.179
KWK	4.116
Summe	202.558

Abbildung 7: Strom-Einspeisung aus Erneuerbare-Energien- und KWK-Anlagen

Hinweise:

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen auf Basis konventioneller Energieträger wie z.B. Erdgas werden aufgrund ihrer hocheffizienten Art der Energiewandlung in Strom und Wärme in der oben gezeigten Darstellung mit einbezogen, obwohl sie streng genommen nicht aus regenerativen Energieformen stammen. Zudem sind in den Daten der Energieversorger unter dem Begriff Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen auch Klärgas-BHKWs mit aufgeführt, die wiederum als regenerative Energieform gelten, jedoch in den meisten Fällen nicht als EEG-Anlagen sondern als Anlagen nach dem KWK-Gesetz betrieben werden (da meist wirtschaftlich sinnvoller).

In Summe wurden im Bilanzjahr 2020 innerhalb des Landkreises bilanziell rund 202.558 MWh in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Dem gegenüber steht ein Strombezug im Jahr 2020 in Höhe von 402.160 MWh. Eine Übersicht von Bezug und Einspeisung ist in Abbildung 8 dargestellt.

⇒ **Bilanzieller Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung beträgt rund 50 % (Jahr 2020)**

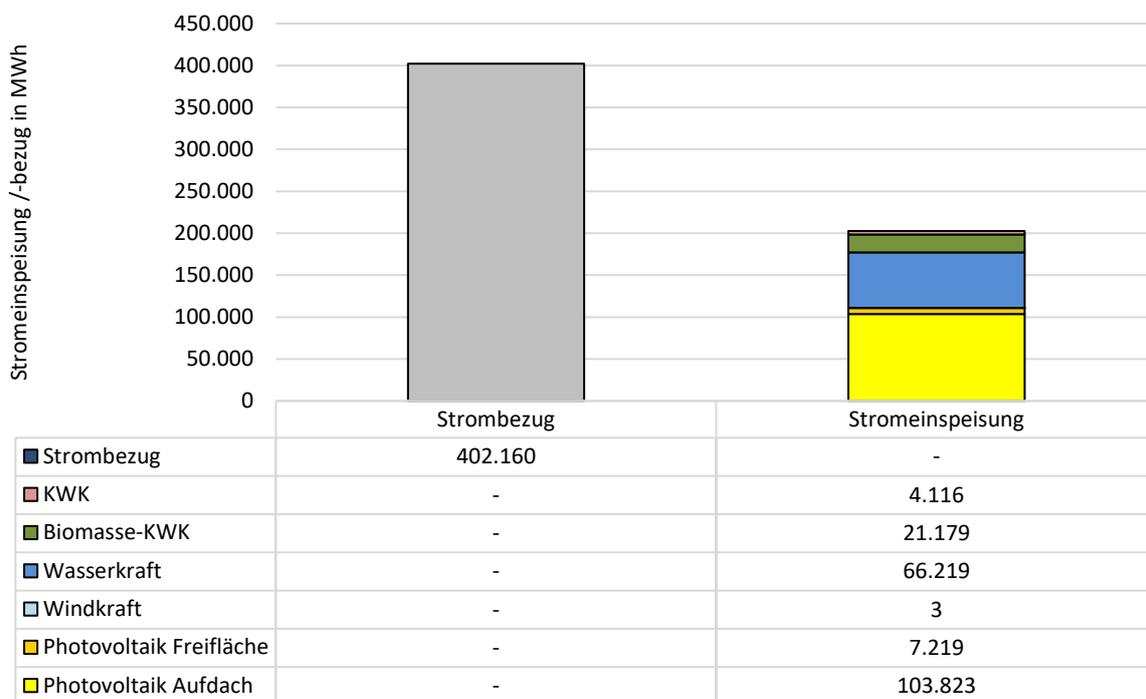


Abbildung 8: Gegenüberstellung von Strombezug und -einspeisung im Ist-Zustand (Bilanzjahr 2020)

Zum Zeitpunkt der Datenakquise lag für alle Datensätze als letztes vollständiges Kalenderjahr das Jahr 2020 vor. Daher wurde dies für das Konzept als Bilanzjahr festgelegt. Aufgrund dessen konnten im Jahr 2021 und später neu errichtete EEG- und KWK-Anlagen in der Energiebilanz im Ist-Zustand nicht mit eingerechnet werden.

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen im Bilanzgebiet detailliert erfasst und analysiert. Nachfolgende Grafik zeigt eine Standort-Übersicht der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Landkreis. Anlagen mit einer elektrischen Leistung kleiner 30 kW sind nicht verzeichnet, da die Informationen hierzu nicht georeferenziert vorliegen.

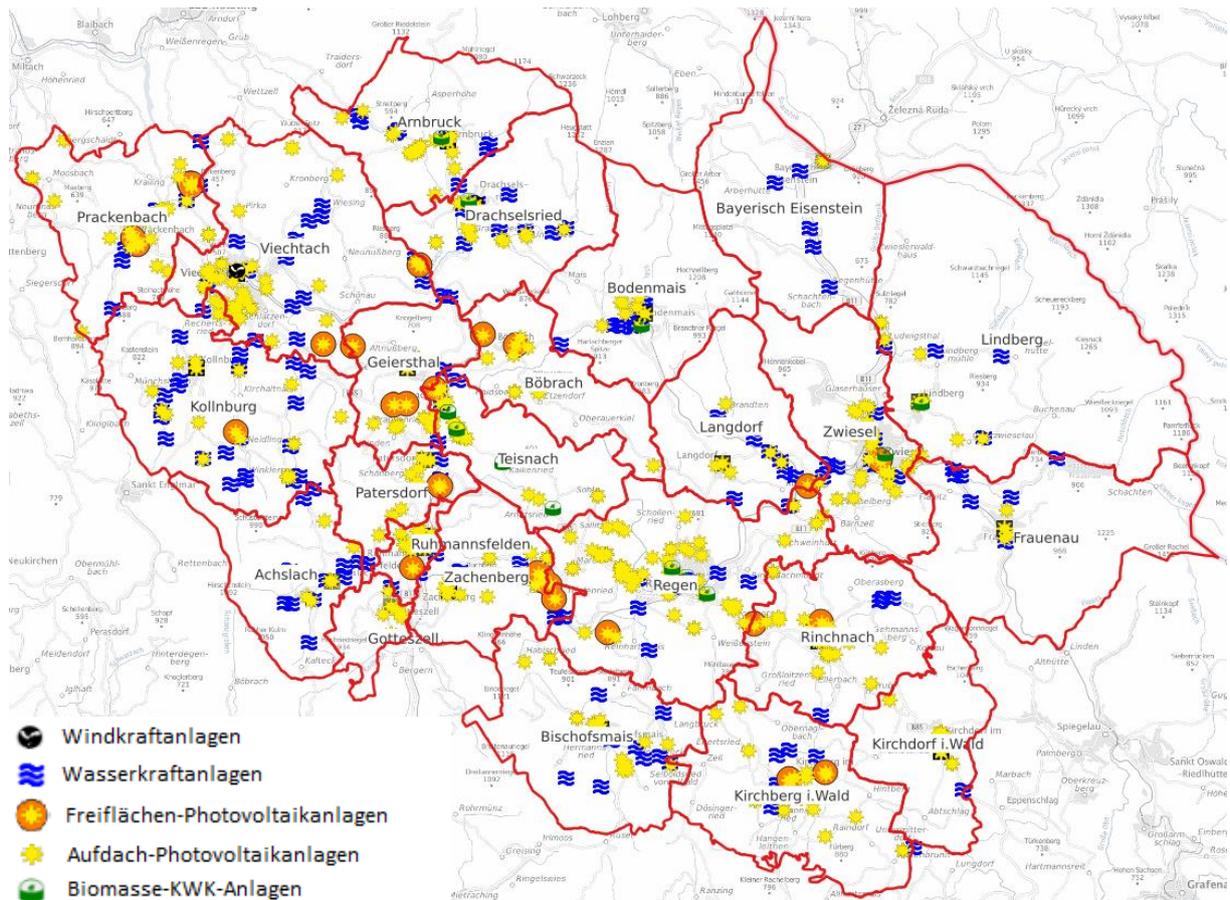


Abbildung 9: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet [Energie-Atlas Bayern (www.energie-atlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

3.5 Sektor Verkehr

Hinweis: Eine detaillierte Analyse des Sektors „Verkehr“ kann nur über Detailstudien erfolgen. Diese sind nicht Bestandteil des Energienutzungsplans. Die Berechnung des Endenergieverbrauchs stützt sich deshalb u. a. auf allgemeine bundesdeutsche und öffentlich zugängliche Verbrauchsdaten des Sektors.

Anhand durchschnittlicher Fahrleistungen der jeweiligen Fahrzeugklassen, kombiniert mit den entsprechenden Heizwerten der Kraftstoffe, kann der Energiebedarf des Sektors Verkehr ermittelt werden. Auch nach der BSKO-Methodik wird der Verkehr rein territorial bilanziert, wodurch alle Verkehrsbewegungen, die innerhalb des Gebiets des Landkreises Regen vollzogen werden, berücksichtigt werden. Die hier dargestellten Werte beruhen auf statistischen Berechnungen, die vom Bilanzierungstool Klimaschutzplaner zur Verfügung gestellt werden. Damit kann der motorisierte Individualverkehr, der Straßen- und Schienengüterverkehr sowie der Schienenpersonenverkehr abgedeckt werden. Zusätzlich wird der öffentliche Personennahverkehr betrachtet, indem die Fahrleistungen der Busse berücksichtigt werden. Da es sich um ein statistisches Modell handelt, können tatsächliche Energieverbräuche und deren Emissionen deutlich abweichen. Nachfolgend ist eine Übersicht des Energieverbrauchs in der jeweiligen Fahrzeugkategorie [Klimaschutzplaner] dargestellt. In Summe beläuft sich der Energiebedarf im Sektor Verkehr auf rund 576.520 MWh pro Jahr, wobei die PKW mit ca. 65 % den mit Abstand größten Teil des Energieverbrauchs ausmachen. Den zweithöchsten Anteil am Energieverbrauch stellen die LKW mit ca. 22 % dar. Der Schienenverkehr und ÖPNV spielen im Landkreis eine untergeordnete Rolle.



Abbildung 10: Energiebedarf nach Verkehrsmittel

3.6 CO₂-Bilanz

Zunächst wurde die Treibhausgasbilanz auf Basis des ermittelten Strom- und Wärmebedarfes sowie der Anteile der jeweiligen Energieträger am Endenergiebedarf erstellt. Dabei wird für jeden Energieträger ein spezifischer CO₂-Emissionsfaktor ermittelt, das sogenannte CO₂-Äquivalent, das neben den direkten Emissionen (z. B. aus der Verbrennung von Erdgas) auch die vorgelagerten Bereitstellungsketten umfasst (Gewinnung und Transport des Energieträgers). Im CO₂-Äquivalent sind also alle klimawirksamen Emissionen enthalten, die für die Bereitstellung und Nutzung eines Energieträgers anfallen. Dies beinhaltet auch die Emissionen an weiteren klimawirksamen Gasen, wie z. B. Methan, die auf die Klimawirksamkeit von Kohlendioxid normiert und im CO₂-Äquivalent verrechnet werden.

Die verwendeten CO₂-Äquivalente wurden mit Hilfe des Lebenszyklus- und Stoffstromanalyse-Modells GEMIS in der Version 4.9 ermittelt und sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die absoluten CO₂-Emissionen für die einzelnen Energieträger ergeben sich dann aus der eingesetzten Energiemenge multipliziert mit dem jeweiligen CO₂-Äquivalent. Für die Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung innerhalb des Betrachtungsgebiets, wird eine CO₂-Gutschrift in Höhe des CO₂-Äquivalents für den deutschen Strommix auf Verteilnetzebene angesetzt. Dahinter steht die Annahme, dass diese Strommenge in gleicher Höhe Strom aus dem deutschen Kraftwerkspark verdrängt. Durch diese Betrachtungsweise können sich bilanziell negative CO₂-Emissionen ergeben. Dies wäre in diesem Fall so zu interpretieren, dass gegenüber der durchschnittlichen Stromerzeugung in Deutschland anderorts, außerhalb des Bilanzgebiets, CO₂-Emissionen kompensiert werden.

Tabelle 1: Die CO₂-Äquivalente der jeweiligen Energieträger [GEMIS 4.9; KEA; Berechnungen IfE]

Energieträger	CO ₂ -Äquivalent (Direkt + Vorkette) [g/kWh _{End}]
Strom	558
Erdgas	244
Flüssiggas	271
Heizöl EL	313
Braunkohle	449
Biogas	90
Biomethan	111
Holzpellets	18
Hackschnitzel	14
Scheitholz	13
<i>...angelehnt an Berechnungen der KEA BW</i>	
Verkehr	300

Es werden Sekundärbrennstoffe (z.B. Abfall) nicht in die Energiebilanz des jeweiligen Territoriums inkludiert, was dementsprechend auch für die CO₂-Bilanz gilt.

- ➔ Aus dem Gesamtenergieverbrauch und der Stromeinspeisung erneuerbarer Energien und KWK resultiert ein Ausstoß von rund 557.511 Tonnen CO₂ pro Jahr, wenn der Verkehr berücksichtigt wird. Ohne Verkehr entspricht das einem Ausstoß von 378.255 Tonnen CO₂ pro Jahr. Dies entspricht einem jährlichen Ausstoß klimawirksamer Gase von rund 7,2 beziehungsweise 4,9 Tonnen CO₂ pro Kopf.

4 Potenzialanalyse

4.1 Grundannahmen und Vorgehensweise

Da die nachfolgende Potenzialanalyse einen Zeitraum von 21 Jahren überspannt, für den die Entwicklungen der jeweiligen Rahmenbedingungen der betrachteten Bereiche noch nicht konkret bekannt sind, müssen Annahmen getroffen werden. Die ersten beiden Annahmen stehen allgemein über den weiteren Betrachtungen:

Demographie

Prinzipiell korreliert der Endenergiebedarf u.a. mit der Bevölkerungszahl und der Altersstruktur der Bevölkerung, da aus diesen ein entsprechendes Verbraucher-Verhalten und ein absoluter Gesamtbedarf abgeleitet werden können. Die prognostizierte Änderung des Bevölkerungsstandes im Betrachtungsgebiet liegt jedoch innerhalb der erzielbaren Genauigkeit der in diesem Gesamtenergiekonzept errechneten Bilanzen. Folglich kann nicht ausgeschlossen werden, dass die unvermeidbare Abweichung der errechneten Ergebnisse von den tatsächlichen zukünftigen Werten, die Effekte der demographischen Entwicklung egalisiert. Für die Potenzialanalyse wird daher ein ungefähr gleichbleibender Bevölkerungsstand angenommen.

Post-EEG-Anlagen

Ab dem Jahr 2021 endet für die ersten EE-Anlagen der frühen 2000er-Jahre die EEG-Förderung. Dies setzt sich in den darauffolgenden Jahren entsprechend fort, sodass eine jährlich zunehmende Zahl an EE-Anlagen-Betreibern keine feste EEG-Vergütung mehr erhalten wird. Sollte dann kein wirtschaftlicher Weiterbetrieb der Anlagen mehr möglich sein, müsste von deren Rückbau ausgegangen werden, was das Erreichen der Klimaneutralität in Bayern bis 2040 deutlich erschweren würde. Daher wird für die Potenzialanalyse angenommen, dass durch die Politik Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb der Post-EEG-Anlagen geschaffen werden, sodass in den Bilanzen dieses Gesamtenergiekonzeptes kein Rückbau von EE-Anlagen einkalkuliert wird.

Neben diesen allgemeinen Annahmen müssen für die einzelnen Bereiche dieses Gesamtenergiekonzeptes Annahmen darüber getroffen werden, wie weit das jeweilige technische Potenzial bis zum Jahr 2030 bzw. 2040 ausgeschöpft werden müsste bzw. kann. Hierbei werden Szenarien entwickelt, für die jeweils ein bestimmtes Maß an Ambition bei der Hebung der Potenziale formuliert wird.

Die übergeordnete Zielstellung ist dabei so ausgerufen, dass im Zieljahr 2040 zumindest bilanziell der derzeit prognostizierte Energiebedarf zu 100 % aus den regional vorhandenen Energiequellen gedeckt wird.

Wichtig: Die dabei skizzierten Entwicklungsszenarien stellen nur zwei von vielen möglichen zu gehenden Pfaden dar, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Besonders große Spielräume bestehen in den Bereichen Windkraft und Photovoltaik. Die letztliche Zusammensetzung des Energiemixes in Zukunft hängt in erster Linie davon ab, welche Schwerpunkte sich die Akteure vor Ort selbst setzen. Die zwei Entwicklungsszenarien unterscheiden sich darin, wie viel des technischen Potenzials von Freiflächen-Photovoltaik und Windkraft genutzt wird.

Einflusspunkte, wie das Stromnetz, spielen ebenso eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung des Energiesystems vor Ort. Die hier angestellten Betrachtungen erfolgen zunächst rein bilanziell und berücksichtigen die zeitliche Komponente, den Lastverlauf von Erzeugung und Verbrauch, nicht. Insbesondere bei fluktuierenden Energiequellen wie Wind und Sonne stellt dieser Faktor aber zusätzliche Herausforderungen für das zukünftige Stromnetz in der Gesamtheit seiner Infrastruktur dar. So steigt mit zunehmendem Ausbaustand regenerativer Energieträger nicht nur der Bedarf an Netzkapazitäten (Leitungen, Umspannwerke, etc.), sondern auch nach Speichern, regelbaren Verbrauchern (z.B. auch in Form von Elektrolyseuren zur Wasserstoffproduktion) und intelligentem Lastmanagement.

4.2 Potenziale zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in den Verbrauchssektoren Strom und Wärme

Die Einsparpotenziale beziehen sich auf die aktuelle Gebäudestruktur mit ihrer aktuellen „Nutzung und Bewirtschaftung“ (keine Berücksichtigung von z.B. Neubaugebieten oder geänderter Produktion in Unternehmen).

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und somit auch zu einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei. Die Ermittlung der Einsparpotenziale erfolgt in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie (EED) [EED]. Es wird angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand jährlich 1,5 % des Strombedarfs eingespart werden können.

Aus Sicht des Bundes kommt auch den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und zum Mitwirken bei der Reduktion der CO₂-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei in mehrere Ebenen untergliedert werden:

- die Selbstverpflichtung aus Überzeugung von der Notwendigkeit des Handelns
- die Vorbildfunktion für alle Bürgerinnen und Bürger
- die wirtschaftliche Motivation

Auch auf dieser Ebene erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie (EED) [EED]. Es wird angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand

- jährlich 1,5 % des Strombedarfs
- jährlich 1,5 % des thermischen Endenergiebedarfs

eingespart werden können.

Da gewerblich genutzte Gebäude je nach Betrieb und Branche sehr unterschiedlichen Nutzungen unterliegen, kann eine genaue Analyse der Energieeinsparpotenziale nur durch eine ausführliche Begehung sämtlicher Betriebe sowie der damit verbundenen, umfangreichen Datenerhebungen erfolgen. Da dieser Aufwand nicht mehr im Verhältnis zu seinem Nutzen stehen würde, erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale auch in diesem Bereich in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie (EED) [EED]. Folglich wird auch hier vereinfachend angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand

- jährlich 1,5 % des Strombedarfs
- jährlich 1,5 % des thermischen Endenergiebedarfs

eingespart werden können.

Somit können die angegebenen Werte der Energieeinsparungen bzw. Effizienzsteigerungen in einem „Effizienzsteigerungsfaktor“ von 1,5 %/a zusammengefasst werden, der realistisch in den Bereichen Wärme und Strom erreicht werden soll und kann. Daraus ergeben sich Einsparungen in Höhe von rund 13 % bis zum Jahr 2030 und rund 25% bis 2040 für den gesamten Strombedarf und den Wärmebedarf der Verbrauchergruppen der kommunalen Liegenschaften und der Wirtschaft.

Die Einsparpotenziale bezüglich des Wärme-Bedarfs der Haushalte werden auf eine andere Weise berechnet.

Ausgehend vom Gebäudebestand und der Gebäudealtersstruktur in den betrachteten Kommunen ([Sta Ba]) wird das energetische Einsparpotenzial durch Gebäudesanierung mit Hilfe eines Algorithmus berechnet, der auf der Grundlage der GIS-Daten lokal, zufällig einzelne Gebäude auswählt und deren Wärmebedarf auf einen vorgegebenen Wert reduziert, wobei der Algorithmus bei seiner Auswahl mit den ältesten Gebäuden beginnt und solange läuft, bis in einem Jahresschritt ein vorgegebener Teil der Gesamtfläche, die sog. Sanierungsrate, virtuell saniert wurde. Hieraus resultiert das Sanierungskataster. Ein beispielhafter Ausschnitt ist in Abbildung dargestellt (vgl. mit Abbildung 2).

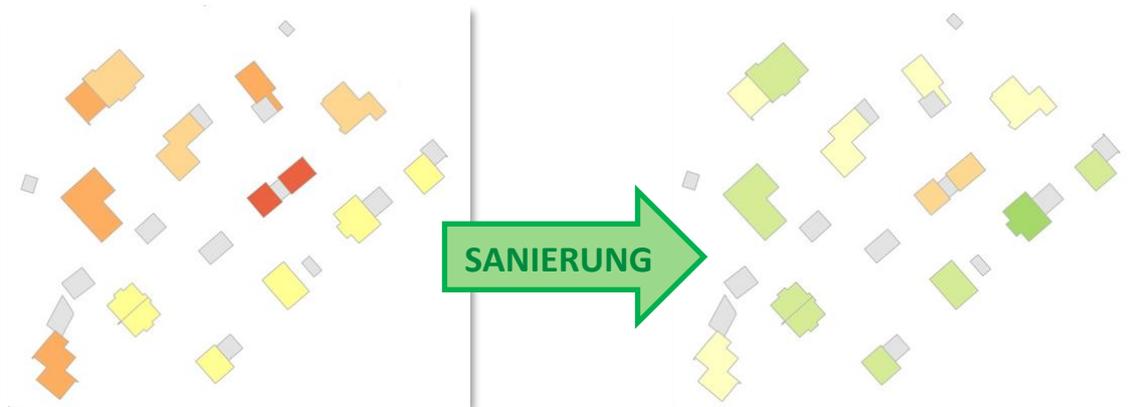


Abbildung 11: Exemplarischer Ausschnitt aus dem Sanierungskataster vor und nach der Sanierung im Jahr 2030

Hierbei wird als Zielstellung für die Gebäudesanierung eine ambitionierte Sanierungsrate von 2,0 %/a der gesamten, jeweils noch unsanierten Wohnfläche auf einen Wärme-Bedarf von $100 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ (entspricht in etwa dem Standard der Wärmeschutzverordnung 95) festgelegt. Im Landkreis Regen entspricht dies insgesamt einer rechnerischen Wärme-Einsparung der Haushalte um ca. 7 % bis 2030 und ca. 15 % bis 2040.

Im Zuge des Energienutzungsplans werden potenzielle Entwicklungspfade über das Jahr 2030 bis hin zum Zieljahr 2040 vorskizziert (siehe Kapitel 5). Die Entwicklung des Energiebedarfs wird hier aufgezeigt und die Effekte aus den ermittelten Effizienzsteigerungs- und Einsparpotenzialen sowie den prognostizierten Transformationsprozessen und der erforderlichen Sektorenkopplung somit ersichtlich.

4.3 Effizienzsteigerungs- und Transformationsprozesse im Sektor Verkehr

Wie in Kapitel 3.5 geschildert, wurde der Sektor Verkehr vor allem mit Blick auf die stetig wachsende Bedeutung der Sektorenkopplung und in Abstimmung mit dem Landkreis mit in den Energienutzungsplan integriert. Im Bereich Verkehr beinhaltet der Transformationsprozess vor allem eine entweder direkte Elektrifizierung der Antriebstechnologien (batterie-elektrisch) oder eine Elektrifizierung der Antriebe über eine Zwischenstufe (vor allem Wasserstoff). Diese Entwicklung geht unmittelbar mit einer Effizienzsteigerung einher. So weisen per Elektromotor angetriebene KFZ im Vergleich nur noch rund ein Drittel des Energiebedarfs auf, den ein klassischer mit Benzin- oder Dieselmotor angetriebener PKW benötigt.

In Anlehnung an eine im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. erstellte Studie „Klimapfade für Deutschland“ [BDI] kann für das Aufstellen eines möglichen Transformationsszenarios der Anteil batterie-elektrischer und wasserstoffbetriebener Transportmittel auf in etwa 38 % im Jahr 2030 und auf rund 88 % im Jahr 2040 beziffert werden.

Die Ist-Situation im Sektor Verkehr wurde in Kapitel 3.5 analysiert und ein mobilitätsbedingter Energieeinsatz im Landkreis von rund 576.520 MWh errechnet. Unter den geschilderten Rahmenbedingungen liegt der Strombedarf durch die sukzessive Elektrifizierung bis zum Zieljahr 2040 bei rund 169.113 MWh. Rechnerisch verbliebe noch ein Restanteil im Bereich Verkehr von rund 69.182 MWh, der nicht unmittelbar elektrisch abgebildet werden könnte. Er wäre idealerweise durch Kraftstoffe auf regenerativer Basis bereitzustellen. Die erforderliche elektrische Energie muss entsprechend entweder unmittelbar aus erneuerbaren Stromquellen oder indirekt aus erneuerbaren Quellen mit einem Zwischenschritt (überwiegend über Wasserstoff realisiert) zur Verfügung gestellt werden.

Auch diese geschilderten Entwicklungen sind in Kapitel 5 anhand des Entwicklungsszenarios nochmals im Kontext aller Energieströme abgebildet.

4.4 Sektorenkopplung

Für das Erreichen der Klimaneutralität, also eine weitestgehende Dekarbonisierung des Energiesystems, ist es erforderlich, bestimmte Bereiche zu elektrifizieren und damit die Verbrennung fossiler Energieträger zu substituieren. Dies betrifft zum einen, wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, den Sektor Mobilität und zum anderen den Sektor Wärme. Hier werden Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anlagen in der Fernwärme-Versorgung zunehmend dazu beitragen Heizöl und Erdgas zu ersetzen. Dementsprechend wird der Gesamtstrombedarf trotz einer Effizienzsteigerung in allen Sektoren in den kommenden Jahren zunehmen, da mit einem höheren Bedarf in den Anwendungsfeldern Mobilität und Wärme zu rechnen ist.

4.5 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

Basis für die Ausarbeitung der Potenzialanalyse ist zunächst die Festlegung auf einen Potenzialbegriff. Nachfolgende Potenzialbegriffe werden im Rahmen des Energienutzungsplans definiert:

Das theoretische Potenzial

Das theoretische Potenzial ist als das physikalisch vorhandene Energieangebot einer bestimmten Region in einem bestimmten Zeitraum definiert [deENet, 2010]. Das theoretische Potenzial ist demnach z. B. die Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres, die nachwachsende Biomasse einer bestimmten Fläche in einem Jahr oder die kinetische Energie des Windes im Jahresverlauf. Dieses Potenzial kann als eine physikalisch abgeleitete Obergrenze aufgefasst werden, da aufgrund verschiedener Restriktionen in der Regel nur ein deutlich geringerer Teil nutzbar ist.

Das technische Potenzial

Das technische Potenzial umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter den gegebenen Energieumwandlungstechnologien und unter Beachtung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen erschlossen werden kann. Im Gegensatz zum theoretischen Potenzial ist das technische Potenzial veränderlich (z. B. durch Neu- und Weiterentwicklungen) und vom aktuellen Stand der Technik abhängig [deENet, 2010].

Das wirtschaftliche Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der „unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen interessant ist“ [deENet, 2010].

Das erschließbare Potenzial

Bei der Ermittlung des erschließbaren Potenzials werden neben den wirtschaftlichen Aspekten auch ökologische Aspekte, Akzeptanzfragen und institutionelle Fragestellungen berücksichtigt. Demnach werden sowohl mittelfristig gültige wirtschaftliche Aspekte als auch gesellschaftliche und ökologische Aspekte bei der Potenzialerfassung herangezogen.

Der vorliegende Energienutzungsplan orientiert sich bei der Potenzialbetrachtung am **technischen Potenzial**. Dabei wird zwischen bereits genutztem und noch ungenutztem Potenzial differenziert. Das genutzte Potenzial verdeutlicht, welchen Beitrag die bereits in Nutzung befindlichen erneuerbaren Energieträger liefern. Das noch ungenutzte Potenzial zeigt, welchen zusätzlichen Beitrag erneuerbare Energiequellen leisten können.

4.5.1 Solarthermie und Photovoltaik

Die Nutzung der direkten Sonneneinstrahlung ist auf verschiedene Arten möglich. Zum einen stehen Möglichkeiten der passiven Nutzung von Sonnenlicht und -wärme zur Verfügung, die vor allem in der baulichen Umsetzung bzw. Gebäudearchitektur Anwendung finden (z. B. solare Gewinne über großzünftig verglaste Fassaden). Zum anderen kann die Sonnenstrahlung aktiv zur Energiegewinnung genutzt werden, in erster Linie zur Warmwasserbereitung (Solarthermie) und Stromerzeugung (Photovoltaik).

4.5.1.1 Solarpotenzialkataster

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiepotenziale auf Dachflächen wurde das neu entwickelte, gebäudescharfe Solarpotenzialkataster für den Landkreis Regen ausgewertet (<https://solar-ik-regen.ipsyscon.de/de/>). Grundlage für die Solarpotenzialanalyse sind Laserscandaten, die beim Überfliegen des jeweiligen Untersuchungsgebietes generiert wurden. Aus diesen Informationen wird ein vereinfachtes Modell der Häuser und der umgebenden Objekte (z. B. Bäume) erstellt. Dabei werden Ein-

strahlung und Verschattung berechnet. Stark verschattete Bereiche werden als nicht geeignet identifiziert. Für die übrigen Dachflächen wird die Einstrahlung für den Verlauf eines ganzen Jahres bestimmt.

Somit können alle Dachflächen auf Grundlage der Einstrahlungssimulation kategorisiert werden, inwieweit diese zur Installation von Solarthermie- oder Photovoltaikmodulen geeignet sind. Das Solarpotenzialkataster dient als Basis der Potenzialanalyse für Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen in den Kommunen des Landkreises.

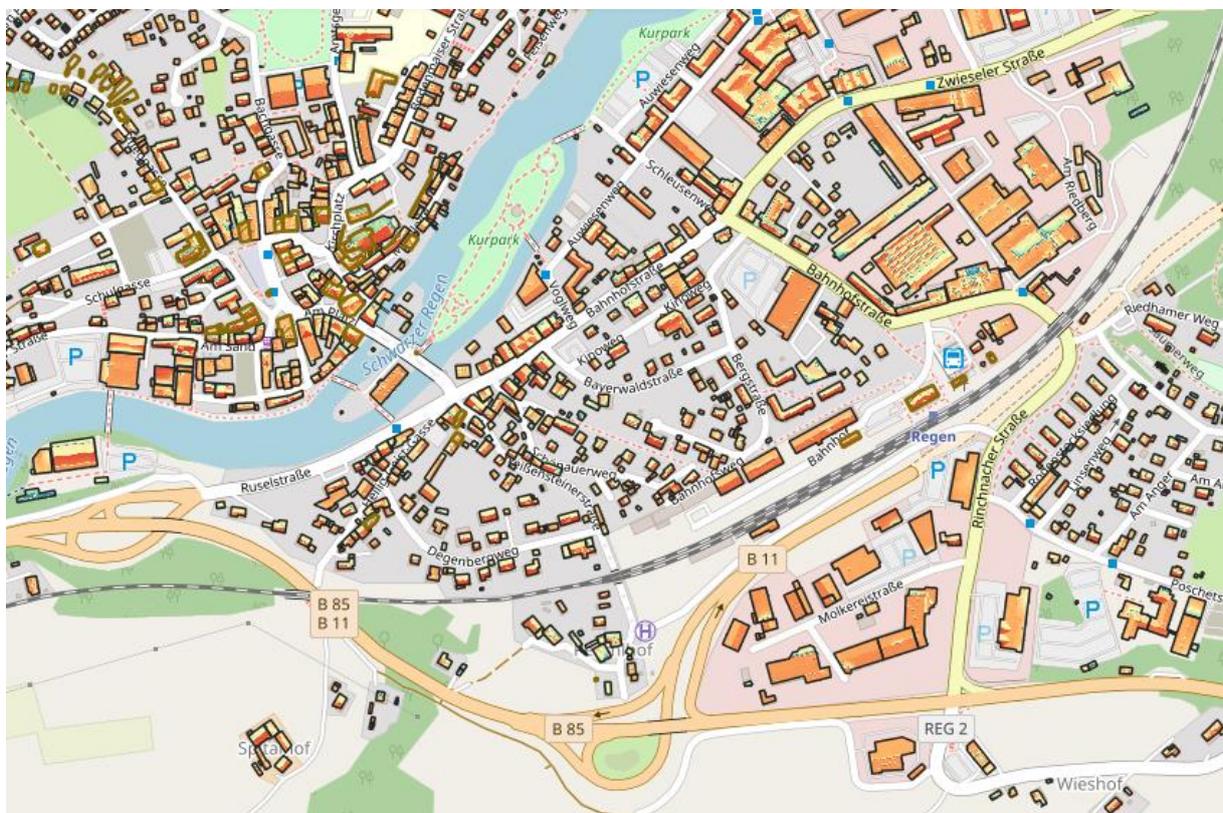


Abbildung 12: Auszug Solarpotenzialkataster für den Landkreis Regen [Bildquelle: <https://solar-ik-regen.ipsys-con.de/de/>]

4.5.1.2 Solarthermie auf Dachflächen

Viele der für die solare Nutzung geeigneten Dachflächen (siehe Solarpotenzialkataster) können sowohl für die Installation von Solarthermieranlagen als auch für die Installation von Photovoltaikanlagen für die Stromproduktion genutzt werden. Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss dabei eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ anvisiert. Dieses Deckungsziel (sprich der Anteil am gesamten Warmwasserbedarf, der durch Solarthermie erzeugt werden soll) wurde mit den beteiligten Akteuren abgestimmt. Ausgehend von einem spezifischen Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung von $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$ [GEG], ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Energiebedarf von rund $52.679 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für die Wassererwärmung. Das angestrebte Deckungsziel wird auf 60 % festgelegt. Dies entspricht einem Energiebedarf von rund $31.608 \text{ MWh}_{\text{th}}$, der durch Solarthermie gedeckt werden soll. Um dies zu erreichen, werden insgesamt rund 63.215 m^2 an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche wird im Rahmen des Energienutzungsplans gleichzeitig als technisches Potenzial der Solarthermie definiert. Derzeit sind im Betrachtungsgebiet bereits Solarthermieranlagen mit einer Gesamtfläche von knapp 42.668 m^2 installiert, sodass noch ein Ausbaupotenzial von rund 20.548 m^2 besteht.

4.5.1.3 Photovoltaik auf Dachflächen

Berücksichtigt man einen Vorrang von Solarthermie zur Warmwassererzeugung auf Wohngebäuden, so ergibt sich ausgehend von der Annahme, dass das verbleibende Potenzial voll ausgeschöpft wird, ein technisches Gesamtpotenzial von rund $585.717 \text{ MWh}/\text{a}$. In Absprache mit den beteiligten Akteuren wurde ein Abzugsfaktor von 30 % gewählt, welcher potenzielle Hemmnisse in der praktischen Umsetzung (z. B. aus statischen Gründen) berücksichtigt. Somit steht ein Gesamtpotenzial in Höhe von 389.502 MWh Stromerzeugung pro Jahr zur Verfügung. Dies entspricht einer Gesamtleistung in Höhe von rund 410.002 kW_p .

Im Bilanzjahr 2020 waren bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 118.535 kW_p installiert, sodass unter den beschriebenen Annahmen noch ein Ausbaupotenzial von rund 291.467 kW_p besteht.

4.5.1.4 Photovoltaik auf Freiflächen

Neben der Nutzung von geeigneten Dachflächen besteht auch noch die Möglichkeit Photovoltaik auf bestimmten Frei- oder Konversionsflächen zu installieren. Ähnlich wie bei Flachdächern kann hier die Ausrichtung, der zu installierenden Anlage, optimal gewählt werden. Im Bilanzjahr 2020 waren Freiflächen-PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 8.349 kW_p im Landkreis installiert, die rund 7.219 MWh an regenerativem Strom erzeugt haben.

Nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz ist die Installation von PV-Anlagen derzeit bevorzugt auf folgenden Flächen möglich:

- Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Bahnlinien (200 m)
- Konversionsflächen
- versiegelte Flächen
- Flächen der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben

Die Bayerische Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ermöglicht es seit 2017 mit Freiflächen-PV-Projekten auf landwirtschaftlichen Flächen an Ausschreibungen der Bundesnetzagentur teilzunehmen. Grundvoraussetzung dafür ist allerdings, dass sich die landwirtschaftliche Fläche in landwirtschaftlich benachteiligtem Gebiet befindet. Die Einstufung der landwirtschaftlichen Flächen nach den Kategorien benachteiligt / nicht-benachteiligt wurde zuletzt 2019 nach EU-Verordnung neu abgegrenzt. Große Teile Bayerns liegen in landwirtschaftlich benachteiligtem Gebiet (rot), siehe Abbildung 13. Der Landkreis Regen ist vollständig als solches eingestuft.

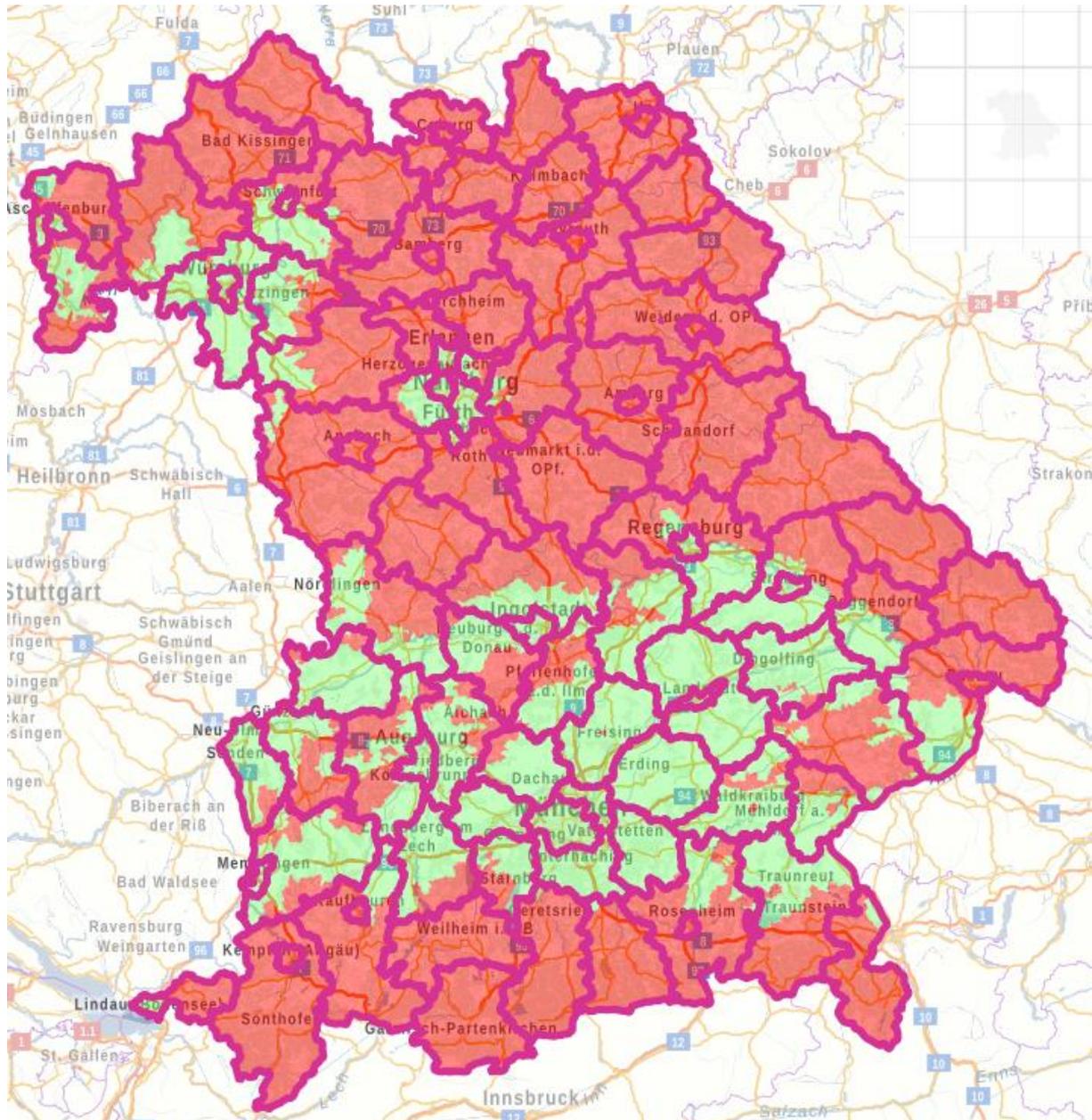


Abbildung 13: Übersicht landwirtschaftlich benachteiligter und nicht-benachteiligter Gebiete im Landkreis [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de) Geobasisdaten: Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

Durch die Anwendung einfacher und nachvollziehbarer Kriterien konnte eine Kartierung potenziell geeigneter Flächen im Landkreis ausgearbeitet werden. Nachfolgend sind die berücksichtigten Kriterien dargestellt:

Tabelle 2: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen – Kriterien

Nicht geeignete Flächen für PV-Freiflächenanlagen	Mindestabstand
Siedlungsflächen (Maßgebend ist das letzte Wohnhaus einer Ortschaft, hier zählen auch Weiler und Einzelgehöfte)	200 m
Landschaftsprägende Denkmäler	500 m
Risikobehaftete Gebiete für Geogefahren (Steinschlag, Erdbeben, etc.)	50 m
Waldflächen und Gewässer	30 m
Straßenverkehrsflächen	40 m
Bahnstrecken	15 m
Ungeeignete Vegetationsflächen (Sumpfbereich, Unland, Gehölz)	10 m
Schutzgebiete des Naturschutzes	
Natura 2000 (Vogelschutz-, FFH-Gebiete)	
Festgesetzte Überschwemmungsgebiete	
Rechtlich festgesetzte Ausgleichs- und Ersatzflächen (Ökoflächenkataster)	
Gesetzlich geschützte Biotop- und Bodenschutzobjekte	
Wasserschutzgebiete Zone 1+2	
Wiesenbrüter- und Feldvogelkullisse	

Ein hervorzuhebender Faktor im Zusammenhang mit Freiflächen-Photovoltaik-Projekten ist der hohe Anteil von Landschaftsschutzgebiet (LSG) im Landkreis. Abbildung 14 verdeutlicht dies und zeigt die Verteilung der betreffenden Flächenkulisse im Landkreis (grün).

Um den Einfluss des Faktors Landschaftsschutz zu bewerten, wurden Gespräche mit den fachlich zuständigen Behörden geführt. Grundsätzlich sind Institutionen, wie die Untere Naturschutzbehörde, bei sämtlichen Bauvorhaben dieser Art im Außenbereich mit einzubeziehen – unabhängig davon, ob eine im Landschaftsschutzgebiet befindliche Fläche betroffen ist oder nicht. Innerhalb des LSG sind die Vorhaben nochmals unter anderen Kriterien bewertet. In jedem Fall unterliegt ein Bauvorhaben jeweils einer Einzelfallprüfung, ist aber aus diesen Gesichtspunkten nicht automatisch ausgeschlossen.

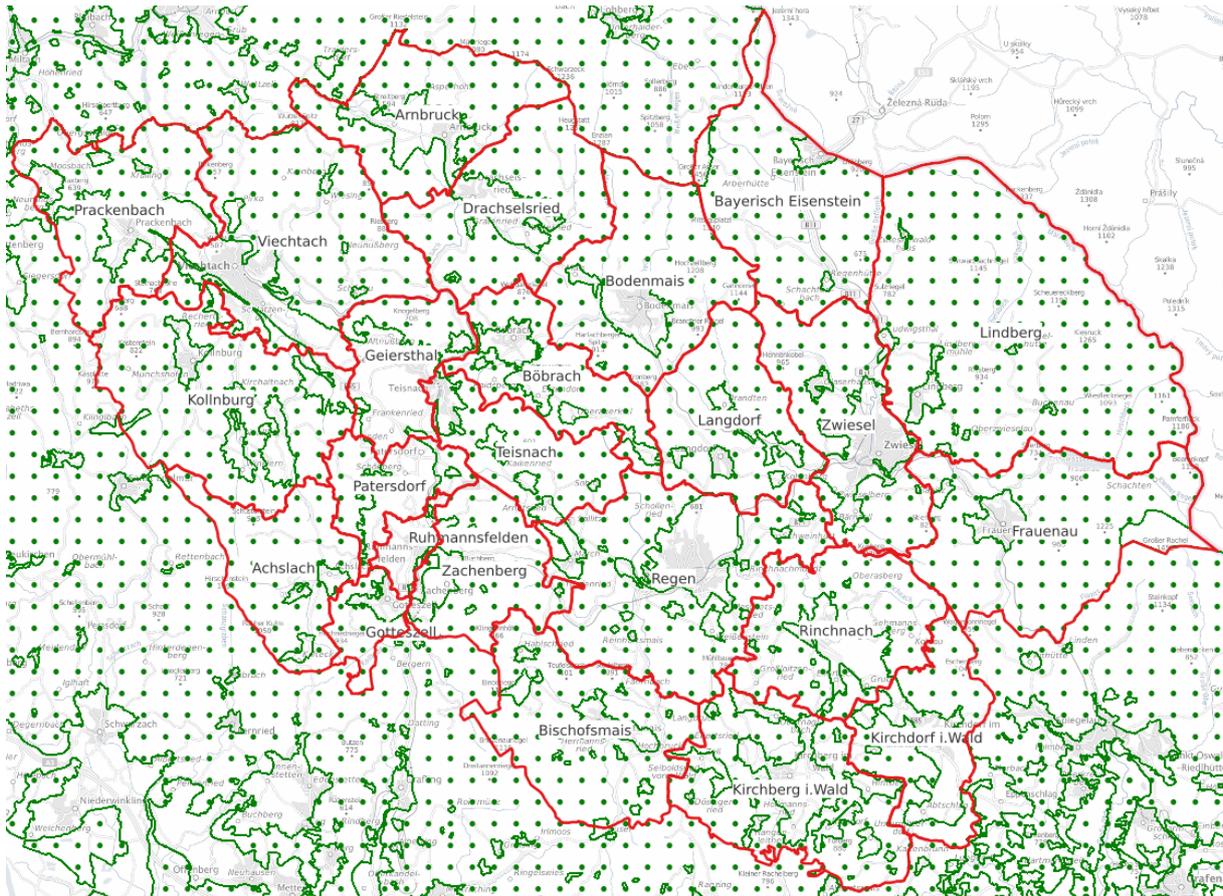


Abbildung 14: Übersicht über die Bereiche des Landschaftsschutzgebietes im Landkreis Regen [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

So wurde in Abstimmung mit der Steuerungsrunde im vorliegenden Konzept der Ansatz definiert, dass in den GIS-Analysen das Kriterium Landschaftsschutzgebiet nicht als ausschließender Faktor für Photovoltaik- oder auch Windkraftprojekte angesetzt wird.

Vielorts, auch über den Landkreis Regen hinaus, gehen Gemeinden über die im Energienutzungsplan angestellte Analyse hinaus und legen für sich selbst individuelle, noch detailliertere Kriterien fest (Einsehbarkeit, Bodenkennzahlen, individuelle Abstandskriterien, etc.). Hierbei setzen viele Gemeinden den Faktor Landschaftsschutz erfahrungsgemäß nicht explizit als Ausschlusskriterium fest, da anderenfalls beispielsweise wenige bis keine nutzbaren Flächen verbleiben würden.

Auf Basis aller zuvor beschriebenen Ausschlusskriterien konnte eine Übersicht potenziell geeigneter Flächen (gelb) im Landkreis ausgearbeitet werden (Abbildung 15).

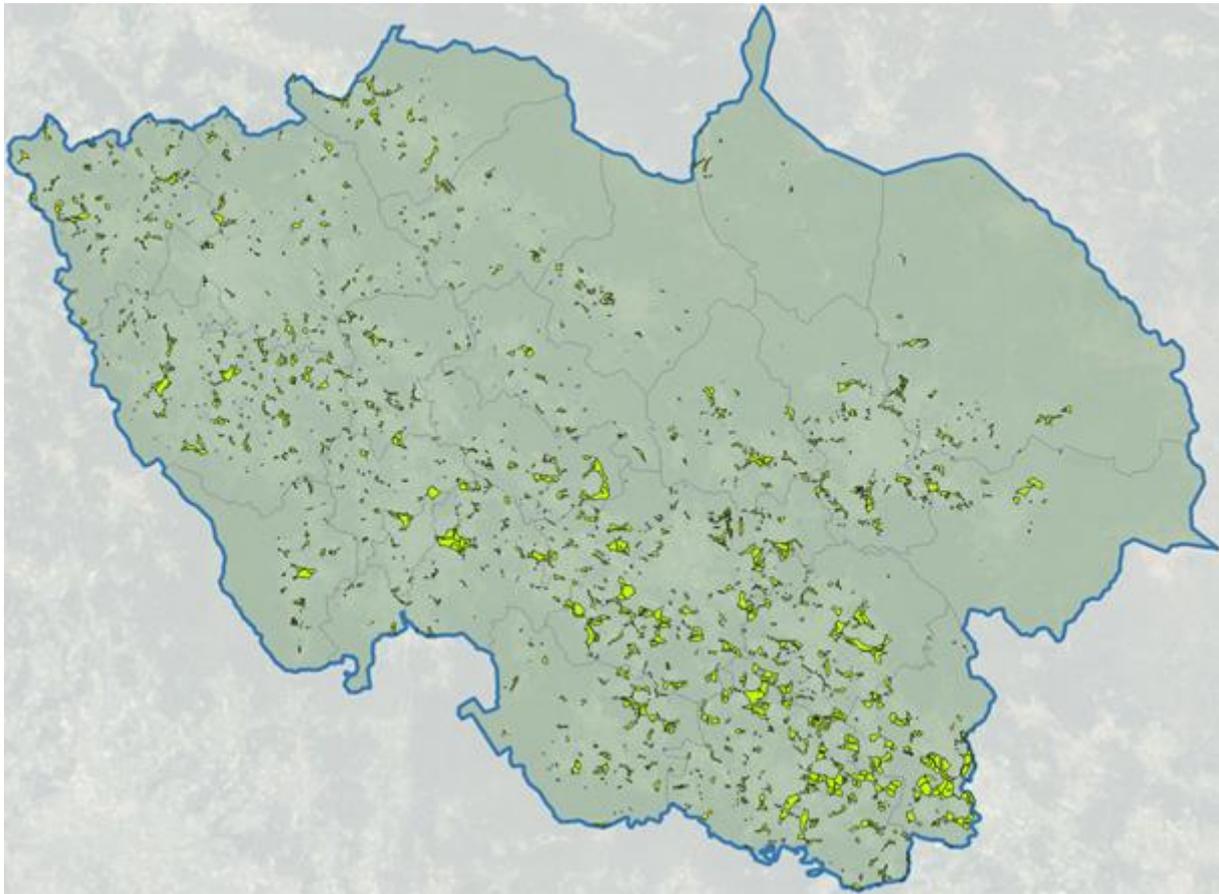


Abbildung 15: Übersicht über das Ergebnis der Analyse der technischen Potenziale im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik im Landkreis [Datenquelle: bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

Die unter diesen Voraussetzungen verbleibende Flächenkulisse beträgt in Summe rund 3.490 ha. 15% davon werden als technisches Potenzial angesetzt. Dies entspricht knapp 523 ha oder 2,2% der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Landkreis. Aufgrund der Vielzahl an potenziellen Flächen wird empfohlen, kommunscharfe Leitfäden / Kriterienkataloge zur Zulassung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auszuarbeiten. Hierdurch kann eine transparente Entscheidungsgrundlage für die Öffentlichkeit, Grundeigentümer, sonstige eingebundene Akteure sowie die Antragsteller bzw. Betreiber von Photovoltaik-Freiflächenanlagen geschaffen werden. Durch die Anwendung einfacher und nachvollziehbarer Kriterien kann städtebaulicher Fehlentwicklung vorgebeugt und Wildwuchs in Form von zufallsgesteuerter Flächennutzung verhindert werden. Der Leitfaden zeigt potenzielle Flächen für die Installation von PV-Freiflächenanlagen im jeweiligen Gemeindegebiet auf, wodurch – unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit – die Belange der sauberen Energieerzeugung und des Klimaschutzes nachvollziehbar mit

den Belangen der Nahrungsmittelerzeugung, des Landschaftsbildes und des Naturschutzes zusammengeführt werden. Darauf basierend können dann realistisch umsetzbare Ausbaupotenziale im Landkreis definiert werden.

4.5.2 Wasserkraft

Im Landkreis Regen wurden im Jahr 2020 insgesamt 66.219 MWh Strom aus Wasserkraft erzeugt, was bezogen auf den Gesamt-Strombezug im Landkreis rund 16 % darstellt. Zur Analyse der Ausbaupotenziale im Bereich der Wasserkraft wurde auch die fachliche Einschätzung des Wasserwirtschaftsamtes (WWA) Deggendorf eingeholt und erörtert, ob und inwieweit Ausbau- oder Repowering-Potenziale im Landkreis vorhanden sind. Zudem wurde die Expertise des im Landkreis ansässigen Ingenieurbüros Pfeffer eingeholt, um mögliche Ausbaupotenziale aufzudecken.

Die meisten der bestehenden Wasserkraftanlagen im Landkreis sind als eher klein einzustufen (< 500 kW). Nur wenige große bis sehr große Anlagen, wie etwa die Anlagen in Geiersthal, Prackentbach, Regen und Teisnach, existieren zur Zeit. Das Wasserwirtschaftsamt schätzt die allgemeine Lage so ein, dass ein Großteil des energetischen Potenzials durch die vorhandenen Anlagen im Landkreis bereits erschlossen ist.

Laut Ing.-Büro Pfeffer liegt im Landkreis Regen keine flächendeckende Potenzialstudie zur Wasserkraftnutzung vor. Jedoch wird aufgrund der technischen Gegebenheiten durchaus ein Ausbaupotenzial im Bereich Wasserkraft gesehen. Ohne eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Wasserkraftanlagen ist eine pauschale Aussage zum Ausbaupotenzial jedoch schwierig. Ganz allgemein kann bei einer moderaten Sanierung der bestehenden Anlagen aber von einem Mehrertrag von rund 20 % ausgegangen werden. Bei einer Generalsanierung von bestehenden Anlagen ist sogar eine Verdoppelung des Stromertrags möglich. Neben der Sanierung bestehender Anlagen wird ebenfalls Potenzial im Neubau von Wasserkraftanlagen gesehen. Hier bietet sich besonders die Region im Bayerischen Wald, und somit auch der Landkreis Regen, an. Bei einem Neubau muss neben der technischen Ausführung auch immer auf höchste ökologische Ansprüche geachtet werden (beispielsweise hinsichtlich der Durchlässigkeit für Fischwanderung).

Einen weiteren Aspekt beim Ausbau der Wasserkraft kann die Nutzung in technischen Systemen darstellen. So kann beispielsweise zur Druckentspannung in Trinkwasserleitungen vor dem Ortsnetz eine Turbine eingesetzt werden. Diese reduziert den hohen Druck in der Trinkwasserleitung vom Hochbehälter auf das notwendige Druckniveau für das Ortsnetz. Gleichzeitig kann hierdurch elektrischer

Strom produziert werden. Ebenso kann die Wasserkraftnutzung in Abwasseranlagen je nach örtlichen Gegebenheiten eine interessante Alternative sein.

Eine Quantifizierung der Potenziale durch Neubau bzw. Wasserkraftnutzung in technischen Systemen kann im Rahmen des ENP nicht erfolgen. Aufgrund der Topologie des Landkreises Regen sollte eine detaillierte Prüfung der erweiterten Nutzungsmöglichkeiten für Wasserkraftanlagen in Erwägung gezogen werden.

Im Rahmen des ENP wird, auch in Abstimmung mit der Steuerungsrunde, für das Ausbauszenario die Annahme definiert, dass durch moderate Sanierungen der bestehenden Anlagen eine Ertragssteigerung von 20 % möglich ist. Somit steigt die Strommenge aus Wasserkraftanlagen von 66.219 MWh im Jahr 2020 auf rund 79.600 MWh im Jahr 2040.

4.5.3 Biomasse/Biomasse-KWK

4.5.3.1 Holz für energetische Nutzung

Der Landkreis Regen weist eine Waldfläche von rund 61.998 ha auf.

Über die, aus den Auswertungen von Referenz-Kaminkehrerdaten abgeleiteten, Kennwerte und Fragebögen kann errechnet werden, dass im Jahr 2020 in etwa 244.970 MWh Endenergie aus Biomasse bereitgestellt wurden (vergleiche Kapitel 3.3.2). Somit trägt Biomasse (Hackschnitzel, Pellets, Scheitholz) zu rund 21 % zur Deckung des thermischen Energiebedarfs im Landkreis bei.

Die Nutzung holzartiger Biomasse spielt vielerorts im Landkreis bereits eine tragende Rolle. So ergab die Auswertung der vorhandenen Datenquellen (Kapitel 3.1.2), dass insbesondere einige der ländlichen Kommunen einen Biomasseanteil an der Wärmebereitstellung von mehr als 25 % aufweisen, überwiegend zurückzuführen auf dezentrale, private Feuerstätten. Darüber hinaus wurden im Zuge der Datenerhebung (z.B. über Fragebögen) verschiedene große Heizanlagen bzw. KWK-Anlagen auf Basis holzartiger Biomasse identifiziert. So befindet sich beispielsweise in der Stadt Regen ein großes Heizwerk auf Hackschnitzel-Basis. Weitere größere Anlagen in beispielsweise kleineren Verbundsystemen im Landkreis sind darüber hinaus vorhanden.

Zur Analyse des technischen Gesamtpotenzials an Holz für die energetische Nutzung wurde die Expertise des zuständigen Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, sowie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) hinzugezogen. Insbesondere aktuelle Berechnungen der LWF stellen eine wesentliche Grundlage für die Potenzialanalyse im Bereich der holzartigen Biomasse dar.

Im Wesentlichen sind drei Quellen in diesem Zusammenhang von Bedeutung: Waldderbholz, Flur- und Siedlungsholz sowie Altholz. Während das LWF detaillierte Betrachtungen zu den Punkten Waldderbholz und Flur- und Siedlungsholz angestellt und veröffentlicht hat, so konnte das Aufkommen an Altholz mit Hilfe der vorliegenden Abfallstatistiken ermittelt werden.

Energieholz aus Forstwirtschaft

Die Betrachtungen der LWF in Bezug auf Waldderbholz geben die jährlich anfallende Energiemenge aus Holz oberhalb der Derbholzgrenze (> 7 cm Durchmesser) an. Das potenzielle Holzaufkommen wurde auf Basis von Stichprobenflächen der dritten Bundeswaldinventur und unter Berücksichtigung von LWF-eigener Studien zum Waldumbau (im Zusammenhang mit der Anpassung der Wälder an den Klimawandel) ermittelt. Der energetisch nutzbare Anteil am Holzaufkommen wurde aus bekannten Holzeinschlagserhebungen, aus welchen die unterschiedliche Sortierungspraxis von Kleinprivatwald

und größeren Forstbetrieben ersichtlich ist, abgeleitet. Der Anteil des Energieholzes in Privatwäldern ist beispielsweise größer, als in von großen Forstbetrieben bewirtschafteten Wäldern. Flächen der Besitzarten und -größen konnten über das automatisierte Liegenschaftsbuch ermittelt werden. Nach Analysen der LFW beläuft sich das energetische Potenzial somit auf 530.500 MWh.

Flur- und Siedlungsholz

Auch bei der Analyse des Aufkommens an Flur- und Siedlungsholz wurde auf Berechnungen der LWF zurückgegriffen [LWF]. Es handelt sich dabei um eine Potenzialberechnung unter Verwendung unterschiedlicher Fernerkundungs-, Modellierungs- und Inventurdatensätze. Es gibt die erzielbare Energiemenge aus Gehölzen, Hecken und Bäumen im Offenland an. Basis sind unter anderem Flächendaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) und digitalen Oberflächenmodellen (nDOM). Zudem wird sich auch hier auf die Daten aus der dritten Bundeswaldinventur und die damit in Verbindung stehende Analyse von Stichprobenflächen gestützt. In Summe beträgt das theoretische Potenzial 34.600 MWh.

Die LWF merkt an, dass es sich bei den Berechnungen um das theoretisch vorhandene Energiepotenzial handelt und nicht final abgeleitet werden kann, zu welchem Grad diese theoretischen Potenziale in der Praxis tatsächlich nutzbar gemacht werden können.

Letztlich werden (unter anderem aufgrund der Notwendigkeit, Wälder als CO₂-Senke und möglicher klimatischer Einflüsse) nicht 100 % des theoretischen Potenzials technisch nutzbar sein. Dies wird später mit einem Abschlagsfaktor berücksichtigt. Somit kann das hier angegeben theoretische Potenzial als legitime Größe für das spätere Ausweisen eines technischen Potenzials betrachtet werden.

Altholz

Laut Abfallbilanz fielen im Jahr 2020 im Betrachtungsgebiet pro Einwohner 10,4 kg Altholz an [LfU Altholz]. Ähnlich wie zuvor beim Aufkommen an Landschaftspflegeholz, steht auch diese Menge nur theoretisch vollständig zur Verfügung. In der Praxis wird diese Fraktion allerdings nur zu etwa 42 % einer energetischen Verwertung zugeführt. Der Rest erfährt eine stoffliche Verwertung. Unter Berücksichtigung der Einwohnerzahl im Betrachtungsgebiet steht somit eine Altholz-Menge von rund 338 t zur energetischen Nutzung zur Verfügung, was einer Energiemenge von rund 1.486 MWh/a entspricht.

Zusammenfassung feste Biomasse

In Tabelle 3 ist das technische Potenzial zur Energiebereitstellung aus holzartiger Biomasse zusammenfassend aufgelistet.

Tabelle 3: Zusammenfassung des rechnerischen, territorialen Gesamtpotenzials im Bereich fester Biomasse

Energiebereitstellung		
Energieholz aus Waldbeständen	MWh/a	530.500
<u>zusätzlich:</u>		
Flur- und Siedlungsholz	MWh/a	9.611
Altholz	MWh/a	1.486
Rechnerisches Gesamtpotenzial	MWh/a	541.597

In Summe beträgt das rechnerische Gesamtpotenzial an fester Biomasse im Landkreis rund 541.597 MWh, wovon aktuell rund 244.970 MWh genutzt werden. Das Ausbaupotenzial beträgt rechnerisch also 296.627 MWh.

Wie aber vorher bereits beschrieben wird dieses ermittelte Gesamtpotenzial als nicht zu 100 % zu erschließen angesehen. Einerseits da von Seiten der LWF nicht exakt beziffert werden kann, wieviel des Flur- und Siedlungsholzes in der Praxis tatsächlich energetisch nutzbar gemacht werden kann. Andererseits aufgrund des Faktors, dass der Wald eine wesentliche CO₂-Senke darstellt und durch klimatische Einflüsse auch sukzessive in seiner CO₂-Speicherkapazität beschränkt wird. Zudem ordnet die LWF das Potenzial zunächst auf einen zeitlichen Horizont von zwischen 15 und 20 Jahren ein. Anschließend könnten die den regionalen Wäldern zu entnehmenden energetischen Potenziale beispielsweise aufgrund des bis dato fortgeschrittenen Waldumbaus tendenziell zurück gehen.

In Abstimmung mit der Steuerungsrunde wurde für das Aufstellen der Entwicklungsszenarien daher angenommen, dass höchstens 50 % des vorhandenen, nachhaltigen, energetischen Ausbaupotenzials tatsächlich noch erschlossen werden können (rund 148.314 MWh).

Holz als alleinige Energiequelle zur mittel- und langfristigen Substitution von Öl und Erdgas wird nicht ausreichen. Es sollten kluge Strategien umgesetzt werden, z. B. der Aufbau kleinerer Wärmeverbundlösungen in Ortsteilen mit Holz als Bestandteil einer gesamtheitlichen Versorgungsstrategie (z. B. Zusammenspiel aus Biomassekessel, Wärmepumpe, Photovoltaik oder Solarthermie). Die aktuell formulierten Bundesziele, die zuletzt im Zusammenhang mit der sogenannten kommunalen Wärmeplanung veröffentlicht wurden, besagen, dass es gewünscht ist energetisch nutzbare Biomasse vor allem in Bereichen zu verwenden, in denen die Energie nicht auf andere nachhaltige Weise zur Verfügung gestellt werden kann (z.B. über Abwärme, Wärmepumpen, regenerativer Strom, usw.). Dies zielt beispielsweise auf industrielle Prozessenergie ab.

4.5.3.2 Biogas / Biomasse-KWK

Der Begriff Biomasse-KWK beinhaltet nicht nur die klassischen Biogasanlagen, sondern vereint sämtliche Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die auf der Basis von Biomasse Strom und Wärme generieren. Zumeist ist jedoch der Hauptanteil von Biomasse-KWK-Systemen auf der Basis von Biogas betrieben. Häufig sind noch (meist kleinere) Anlagen mit enthalten, die entweder auf der Basis von Biomethan oder Pflanzenöl betrieben werden oder auch kleinere Holzvergaser-Anlagen. Auch Klärgas-BHKWs sind in dieser Kategorie mit eingeschlossen. Größere Holzvergaser-Anlagen bzw. Heizkraftwerke auf der Basis von holzartiger Biomasse sind im Ausbaupotenzial zu Biomasse-KWK nicht mit enthalten. Es ist anzunehmen, dass der Hauptteil, der zur Verfügung stehenden Biomasse Holz (wie bisher) in klassischen Verbrennungsprozessen und nicht in Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen verwendet wird. Somit sind die diesbezüglich analysierten Stoff- und Energiemengen in der Kategorie Energieholz enthalten (Kapitel 4.5.3.1).

Die energetischen Potenziale für die Biomasse-KWK sind auch direkt verknüpft mit dem Thema Biomethan, also einem Produkt des Vergärungsprozesses von Biomasse, welches letztlich chemisch identisch zu herkömmlichem Erdgas aufbereitet ist. Dazu ist der klassischen Fermentierung von Biomasse eine zusätzliche Reinigungs- und Aufbereitungsstufe nachgeschaltet, die eine Einleitung des Gases in das bestehende Erdgas-Verteilnetz ermöglicht. „Gefüttert“ werden diese Anlagen, ebenso wie klassische Biogasanlagen, mit Substraten wie Mais, Grassilage, biogenen Abfallstoffen und dergleichen. Sie stellen daher eine Konkurrenz zur Biomasse-KWK dar und sind in der Betrachtung als bestehender Verbraucher mit berücksichtigt.

Das Potenzial an Energie aus der Vergärung von Biomasse setzt sich aus der Verwertung von Reststoffen wie Bioabfall und Wirtschaftsdüngern (Gülle, Mist) und der Nutzung von Energiepflanzen zusammen. Die Vergärung von Reststoffen bietet die Möglichkeit, vorhandene Substrate möglichst effizient zu nutzen und reduziert die Flächenkonkurrenz gegenüber dem Anbau von Nahrungsmittel.

Aktuell beträgt der Anteil von Energiepflanzen an der Anbaufläche in Deutschland rund 20 %. Davon entfallen rund 13% auf Pflanzen zur Biogasgewinnung [BMUV]. Um dem Aspekt der Nachhaltigkeit und die Belange der Nahrungsmittelproduktion zu berücksichtigen, wird an dieser Stelle von einer nur geringen Steigerung dieses Wertes ausgegangen und der mögliche Anteil auf 15 % festgelegt. Aus dieser Annahme ergibt sich eine Stromerzeugung von rund 45.866 MWh mit einer entsprechenden Abwärme von 54.314 MWh.

Für die Energiegewinnung aus Reststoffen werden Wirtschaftsdünger und Bioabfälle getrennt betrachtet. Es wird bereits berücksichtigt, dass diese Substrate nicht zu 100% nutzbar gemacht werden können. Im Landkreis fielen im Bilanzjahr 111,9 kg Bioabfall pro Einwohner an. Somit ergibt sich ein Potenzial von 230 MWh an Strom und 273 MWh an Wärme. Dem gegenüber steht das Potenzial aus Gülle und Mist mit 14.687 MWh elektrischer und 17.392 MWh thermischer Energie. Dies entspricht etwa 69% der derzeitigen Stromproduktion von 21.179 MWh pro Jahr. In Abstimmung mit der Steuerungs- und Abwärmekonzeption wurde für die Szenarienentwicklung im Rahmen des Energienutzungsplans davon ausgegangen, dass die Biogasleistung langfristig in dieser Form konstant bleibt und kein weiterer Ausbau stattfindet.

Die Auswertung der an die Biogasanlagenbetreiber versandten Fragebögen zeigt, dass im Bereich der Abwärmekonzeption die anfallende Abwärme bisher nur teilweise hochwertig (z.B. in Wärmenetzen) genutzt wird. Ein hoher Anteil der Wärme wird aktuell für Trocknungsprozesse (Mais, Holz, Gärreste, sonstige landwirtschaftliche Produkte) eingesetzt. Wieviel der Wärme genau, ließ sich aus der vorhandenen Datenbasis nicht beziffern. Aus den Rückläufern der Fragebögen konnte identifiziert werden, dass ein Potenzial an Wärmeauskopplung aus den bestehenden Anlagen durchaus in signifikanter Größenordnung gegeben ist. Aufgrund fehlender Daten zur aktuellen Wärmeauskopplung aus Biogasanlagen, wurde diese anhand der produzierten Strommenge abgeschätzt. Rechnerisch ergibt sich so eine nutzbare Wärmemenge von 18.673 MWh (dabei wurde ein Anteil Eigenbedarf zur Fermenter-Beheizung bereits abgezogen).

Diese Abwärme kann insbesondere bei Nutzung in Wärmenetzen einen wertvollen Beitrag leisten, fossile Energieträger wie Öl und Gas zu ersetzen. Vielerorts in Bayern wurden Biogasanlagen bisher eher deplatziert hinsichtlich einer sinnvollen Wärmenutzung errichtet. Bei Neuanlagen müsste verstärkt ein Augenmerk auf eine intelligente Verortung für eine sinnvolle Einbindung der Abwärmekonzeption und somit auch zur maximal effizienten Ausnutzung des Energiegehalts der eingesetzten Substrate gelegt werden. Aber auch bei bestehenden Anlagen kann eine Abwärmekonzeption unter Umständen zusätzliche Einnahmen generieren und somit die Wirtschaftlichkeit verbessern.

In Bayern ist allgemein festzustellen, dass bestehenden Biogasanlagen Perspektiven geboten werden müssen, um weiter kostendeckend betrieben werden zu können. Der Weiterbetrieb ist im Kontext des erneuerbaren Energiemixes von großer Bedeutung, da sie – anders als die viel diskutierte Energieform Sonne und Wind – keiner Volatilität unterliegen, sondern jederzeit bedarfsgerecht gesteuert werden können. Mit dem Wegfallen von zentralen Großkraftwerken (Atom- und Kohlekraftwerke) sind dezentrale, grundlastfähige Kraftwerke auf regenerativer Basis von Biomasse, KWK-Anlagen und – mit Abstrichen – Wasserkraft von großer Bedeutung für die Stabilität des zukünftigen Energiesystems.

Andererseits kommt auch der Verbesserung der Flächeneffizienz von Biogasanlagen aus Sicht der Behörden und Fachverbände zukünftig eine wachsende Bedeutung zu. Dies kann in Zukunft durch eine verstärkte Substitution von nachwachsenden Rohstoffen wie Mais durch biogene Reststoffen wie z.B. Bioabfall und Gülle erreicht werden. Aus den bereits geschilderten Betrachtungen ergibt sich, dass rechnerisch fast 70% der derzeitigen Stromproduktion durch den Einsatz von Reststoffen realisiert werden könnte. Durch einen verstärkten Einsatz dieser Substrate, werden diese effizienter genutzt und Emissionen aus der Landwirtschaft [FNR] sowie die Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion lassen sich effektiv reduzieren.

4.5.4 Windkraft

Im Bilanzjahr 2020 waren 2 Klein-Windkraftanlagen im Landkreis Regen installiert, die rund 3,2 MWh an Strom generierten.

Für die Potenzialanalyse im Bereich Windkraft wurde im ersten Schritt auf die „Gebietskulisse Windkraft“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt aus dem Jahr 2016 zurückgegriffen. Die Gebietskulisse Windkraft bietet eine Erstbewertung windhöffiger Gebiete aus umweltfachlicher Sicht hinsichtlich ihrer Eignung als Potenzialflächen zur Windenergienutzung. Sie ersetzt nicht die immissionsschutzrechtliche Genehmigung und ein etwaiger Rechtsanspruch (etwa auf eine Genehmigung) lässt sich daraus nicht ableiten. Die sog. „10-H-Regelung“ und die kommunale Planungshoheit bleiben davon unberührt.

Mit dem Thema Landschaftsschutzgebiet wurde in dieser Betrachtung analog zu der in Kapitel 4.5.1.4 im Zusammenhang mit Freiflächen-Photovoltaik geschilderten Vorgehensweise verfahren.

Kombiniert wurden die geschilderten immissions- und umweltfachlich erforderlichen Mindest-Abstandsregularien mit dem technischen Faktor der sogenannten Windleistungsdichte. In der Praxis lässt sich ein Wert von mindestens rund 200 W/m^2 in einer Höhe von 160 m als Orientierung für ein ausreichendes Windangebot zur Realisierung eines Windkraftprojekts annehmen. Prognosen für die vorherrschende Windleistungsdichte werden vom LfU veröffentlicht, sie ersetzen aber keine Messung am jeweiligen Standort. Um geeignete Standorte für Windkraftanlagen festlegen zu können, wird die mittlere Windleistungsdichte in 160 m Höhe analysiert und daraus eine Standortgütekarte entwickelt (Abbildung 16).

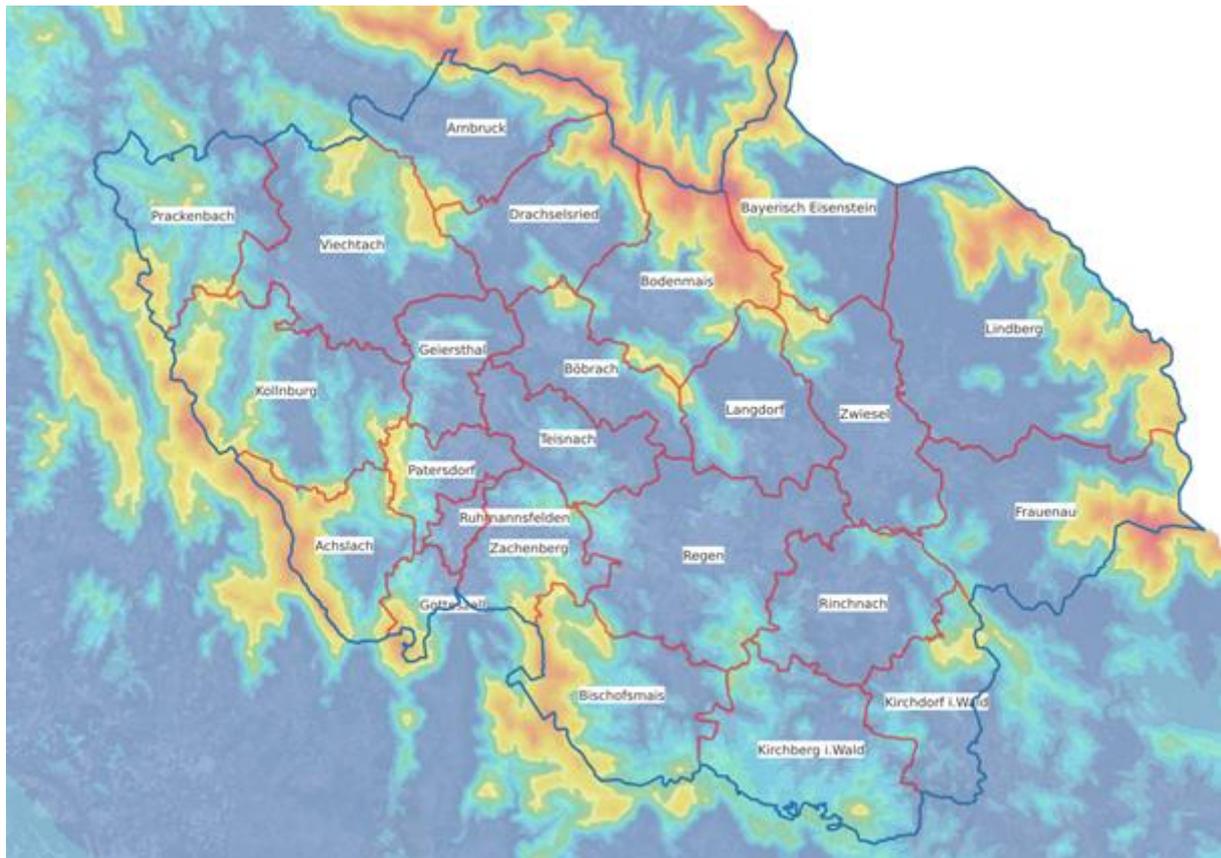


Abbildung 16: Standortgüte auf 160m Höhe [[Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

Es zeigt sich, dass es eine Vielzahl von einzelnen Gebieten gibt, die sich für Windenergie von der Windhöffigkeit her eignen würden. Wie geschildert muss aber jeder Standort im Einzelfall noch konkreter untersucht und individuell beleuchtet werden, um die letztliche Eignung final bewerten zu können.

Abbildung 17 zeigt die Flächen, die sowohl aus technischer Sicht geeignet sind, eine Windkraftanlage zu errichten, als auch die gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich des Abstands und Naturschutzes erfüllen. Es handelt sich um rund 3.340 ha, was etwa 3,4 % der Gebietsfläche des Landkreises entspricht. Das dem Freistaat vorgegebene, langfristige Ziel ist das Ausweisen von rund 1,8 % der Gebietsfläche für Windkraft-Projekte, wobei es aufgrund der Windverteilung in Bayern Landkreise geben wird, die dieses Ziel nicht erfüllen können, was wiederum erfordert, dass andere Landkreise dieses Ziel übererfüllen.

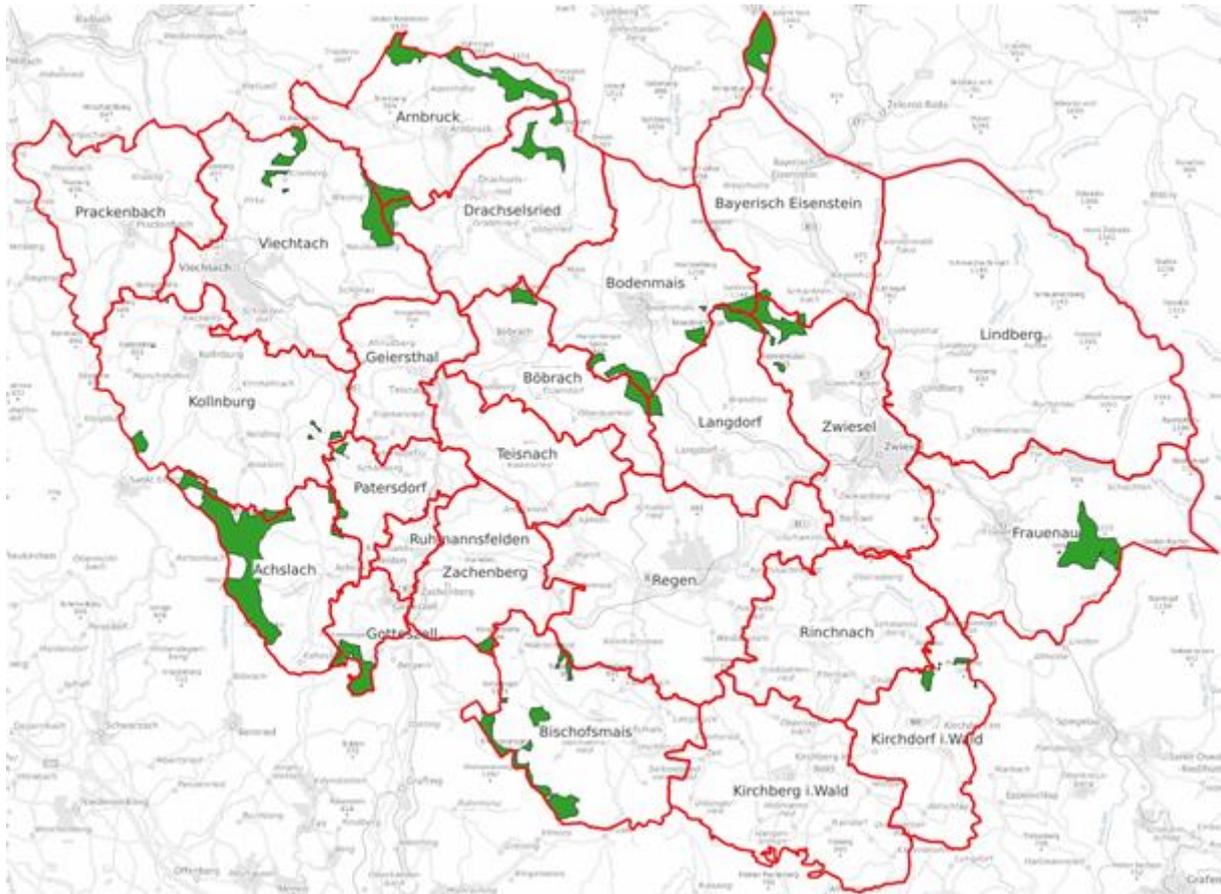


Abbildung 17: Übersicht potenziell nutzbarer Gebiete für Windkraftanlagen [Energie-Atlas Bayern (www.energie-atlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

Im Allgemeinen stellt die Windenergie im Außenbereich ein privilegiertes Bauvorhaben dar. Diese Privilegierung geht einher mit eher vereinfachten Genehmigungsverfahren. In Bayern wurde diese Privilegierung mit Einführen der 10-H-Regelung deutlich eingeschränkt. So war es (mit wenigen Ausnahmen) seither erforderlich einen Mindestabstand des 10-fachen der Gesamthöhe einer Windenergieanlage zu Bebauungsgebieten oder bebauten Ortsteilen vorzuweisen, um ein Windkraft-Projekt noch als privilegiertes Bauvorhaben umsetzen zu können. Die verbleibende Flächenkulisse in Bayern wurde dadurch äußerst gering. Auch im Landkreis Regen war damit nahezu die vollständige Gebietsfläche betroffen. Windkraftprojekte hätten in Bayern somit vielerorts nur innerhalb des 10-H-Radius' und somit mit aufwändigeren Genehmigungsprozessen und einem entsprechenden kommunalen Bauleitverfahren umgesetzt werden können. Auch die entsprechend erforderliche Öffentlichkeitsbeteiligung führte letztlich vielerorts zum Scheitern von Projekten.

Um den deutlich gestiegenen Ausbauzielen des Bundes nachzukommen, wurde im Jahr 2022 die Bayerische Bauordnung (BayBO) mit einigen Ausnahmefällen für die 10-H-Regel versehen. So wird beispielsweise in Waldgebieten, entlang von Autobahnen und Bahnlinien oder auch rund um Industriegebiete der Mindestabstand von 10-H (entspricht i.e. 2.000 – 2.500 m) auf 1.000 m reduziert. Dies öffnet auch im Landkreis Regen wieder eine deutlich größere Gebietskulisse für die Windenergie als privilegiertes Bauvorhaben.

Eine erste konservative Beurteilung zeigt, dass innerhalb dieser Gebietskulisse mehr als 150 Anlagenstandorte möglich wären. Für das Entwicklungsszenario wird der Bau von 30 Anlagen angesetzt, da für den jeweiligen Abstand der Windkraftanlagen untereinander Faktoren wie Haupt- und Nebenwindrichtung relevant sind, über die keine verwertbare Datengrundlage vorliegt. Zudem kann der automatisierte, GIS-basierte Ansatz kleine Flächen zum Teil nicht erfassen, weshalb einige mögliche Standorte durch das Raster fallen können.

Die genannten Abschätzungen werden in Abstimmung mit der Steuerungsrunde als Grundlage für das Aufstellen der Entwicklungsszenarien herangezogen.

Hinweis: Das Potenzial zur Nutzung von Kleinwindkraft weist eine hohe lokale Varianz auf und ist nur bedingt durch flächendeckende Analysen zu ermitteln. Grundsätzlich ist die Eignung eines Standortes durch eine mehrmonatige Windmessung vor Ort zu prüfen.

4.5.5 Heizstrom

Der Bereich Heizstrom, derzeit ein enorm an Bedeutung gewinnender Energieträger im Wärme-Sektor, umfasst Power-to-Heat-Anlagen, insbesondere Wärmepumpen als besonders effiziente Variante. Diese stellen die Wärme lokal emissionsfrei zur Verfügung. Im Gegensatz zu den in Kapitel 4.5.6 beschriebenen Potenzialen oberflächennaher Geothermie ist der Einsatz von Luft-Wärmepumpen nahezu überall möglich. Bei Nutzung von Grünstrom kann sogar die komplette Prozesskette als regenerativ betrachtet werden.

Im Ist-Zustand werden rund 9.871 MWh an Heizstrom benötigt, was rechnerisch ca. 1.000 Heizstromabnehmer bedeutet. Die Anzahl ist nicht exakt zu beziffern, da die Energieversorger zwischen Wärmepumpen und sonstigen, direkt gemessenen Heizstromverbrauchern keine Differenzierung vornehmen oder vornehmen können.

Bundespolitisch wurde daher die Vorgabe [BMWi] formuliert, dass bis zum Jahr 2030 in den ca. 16 Millionen deutschen Einfamilienhäusern 6 Millionen Wärmepumpen installiert sein sollen. Dieses Ziel wird für das Entwicklungsszenario übernommen, indem die Anzahl der Wärmepumpen ermittelt wird, die anteilig für dieses Ziel in einer Gemeinde installiert werden müssten, und deren Verbräuche bzw. Wärmebereitstellung in die Bilanzen übernommen werden. Demnach müssten bis 2030 beispielsweise im Landkreis Regen ca. 7.439 Wärmepumpen installiert sein.

Für die darauffolgenden zehn Jahre bis 2040 wird im Entwicklungsszenario angenommen, dass der bis 2030 erreichte Wärmepumpen-Bestand verdoppelt werden kann. Der Stromaufwand für den Betrieb dieser Wärmepumpen läge dabei bei rund 123.710 MWh.

4.5.6 Geothermie

Die Geothermie oder Erdwärme ist die im derzeit zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, soweit sie entzogen werden kann. Sie kann sowohl direkt genutzt werden, etwa zum Heizen und Kühlen, als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung:

- oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 Meter Tiefe zur Wärme- und Kältegewinnung
- tiefe Geothermie ab 400 Meter Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom interessant sein.

Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme in bis zu 400m Tiefe. Durch Sonden oder Erdwärmekollektoren wird dem Erdreich Wärme auf niedrigem Temperaturniveau entzogen und diese Wärme mithilfe von Wärmepumpen und dem Einsatz elektrischer Energie auf eine für die Beheizung von Gebäuden nutzbare Temperatur angehoben.

Die Tiefengeothermie nutzt Erdwärme auf hohem Temperaturniveau in Tiefen ab 400 m. Eine Quantifizierung dieses Potenzials ist im Rahmen des Energienutzungsplans nicht möglich.

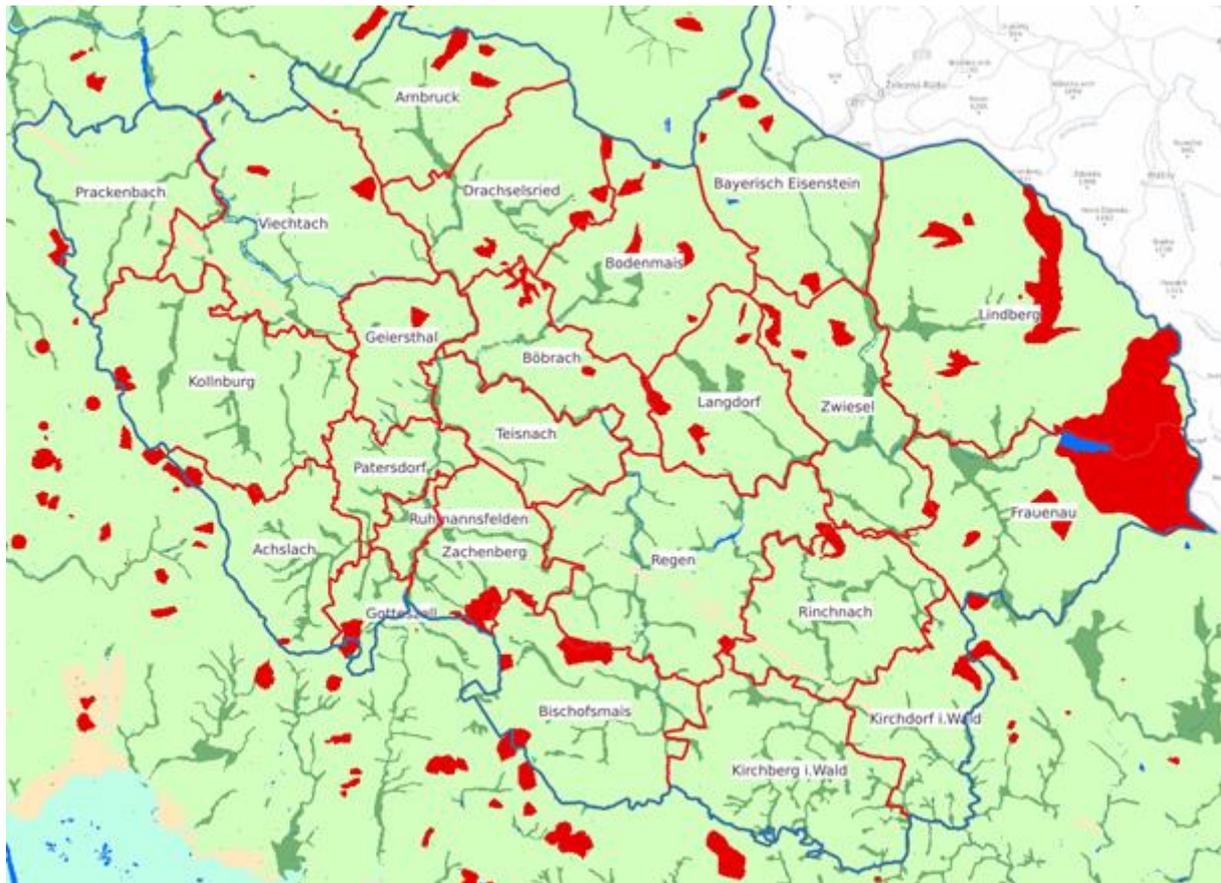
Potenzialermittlung Oberflächennahe Geothermie

Zur Ermittlung der Potenziale oberflächennaher Geothermie wurde auf hydrogeologische Daten des Geologischen Dienstes des Landesamtes für Umwelt zurückgegriffen. In Abbildung 18 ist die Standortteignung oberflächennaher Geothermie im Landkreis dargestellt. Es zeigt sich, dass viele Gebiete im Landkreis grundsätzlich für die Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet erscheinen. Die Gebiete sind, diesen Analysen nach, größtenteils nicht zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen geeignet, jedoch für Erdwärmesonden und -kollektoren. In den Gemeinden Lindberg und Frauenau ist ein größeres Gebiet nicht zur Erdwärmennutzung geeignet. In Abbildung 19 ist zur Veranschaulichung die Wärmedichte der Stadt Regen zusätzlich dargestellt. Es zeigt sich, dass die Gebiete mit hohem Wärmeaufkommen in Regionen liegen, die sich für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie eignen. Dies lässt sich auf die anderen Kommunen ebenfalls übertragen.

Wichtig: Die Übersicht dient lediglich der Erstinformation. Die Umsetzung einer Anlage mit Nutzung oberflächennaher Geothermie bedarf zwingend einer detaillierten Einzelfallprüfung.

Neben der hydrologischen Eignung und den bohrrechtlichen Rahmenbedingungen sind der energetische Zustand des Gebäudes sowie das im Gebäude zum Einsatz kommende Wärmeabgabesystem ausschlaggebend für die Nutzung oberflächennaher Geothermie. Auf die Ausweisung bzw. Quantifizierung eines Gesamtausbaupotenzials für die Kommunen wurde verzichtet, da für den Einsatz oberflächennaher Geothermie immer eine Einzelfallprüfung auf Basis der tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort notwendig ist.

Erdwärme ist eine Form der Umweltwärme, die mithilfe von Wärmepumpen effizient genutzt werden kann. Der Einsatz dieser Anlagen kann künftig einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen leisten, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromverbrauch aus regenerativen Energieformen erfolgt. Aus diesem Grund ist der weitere Ausbau der regenerativen Stromerzeugung wichtig, um diese Stromüberschüsse durch den Einsatz von Wärmepumpen regional nutzen zu können und den Bedarf an Heizöl und Erdgas zu mindern (Sektorenkopplung). Der weitere Ausbau von Wärmepumpensystemen könnte z.B. über Informationskampagnen forciert werden.



- Erdwärmekollektoren, -sonden und Grundwasserwärmepumpen
- Erdwärmekollektoren und -sonden
- Erdwärmekollektoren und Grundwasserwärmepumpen
- Erdwärmekollektoren
- nicht möglich (Wasserschutzgebiet)
- nicht möglich (Gewässer)

Abbildung 18: Oberflächennahe Geothermie – Standorteignung [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

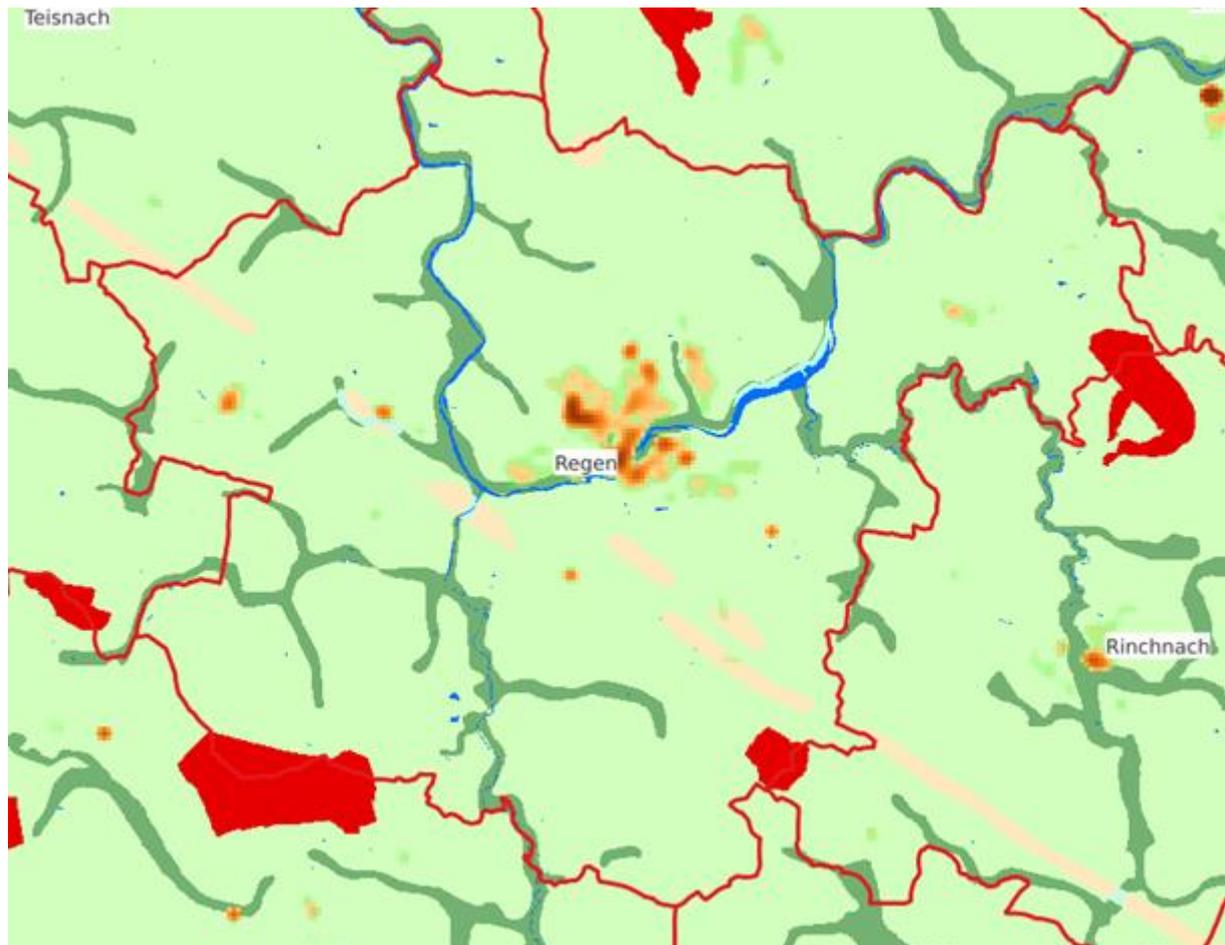


Abbildung 19: Detailansicht Standorteignung oberflächennahe Geothermie für die Stadt Regen, Darstellung der Wärmedichte im Gebiet [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]

4.5.7 Kraft-Wärme-Kopplung

Der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) als Brückentechnologie stellt einen wichtigen Baustein für die Energiewende dar. KWK-Anlagen wandeln den eingesetzten Brennstoff (meist Erdgas) mit bis zu 90% Wirkungsgrad in nutzbare Wärme und Strom um. Auf diese Weise tragen sie zu einer ressourcenschonenderen Energieversorgung bei. Mittelfristig soll der Einsatz von Wasserstoff und/oder synthetischer Kraftstoffe zu neuen Einsatzgebieten in der Kraft-Wärme-Kopplung führen. Der weitere Ausbau könnte z.B. über Informationskampagnen forciert werden (insbesondere in Industriebetrieben mit gleichzeitig hohem Wärme- und Strombedarf).

Eine Quantifizierung des Potenzials ist im Rahmen des Energienutzungsplans nicht möglich, jedoch wurde für das Ausarbeiten des Entwicklungsszenarios davon ausgegangen, dass die klassischen, fossil betriebenen KWK-Anlagen langfristig auf regenerative Basis umstellen bzw. ersetzt werden (z.B. durch Wasserstoff). Die Menge an bisherigem, konventionell erzeugtem KWK-Strom würde sich damit im Vergleich zum Ist-Zustand also verringern.

4.5.8 Abwärme

Abwärme im Sinne des hier betrachteten energetischen Potenzials schließt explizit nicht die bereits zuvor betrachtete Wärmekomponente aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen ein. Sie bezieht sich hier insbesondere auf Abwärme aus industriellen Prozessen. Ein klassisches Beispiel für häufig ungenutzte Abwärme-Potenziale liegt zum Beispiel im Bereich der Druckluftbereitstellung oder im Zusammenhang mit der Bereitstellung und Nutzung von Prozessdampf. Über Wärmetauscher können ansonsten über entsprechende Kühler abgeführte Wärmemengen abgegriffen und diese zum Beispiel der Gebäudeheizung oder wiederum anderen industriellen Prozessen zugeführt werden.

In der Praxis stellen vor allem die häufig niedrigen Temperaturniveaus und die jährliche Nutzungsdauer eine Hürde dar. Zudem wird vielerorts in Unternehmen mit entsprechendem Abwärmepotenzial, dieses insbesondere in den Wintermonaten bereits zur Wärmeversorgung des Unternehmens selbst eingesetzt. So würden die Potenziale für mögliche weitere, externe Abnehmer zum Großteil lediglich in den warmen Monaten mit ohnehin allgemein wenig Heizwärmebedarf zur Verfügung stehen. Dennoch kann das „Abfallprodukt“ Abwärme vor allem in sinnvoller Kombination mit weiteren Wärmeerzeugern einen wertvollen Beitrag zum Energiesystem leisten.

Im Rahmen des Energienutzungsplans können Abwärmepotenziale vor allem auf Basis von Rückläufern aus der durchgeführten Befragung großer Industriebetriebe mittels eines Fragebogens identifiziert

werden. Von den 95 Rückläufern wurde von 8 ein Abwärmepotenzial angegeben. Die Informationen wurden in den durchgeführten GIS-Betrachtungen auch digital mit verortet.

Die Auswertungen zeigen, dass die Abwärmepotenziale auf Temperaturniveaus über 60°C zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass die Möglichkeit besteht, diese direkt für Heizzwecke zu nutzen. Außerdem sind alle Mengen mindestens 4000 h im Jahr vorhanden, einige sogar annähernd durchgehend. Diese Erhebung kann als Anlass genommen werden die Nutzung im Einzelfall näher zu prüfen. Im Rahmen einer Detailbetrachtung können verfügbare Quellen mit potenziellen Abnehmern in Einklang gebracht und gegebenenfalls mit weiteren Heizwärme-Aggregaten ergänzt werden.

Förderprogramme von Bund und Ländern, wie beispielsweise die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze BEW, greifen den Faktor Abwärmennutzung inzwischen ganz explizit als Positivum für die Förderung von Wärmeverbundmaßnahmen mit auf.

Neben der rein technischen Komponente besteht im Bereich der sinnvollen Nutzung industrieller Abwärme häufig das Problem, dass die Unternehmen für das Liefern von Wärme selten langfristige Garantien übernehmen können und im Gegenzug, vor allem wenn es sich nicht um private oder kommunale Abnehmer handelt, auch auf der Abnehmerseite kaum langfristige Zusagen für die Abnahme der Wärme gegeben werden können. Dies stellt den Aufbau einer mittel- bis langfristigen Kooperation aus zwei oder mehr Parteien häufig auf ein wirtschaftlich risikoreicheres Fundament.

Auch wenn die im Rahmen des Energienutzungsplans identifizierten Potenziale nicht quantifiziert ausgewiesen werden können, so können sie zum Anlass genommen werden jeweils individuelle Einzelfallprüfungen für etwaige sinnvolle Nutzung des „Abfallprodukts“ Abwärme anzustellen.

5 Entwicklungsszenarien

Basierend auf der Analyse der energetischen Ausgangssituation (siehe Kapitel 3) und der Potenzialanalysen (siehe Kapitel 4) wurden strategische Szenarien erarbeitet, aus denen Handlungsoptionen und der Entwicklungspfad zur Senkung des Energieverbrauchs und für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2040 abgeleitet werden können. Bezugsjahr für die Szenarien ist das Jahr 2020. Die Szenarien stellen zugleich die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln dar.

Dazu wird zunächst jeweils separat die Entwicklung der Bedarfs-Seite und anschließend der Erzeuger-Seite betrachtet. Im darauffolgenden Schritt wird dies zusammengeführt und ein vergleichender Blick auf die Zusammensetzung von Bedarf und Erzeugung im Ziel-Jahr 2040 geworfen.

5.1 Bedarf

Abbildung 20 zeigt die Entwicklung des Energiebedarfs ausgehend vom Ist-Zustand im Jahr 2020, über das Jahr 2030 bis hin zum gesetzten zeitlichen Horizont 2040. Im Zuge der Sektorkopplung wird Strom noch eine wesentlich stärkere Rolle in den Sektoren Mobilität und Wärme spielen, weshalb Strom für Heizzwecke und für Mobilität hier nochmals separat herausgearbeitet wurde.

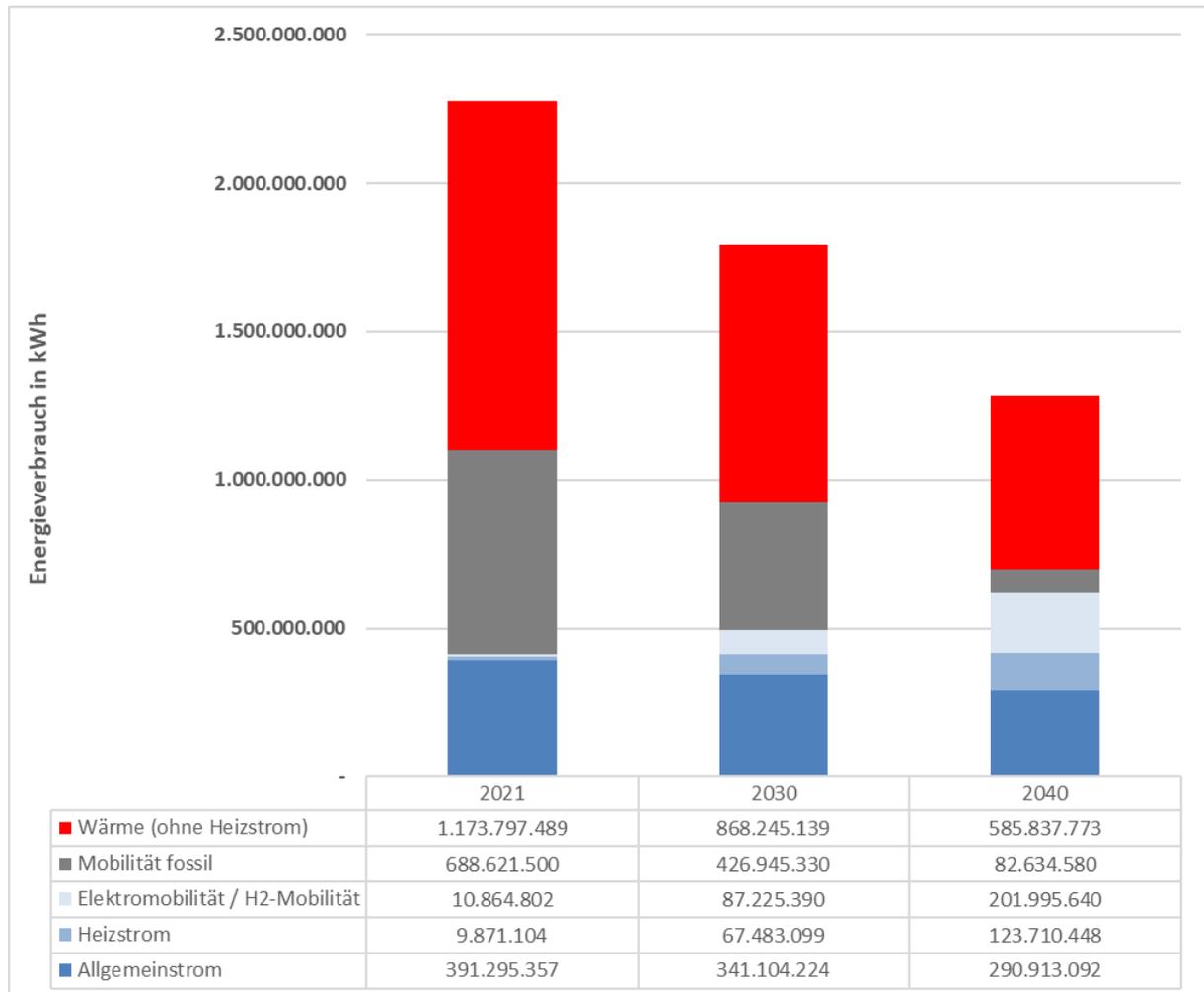


Abbildung 20: Energieszenario 2020 bis 2040 – Auswirkungen der Energieeinsparung und der Transformationsprozesse

So zeigt sich auf der Bedarfs-Seite die Auswirkung der in Kapitel 4.2 und 4.3 geschilderten Einspar- und Transformationsprozesse. Das konsequente Umsetzen birgt deutliche Reduktionspotenziale über alle Sektoren hinweg. Insgesamt beträgt die Einsparung rund 912.728 MWh bzw. 42 %. Ganz wesentlich ist dies auf die Transformation im Sektor Mobilität mit der Entwicklung hin zu effizienteren, elektrifizierten Antriebstechnologien zurückzuführen. Zudem sind die Einsparungen durch Sanierung und Effizienzsteigerung im thermischen Bereich und im Bereich des Allgemeinstrom-Bedarfs ersichtlich. Im

Wärme-Segment ist auch eine merkbliche Transformation im thermischen Energiemix von hauptsächlich Gas und Heizöl, hin zu elektrischen Wärmeerzeugern zu erkennen. Durch die verstärkte Elektrifizierung der Sektoren steigt der Strombedarf um rund 182.570 MWh bzw. 44 %. Dieser Bedarf ist beim Ausbau erneuerbarer Stromquellen speziell zu berücksichtigen, da er ohne Umwandlungsschritte direkt aus Erneuerbaren bereitgestellt werden kann.

5.2 Erzeugung

In Abstimmung mit den Akteuren vor Ort wird ein Szenario gezeichnet, welches bis zum Zieljahr 2040 zu einer tatsächlichen bilanziellen Eigenversorgung des Landkreises aus regionalen, erneuerbaren Energien führen kann. Aus den in Kapitel 4.5 ermittelten technischen Potenzialen im Bereich erneuerbarer Energien, die im Landkreis vorzufinden sind bzw. errechnet wurden, wird für das Skizzieren des möglichen Szenarios im Jahr 2040 eine Teilmenge als praktikabel erschließbar angenommen.

Eine vollständige Erschließung der technischen Potenziale ist insbesondere im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik nicht realistisch. Vor allem da eine Flächenkonkurrenz zwischen der landwirtschaftlichen Nutzung der in Frage kommenden Flächen und der Solarstromgewinnung besteht. So wird beispielsweise aus dem hohen vorhandenen technischen Potenzial im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik lediglich eine Teilmenge von 6 % als zu erschließen angesetzt. Dies entspräche einem Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche im Landkreis von 1,5 % und orientiert sich somit auch an Erfahrungswerten, die in anderen Landkreisen und Gemeinden zuletzt in gemeinsamer Abstimmung mit den Akteuren gemacht wurden.

Bei der Betrachtung von Windkraft konnten, wie in Kapitel 4.5.4 beschrieben, auch mit konservativer Herangehensweise Flächenpotenziale ermittelt werden, die Standortmöglichkeiten für ca. 150 Windkraftanlagen bieten. Hiervon wiederum werden im ersten Schritt 30 Stück als mittelfristig zu erschließen in den Ausbaupfad mit integriert.

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die getroffenen Annahmen für das Szenario. Sie zeigt zu welchem Grad die in den Kapiteln zuvor geschilderten, technischen Ausbaupotenziale einbezogen wurden.

Tabelle 4: Die den Ausbaupfaden zu Grunde liegenden Erschließungsgrade der technischen Potenziale

Zusammenfassung der Annahmen	Technisches Potenzial	Szenario
Photovoltaik Aufdach	410 MW _p	60 %
Photovoltaik Freifläche	3.490 ha	15 %
Windkraft	152 Stück	30 Stück
Biomasse-KWK → Strom → Wärme	60.783 MWh 35.344 MWh	konstant
Biomasse (holzartig)	541.597 MWh	50 %
Wasserkraft	79.600 MWh	100 %
KWK (Ist-Zustand)	4.116 MWh	- 100 %

Der auf Basis der geschilderten Annahmen entstehende Entwicklungspfad wird nachfolgend grafisch nachvollziehbar aufgeführt. Er ist bewusst skaliert wie die Entwicklung des Bedarfs in Abbildung 20, um die Größenverhältnisse zwischen Bedarf und Erzeugung besser in Relation setzen zu können.

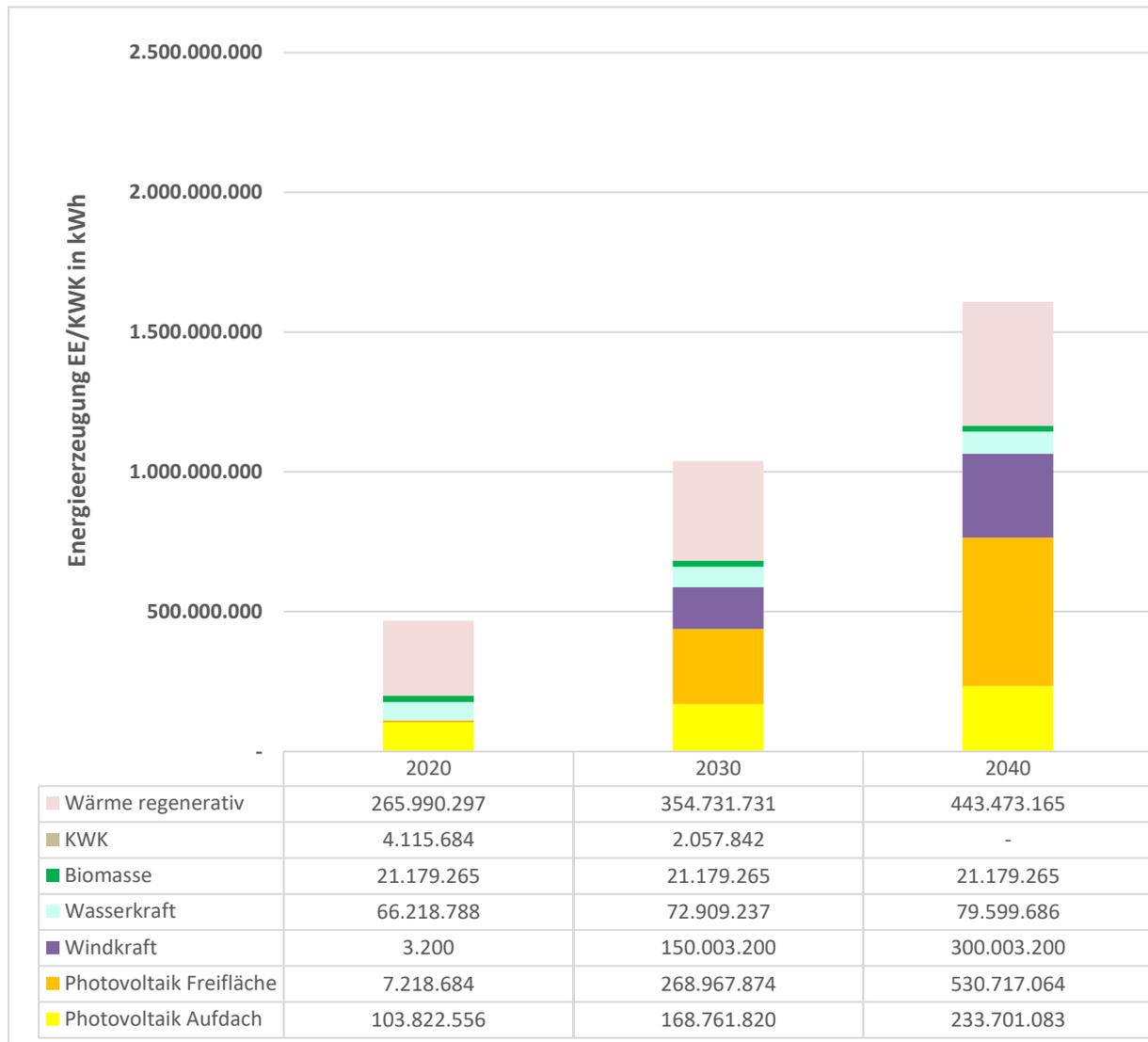


Abbildung 21: Energieszenario 2020 bis 2040 – Entwicklungspfad beim Erschließen der Potenziale erneuerbarer Energien

In Abstimmung mit der Steuerungsrunde wurde alternativ dazu ein weiteres Szenario gezeichnet, bei dem erneuerbare Energieträger nur in dem Maße ausgebaut werden, dass bilanziell eine 100-prozentige Deckung des Energiebedarfs gegeben ist. Hierzu wird die Erschließungsrate bei Freiflächen-Photovoltaik und Windkraft jeweils auf 10 % reduziert. Alle weiteren Annahmen bleiben in diesem alternativen Ausbaupfad, wie bereits zuvor beschrieben, bestehen.

5.3 Szenario

Auf Basis der in den Kapiteln 5.1 und 5.2 zusammengefassten Annahmen zur Erschließung der in den Kapiteln 4.2 bis 4.5 beschriebenen, technisch vorhandenen Potenziale, wurden bereits die Entwicklungspfade von 2020 über das Jahr 2030 bis hin zum Zieljahr 2040 dargestellt. Wird daraus das Zieljahr 2040 herausgegriffen und der prognostizierte Bedarf der entsprechend generierbaren, regenerativen Strommenge gegenübergestellt, so zeigt sich die in Abbildung 22 dargestellte Konstellation.

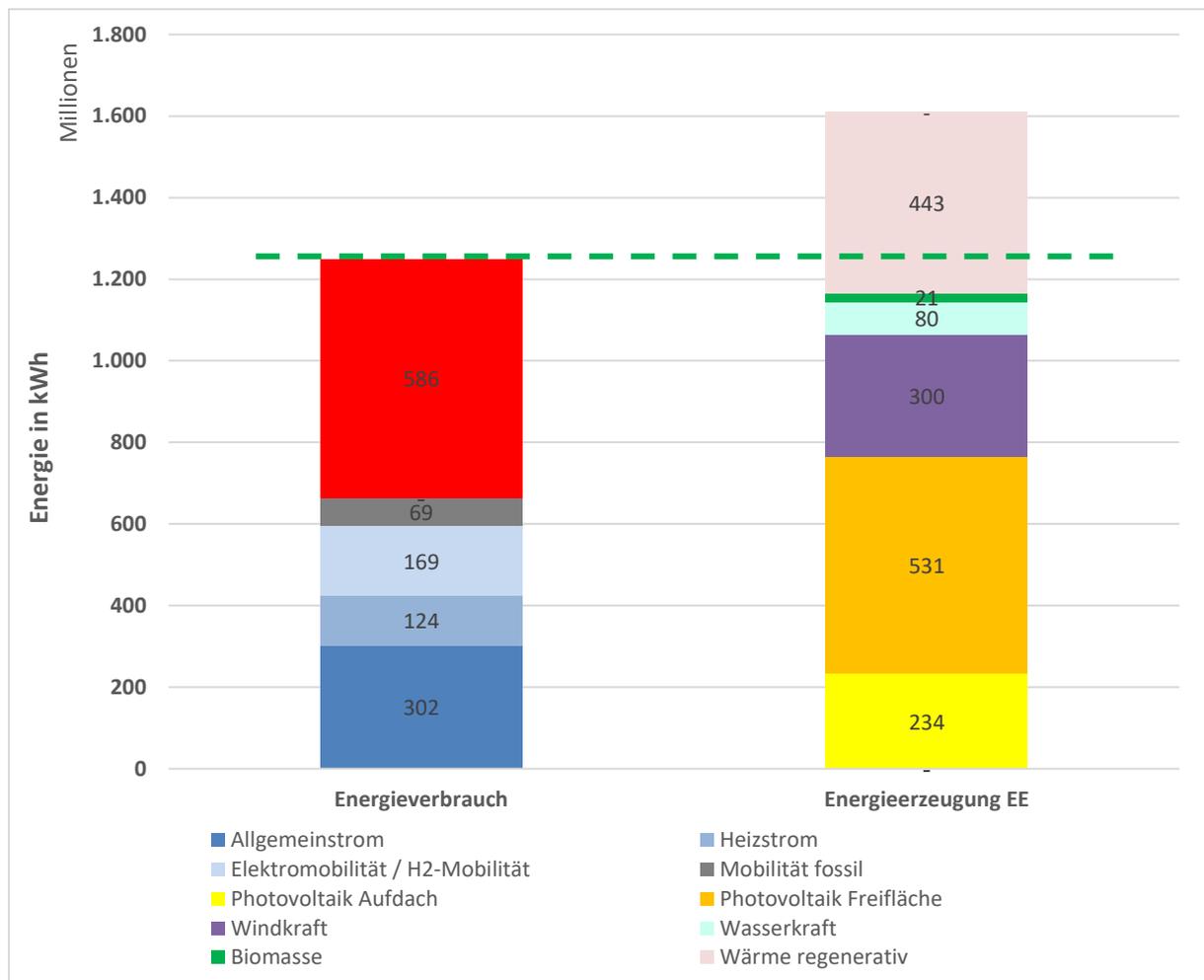


Abbildung 22: Energieszenario im Jahr 2040 – Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der erneuerbaren Energien

Der Strombedarf für die verschiedenen Anwendungszwecke Allgemein, Heizung und Mobilität beläuft sich nach den prognostizierten Einspar- und Transformationsprozessen auf rund 594.601 MWh. Abbildung 22 zeigt den Vergleich zwischen prognostiziertem Energieverbrauch und -erzeugung im Jahr

2040. Dabei sind jeweils rein die jährlichen Endenergiemengen beleuchtet. Etwaige Wandlungsverluste, die auftreten könnten, um fossile Brenn- oder Treibstoffe mittels Stroms zu substituieren (zum Beispiel über Wasserstoff), sind in dieser Betrachtung nicht abzubilden.

Das aufgestellte Ausbauszenario zeigt, dass die resultierende regenerative Stromerzeugung, mit rund 1.608.673 MWh, den Energiebedarf bilanziell zu etwa 129 % aus nachhaltigen Quellen innerhalb des Landkreises abdecken könnte.

In Summe ist die Überführung des regenerativen Stroms zur Deckung der Komponenten Wärme und Mobilität nicht zwingend einhergehend mit den Netto-Verlusten. Aktuell sind in der Betrachtung, beispielsweise bei der Wandlung des Wärmesektors, Wärmepumpen bisher nur auf der Ebene der privaten Haushalte abzubilden. Tendenziell finden diese aber inzwischen auch im Gewerbe und der Industrie (Hochtemperatur- oder Großwärmepumpen) Anwendung. Dabei herrscht durch das Nutzen von Umwelt- oder Erdwärme wieder eine positive Hebelwirkung gegenüber der eingesetzten Kilowattstunde Strom, was die Verluste in Summe wieder mindern würde.

Nachfolgend ist im Vergleich auch das Ziel des alternativen Ausbaupfades dargestellt, welcher aufzeigt wie viel an erneuerbaren Energien zugebaut werden müsste, um bilanziell genau die Energie im Landkreis zu erzeugen, die benötigt wird. Die Potenziale von Aufdach-Photovoltaik, Wasserkraft und Biomasse bleiben im Alternativszenario unberührt. Das Ausbauziel für Freiflächen-Photovoltaik wird auf 349 ha reduziert, was etwa 1,3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche entspricht. Mit dieser Fläche ließen sich 356.218 MWh jährlich produzieren. Das sind 174.499 MWh weniger als im Szenario 1. Außerdem wird die Zahl der Windkraftanlagen auf insgesamt 13 reduziert. Das entspricht einem jährlichen Stromertrag von 130.003 MWh.

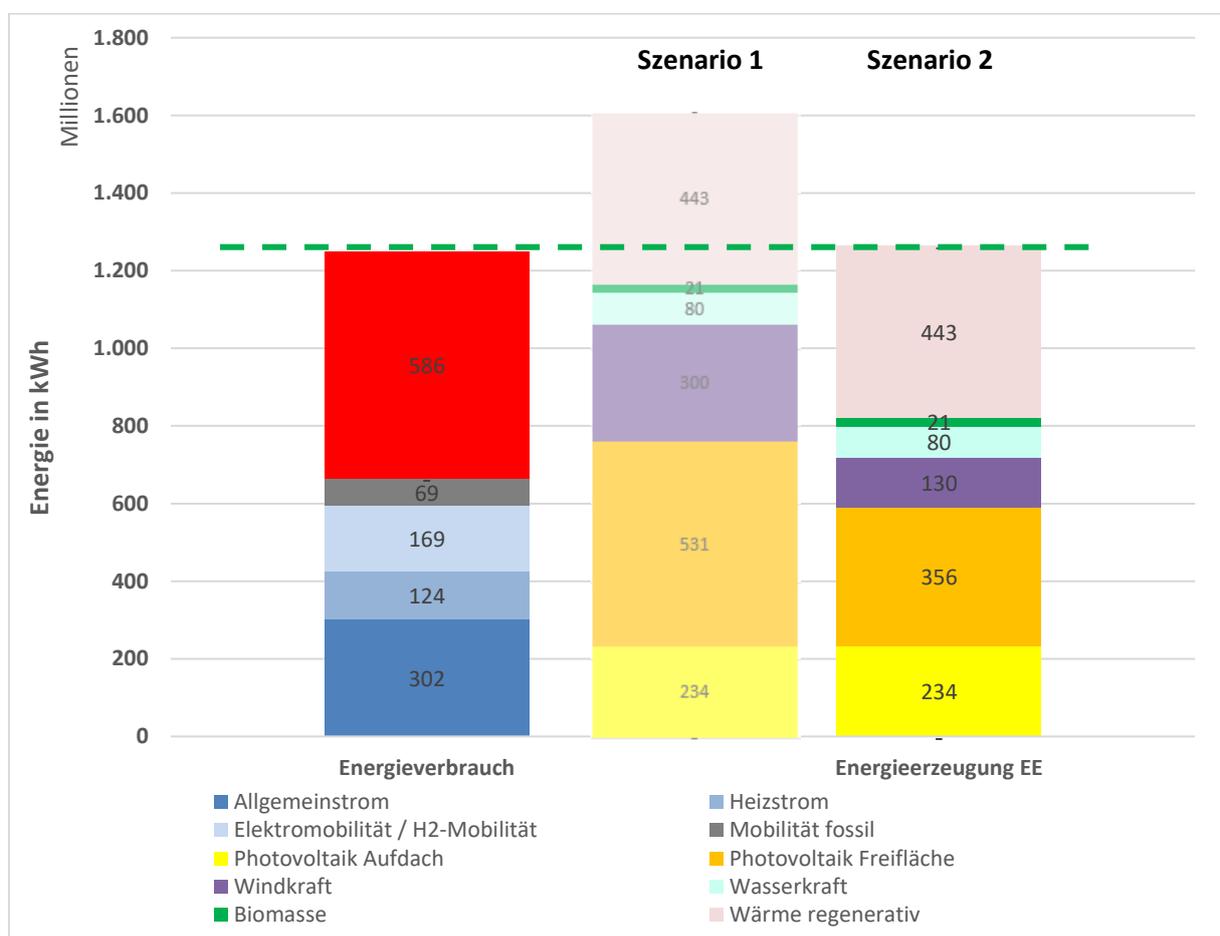


Abbildung 23: Energieszenario im Jahr 2040 – Resultat des alternativen Szenarios

Wichtige ergänzende Hinweise

Es handelt sich beim Aufstellen des Zielszenarios um eine bilanzielle Betrachtung. Tatsächlich ist der zeitliche Verlauf der generierten Energie nie zu einhundert Prozent deckungsgleich mit dem Verlauf

des Bedarfs. Eine wirkliche Autarkie ist somit nicht möglich und es wird immer ein permanenter Austausch von Energie über die Grenzen des Bilanzraums hinweg erfolgen müssen.

Der Grad dessen, was aus dem Bilanzraum exportiert bzw. in diesen importiert wird, kann aber auf verschiedene Wege reduziert werden. So ist es möglich Verbraucher nach der aktuellen Erzeugung auszurichten, also beispielsweise Verbraucher insbesondere dann hochzufahren, wenn ein hohes Angebot an Sonne und Wind vorliegt (Lastmanagement). Alternativ können verschiedene Formen von Kurzzeit-Stromspeichern dazu dienen, Überkapazitäten zu puffern und bei Bedarf freizugeben. Darüber hinaus wäre ein Speichern von Strom über Zwischenstufen wie über das Medium Wasserstoff denkbar.

Weiterhin spricht für eine verstärkt dezentrale, regionale Erzeugungsstruktur mit erneuerbaren Energien-Anlagen, dass neben den offensichtlichen CO₂-Reduktions- und Klimaschutzpotenzialen, die mit dem generellen Ausbau der Erneuerbaren gehoben werden, weitere wirtschaftlich und gesellschaftspolitisch positive Effekte auftreten.

So kann eine dezentrale Erzeugerstruktur, speziell in Verbindung mit Eigenverbrauch und Sektorenkopplung, helfen das vorhandene Übertragungsnetz zu schonen. Zudem erzielen Erneuerbare-Energien-Projekte eine wertvolle, regionale Wertschöpfung (Pacht- und Steuereinnahmen, aber auch Arbeitsplätze und eine Vermeidung von Importkosten). Insbesondere bei Modellen mit direkter Bürgerbeteiligung oder einer abzusehenden Verbesserung der direkten Beteiligung der Kommunen an einzelnen Projekten, kann diese Ausrichtung dazu beitragen, die kommunalen Haushalte zu verbessern, die Wirtschaftskreisläufe vor Ort zu stärken und die Standortattraktivität zu steigern.

6 Maßnahmenkatalog

Ein Kernziel des digitalen Energienutzungsplans ist die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für den Landkreis selbst aufzeigt. Der Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber und den politischen Gremien des Landkreises ausgearbeitet.

Nr.	Maßnahme	Beschreibung und nächste Schritte	Aufwand (1-4)		Einsparung (1-4)		Akteure	Weitere Hinweise
			personell	finanziell	CO2	Energie		
1	Energieversorgungskonzept für die Eishalle Regen	Die Energieversorgung der Eishalle Regen sollte umfassend analysiert und darauf basierend ein effizientes Gesamtversorgungskonzept ausgearbeitet werden. Mögliche Handlungsansätze wären: Prüfung einer effizienten Heizungsversorgung mit Ersatz der alten Gaskessel; Ersatz der alten Lüftungsanlagen; Ausbau der Photovoltaik (Südfassade) und möglichst hoher Eigennutzungsgrad des erzeugten Stroms (Speicher).	3	4	4	3	Stadt Regen / Landkreis Regen	
2	Prüfung zur Installation von Photovoltaik auf allen kreiseigenen Liegenschaften	Die Prüfung zur Identifikation sinnvoller Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen sollte zeitnah umgesetzt werden. Eine entsprechende Handlungsempfehlung an die Gremien soll anschließend zeitnah vorgelegt werden. Sinnvolle Maßnahmen sollen anschließend sukzessive umgesetzt werden, um das Ziel zu erreichen, bis 2030 alle potenziell geeigneten Dachflächen der kreiseigenen Liegenschaften mit PV zu nutzen.	2	2	4	4	Externes Büro / Landkreis Liegenschaftsverwaltung	
3	Konzept zur Nutzung von Speicherpotenzialen im Landkreis	Um überschüssigen Strom kurzzeitig speichern zu können, bedarf es flexiblen Speichertechnologien. Durch die Erstellung eines Konzeptes können der Bedarf sowie die optimale Positionierung von Speichern im Landkreis ermittelt und bereits mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien koordiniert werden. Insbesondere die Stromnetze können dadurch entlastet werden. Gleichzeitig sollen hier die zukünftig zu erwartenden Effekte durch Elektromobilität (bidirektionales Laden) berücksichtigt werden.	2	2	3	3	Landkreis / Netzbetreiber / Unternehmen / Externe	
4	Aufbau eines kommunalen Energiemanagements	Der Aufbau eines kommunalen Energiemanagements wird für alle Kommunen evtl. über die VG und den Landkreis selbst empfohlen. Die jeweilige Umsetzungstiefe ist zu klären. Synergien sollten genutzt werden bzw. ein gleiches System wäre zu empfehlen.	2	2	2	4	Kommunen des Landkreises / Landkreis Liegenschaftsverwaltung & Klimaschutzmanagement	Förderung in Höhe von 40 - 50 Prozent der Brutto-Kosten über die kommunalrichtlinie des Bundes möglich
5	Bürgerinformation im Hinblick auf Sanierungsmaßnahmen / Förderprogramme stärken	Es wird empfohlen, wie bisher die bestehenden Beratungsangebote im Landkreis Regen regelmäßig und gezielt über Printmedien, Homepage und soziale Medien zu bewerben. Das Landratsamt Regen bietet in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Bayern eine kostenlose Energieberatung an. Fragen rund um die Sanierung von Immobilien, Neubau oder Möglichkeiten zum Einsatz erneuerbarer Energien können so spezifisch mit Fachexperten besprochen werden. Das Solarkataster ist ein Online-Werkzeug, mit dessen Hilfe Hausbesitzer einen schnellen Überblick darüber erhalten können, ob und in welchem Ausmaß ihr Dach für Solarpaneele oder eine Begrünung geeignet ist	4	1	2	2	Kommunen des Landkreises / Landkreis Klimaschutzmanagement & Klimaschutzkoordination	
6	Beratungs- / Informationsangebote für Unternehmen stärken (Energieberatung, Photovoltaik, Abwärmenutzung)	Es existieren schon vielfältige Angebote im Landkreis und über die jeweiligen Verbände. Weiter soll geprüft werden, ob andere Landkreise ggf. alternative Handlungsansätze für die Unterstützung der Unternehmen anbieten. Auf Basis dieser Recherche prüft der Landkreis dann die Umsetzung weiterer Maßnahmen. Anhand einer Sensibilisierungskampagne könnten beispielsweise die Vorteile von Photovoltaikanlagen aufgezeigt werden und interessierte Unternehmer bei der Entscheidungsfindung unterstützt werden.	4	1	2	2	Unternehmen / Landkreis Wirtschaftsförderung & Klimaschutzmanagement	
7	Konzept zur Wasserstoffherzeugung im Landkreis	Aufgrund der identifizierten technischen Ausbaupotenziale zur Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien sollte der Aufbau einer eigenen Wasserstoffherzeugung über Elektrolyse geprüft werden. Hierdurch könnte grüner Überschussstrom anhand einer Sektorkopplung zum Beispiel im Sektor Wärme oder dem Sektor Verkehr genutzt werden. Zentraler Bestandteil einer Machbarkeitsstudie sollte die Prüfung geeigneter Standorte für Elektrolyseure darstellen (Ziel: möglichst kurze Transportwege von Erzeugung H2 zu Verbrauch H2)	3	3	3	2	Landkreis / Unternehmen / Externe	Förderung des H2-Konzepts über das StMWI mit bis zu 70% der Brutto-Kosten möglich
8	Wärmeversorgung Arberland Akademie	Die Installation einer neuen Heizungsversorgung sollte geprüft werden. Aktuell erfolgt die Beheizung über einen Heizkessel aus dem Jahr 2007. Um den Zustand der Heizanlage einordnen zu können, könnte ein Heizungscheck durchgeführt werden. Daraus können Empfehlungen zur Optimierung oder zum Austausch der Anlage entnommen werden.	3	4	3	2	Landkreis Liegenschaftsverwaltung	
9	Wärmeversorgung KiTa Poschetsrieder Str. 14	Die Installation einer neuen Heizungsversorgung sollte geprüft werden. Aktuell erfolgt die Beheizung über einen Erdgaskessel aus dem Jahr 2002. Um den Zustand der Heizanlage einordnen zu können, könnte ein Heizungscheck durchgeführt werden. Daraus können Empfehlungen zur Optimierung oder zum Austausch der Anlage entnommen werden. Evtl. kann auch der Anschluss an das Landratsamt geprüft werden, welches mit einem Biomassekessel beheizt wird.	2	2	1	1	Landkreis Liegenschaftsverwaltung	
10	Wärmeversorgung Schule am Weinberg	Die Installation einer neuen Heizungsversorgung sollte geprüft werden. Aktuell erfolgt die Beheizung über einen Erdgaskessel aus dem Jahr 1998. Um den Zustand der Heizanlage einordnen zu können, könnte ein Heizungscheck durchgeführt werden. Daraus können Empfehlungen zur Optimierung oder zum Austausch der Anlage entnommen werden.	3	3	2	2	Landkreis Liegenschaftsverwaltung	
11	Positivplanung Freiflächen-Photovoltaik	Proaktive Ausweisung von PV-Vorranggebieten im Landkreis. Anhand der GIS-Analyse wurden die potenziell geeigneten Flächen im Landkreis ermittelt. Die Positivplanung zeigt auf, wo der Ausbau der Freiflächen-Photovoltaik aufgrund lokaler Gegebenheiten vorrangig gewünscht ist und in den kommenden Jahren umgesetzt werden soll. Dies erleichtert insbesondere die Koordination des Netzausbaus und schafft Planungssicherheit für alle Akteure.	2	1	4	2	Landkreis & Kommunen	
12	Positivplanung Windkraft	Proaktive Ausweisung von Windgebieten im Landkreis: Um den Ausbau der Windkraft im Landkreis aktiv zu steuern, wird in Abstimmung mit den Kommunen nach Gebieten gesucht, die nach den entscheidenden Kriterien (Windleistungsdichte, Erschließung durch Wege, Schutzgebietsregelungen, Sichtbarkeit, Akzeptanz) für die Windkraftnutzung priorisiert werden sollen. Grundlage bilden die Daten aus dem Energienutzungsplan und dem Energieatlas Bayern. In Abstimmung mit den betroffenen Kommunen und dem regionalen Planungsverband Donau-Wald wird dieses Gebiet anschließend als Windenergiegebiet / Vorranggebiet ausgewiesen und die Entwicklung der Fläche (Flächensicherung, Umweltprüfungen, etc.) proaktiv vorangetrieben.	4	2	4	3	Landkreis & Kommunen	
13	Gründung interkommunales Unternehmen zur Umsetzung erneuerbarer Energieprojekte	Der Landkreis und die kreisangehörigen Kommunen gründen einen Zusammenschluss (AöR, GmbH, eG oder andere Rechtsform), der Projekte erneuerbarer Energien plant, umsetzt und ggf. betreibt. Ziel soll sein, den Ausbau in den Bereichen Strom und Wärme im Landkreis aktiv zu koordinieren und möglichst hohe regionale Wertschöpfung zu gewährleisten. Die Bürger und Unternehmen im Landkreis sollen bei sämtlichen Umsetzungsschritten umfassend beteiligt werden (Entscheidungsfindung und finanzielle Teilhabe).	4	4	4	4	Landkreis & Kommunen	
14	Unterstützung Gründung Bürgerenergiegenossenschaft	Der Landkreis unterstützt die Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft als zentrales Organ der Bürgerbeteiligung bei der Umsetzung von erneuerbaren Energieprojekten. Die Unterstützung kann personeller, finanzieller oder auch organisatorischer Natur sein (z.B. Bereitstellung von Büro- und Veranstaltungsräumen für die Verwaltungsaufgaben, Organisation von Informationsveranstaltungen während der Gründungsphase)	3	1	4	4	Landkreis / Kommunen / Genossenschaftsverband Bayern / Bürger	
15	Nahwärmenetz Viechtach	Für das angedachte Nahwärmenetz in Viechtach wird eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben. Die Anlieger werden durch Informationsveranstaltung bei der Gestaltung der Umsetzung beteiligt, um größtmögliche Akzeptanz und Anschlussleistung zu erreichen. Anschließend kann die Umsetzung über die Förderrichtlinie BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze) gefördert werden.	4	3	3	3	Stadt Viechtach / Landkreis Klimaschutzkoordination / externe Beratung	Förderung BEW / Umsetzungsbegleitung ENP

Abbildung 24: Maßnahmenkatalog für den Landkreis Regen

7 Detailprojekte aus dem Maßnahmenkatalog

Auf Basis der ausgearbeiteten Potenziale und des Maßnahmenkatalogs, wurden im Rahmen des Energienutzungsplans ausgewählte Detailprojekte untersucht:

- Parkplatz-PV-Screening
- PV Freiflächen Analyse
- Ladeinfrastruktur

7.1 Parkplatz-Photovoltaik

7.1.1 Grundlagen Parkplatz-Photovoltaik

Vielerorts besteht seit einiger Zeit ein stetig wachsendes Interesse an dem Themenfeld Parkplatz-Photovoltaik. Insbesondere im Zuge von Diskussionen rund um die Freiflächen-Photovoltaik, werden diese Flächen als interessante Alternative oder Ergänzung bei der solaren Energiegewinnung befunden.

Um das Thema, das Potenzial und die praktische Umsetzung zu demonstrieren, wurde in Abstimmung mit den Akteuren vor Ort festgelegt, eine GIS-basierte Analyse bestehender, örtlicher Parkplatzflächen durchzuführen und deren solares Potenzial qualitativ und quantitativ aufzuzeigen. Die Flächen werden automatisiert identifiziert, vermessen und nach verschiedenen Kriterien (Ausrichtung, Größe, Beschaffenheit) klassifiziert.

Das beleuchtete Detailprojekt repräsentiert die konkreten, aus dem Energienutzungsplan hervorgehenden Einzelmaßnahmen. Die Erkenntnisse können für zahlreiche weitere Kommunen im Landkreis als Musterbeispiel dienen.

7.1.1.1 Hintergründe

Als Parkplatz-Photovoltaik wird gemeinhin die Installation von Photovoltaikmodulen als oder in Verbindung mit Stellplatzüberdachung für Fahrzeuge bezeichnet. Parkplätze bieten mit ihrer weitläufigen und ebenen Fläche ein großes Potential für die Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen. In den meisten Fällen werden sie aktuell aber nur für ihren ursprünglichen Zweck, das Abstellen von Fahrzeugen, genutzt.

Wie zuvor erwähnt, stieg das Interesse an der Nutzung dieser Flächen für die solare Energiegewinnung zuletzt stetig. Die Vorteile der Parkplatz-Photovoltaik sind vielfältig, während wirkliche Nachteile, abgesehen von den im Vergleich höheren Investitionskosten, kaum vorhanden sind. Beides ist nachfolgend ausführlicher beleuchtet.

Die Nutzung dieser bereits versiegelten Flächen stellt eine Alternative oder Ergänzung zur Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen dar, die vielerorts (zumindest in größeren Maßstäben) tendenziell kontrovers diskutiert wird. Die landwirtschaftliche Flächenkulisse kann somit hinsichtlich ihres Erfordernisses für die Energiegewinnung entlastet werden.

Ein weiterer häufiger Anwendungsfall ergibt sich im Zusammenhang mit Gewerbe und Industrie. Insbesondere stromintensive Unternehmen sind in Folge steigender Energiepreise auf der Suche nach Möglichkeiten zur on-site Energiegewinnung. vielerorts lassen die Dachflächen der Unternehmen – beispielsweise aus Gründen der Statik oder der Besitzverhältnisse – eine Nutzung nur bedingt oder gar nicht zu. Teilweise sind die Dachflächen von Industrieunternehmen auch einfach schon erschlossen, die Unternehmen aber dennoch noch sehr vom externen Energiebezug abhängig. Auch hier bieten vorhandene, unternehmenseigene Parkplatzflächen eine Möglichkeit zur Stromerzeugung und direkten Speisung des Strombedarfs des jeweiligen Unternehmens.

Mit dem allgemein schnell wachsenden Anteil an Elektromobilität steigt parallel dazu entsprechend auch der Bedarf an Strom und vor allem an Ladeinfrastruktur. So sind Parkplatzflächen als klassische Abstellmöglichkeiten (Arbeitsplatz, Einkaufsmöglichkeiten, ÖPNV-Knotenpunkte) immer mehr an den Bedarf von Ladestrom geknüpft. Auch dieser Faktor sorgt für eine stetig wachsende Bedeutung der Parkplatz-Photovoltaik.

Stromnetzbetreiber stehen dieser Kombination aus Energieerzeugungsanlagen und direktem Verbrauch vor Ort meist positiv gegenüber. Die Kopplung der Sektoren Strom und Mobilität kann in diesem Fall die absolute, über das Netz zu transportierende Strommenge – im Vergleich zur Volleinspeisung des Stroms – tendenziell verringern und somit auch die Belastung des Stromnetzes etwas abfedern.

Die zuvor genannten Pro-Argumente für die Technologie sind insbesondere aus Betreibersicht relevant, aber auch die Fahrzeugnutzer profitieren von dieser Konstellation. So ist eine Parkplatz-Photovoltaik-Maßnahme meist auch geknüpft an die Installation von Ladepunkten (relevant für E-Fahrzeuge) und sorgen für eine weitestgehende Entkopplung von äußeren Witterungseinflüssen (wie Hitze, Regen, Wind, Sonne, Hagel, Schnee, etc.), was einen deutlichen Komfort- und Sicherheitsgewinn darstellt.

Schlussendlich ergeben sich darüber hinaus im ersten Moment möglicherweise weniger naheliegende Benefits, wie z.B. den möglichen Entfall eines Winterdienstes, der Erhöhung der Lebensdauer des Parkplatzbelags oder auch der gezielten Regenwasserführung über eigene Entwässerungssysteme für die mögliche Weiternutzung (Bewässerung etc.).

Wie zuvor bereits erwähnt sind, im Gegenzug zu den zuvor genannten Vorteilen der Technologie und des Bauprinzips, die Nachteile eher gering. In erster Linie sind Parkplatz-Photovoltaik-Anlagen vor allem merklich teurer als klassische Freiflächen- oder gar Aufdach-Photovoltaik-Anlagen. Einerseits sind die Materialkosten durch die umfangreichere und teils massivere Unterkonstruktion höher, zum anderen sind die baulichen Maßnahmen (insbesondere bei der nachträglichen Installation des Parkplatz-PV-Systems) deutlich aufwändiger. In der Praxis scheiterten Projekte beispielsweise daran, dass die Parkplatzflächen sich in bereits weitläufig versiegelten Arealen befanden, die Leitungsführung zum nächstgelegenen Einspeisepunkt mit langer Leitungsführung über Asphaltflächen (mit jeweils Öffnen und Wiederherstellen der Asphaltdecke) einher gegangen wären und dies letztlich wirtschaftlich keine sinnvolle Lösung zuließ.

Pauschale Aussagen über die technische und vor allem wirtschaftliche Eignung einer Parkplatzfläche für Photovoltaik sind aufgrund der Vielfältigkeit also nur im Einzelfall abschließend möglich. Projekte müssen individuell untersucht werden. Auch in Abstimmung mit dem Netzbetreiber, welcher i.d.R. den geeigneten Einspeisepunkt berechnen muss.

Das Potenzial wurde politisch ebenfalls erkannt. So ist in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und weiteren Bundesländern bereits gesetzlich vorgeschrieben ab 35 bzw. 50 Stellplätzen, 60 % der zur Solarnutzung geeigneten Stellplätze mit PV-Modulen zu belegen. In Bayern liegt aktuell noch keine derartige Verpflichtung vor.

7.1.1.2 Ausführung

Die Systeme und Bauformen für Parkplatz-Photovoltaik sind vielfältig. Nachfolgend wird eine grobe Übersicht gängiger Ausführungen und wesentlicher, praxisrelevanter Eigenheiten geschildert, die es zu beachten gilt bzw. zwischen welchen Anlagenbetreiber auswählen müssen.

Wesentliche Unterschiede in den Systemen liegen im ersten Schritt schon in der Fragestellung, ob die Fläche flächendeckend überbaut werden soll oder nur einzelne Parkplatz-Reihen. Daraus hervorgehend steht eine Vielzahl von Unter- (Tragwerk) und Überkonstruktionen zur Verfügung (siehe Abbildung 25). In der Praxis kann die Höhe zwischen 2,5 und 3 Metern für PKWs oder aber 4 bis 5 Meter für

LKWs betragen. Die Fahrwege bleiben vielerorts offen, um die Durchfahrt von Lieferfahrzeugen zu ermöglichen. In den meisten Fällen erfordert die Unterkonstruktion ein entsprechendes Fundament.

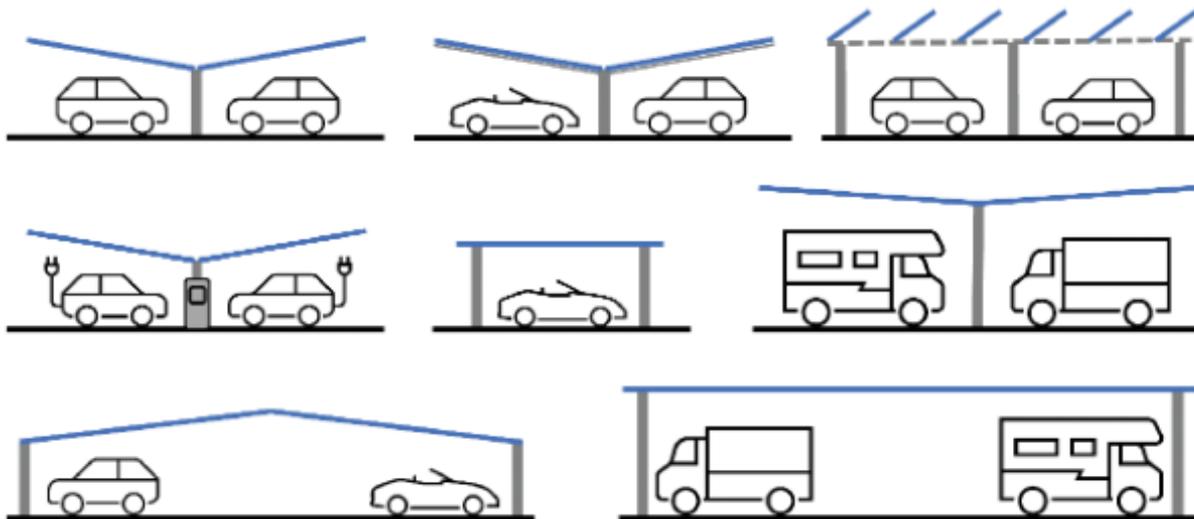


Abbildung 25: Verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten für Parkplatzüberdachung (Bildquelle: www.solarcluster-bw.de)

In Abbildung 25 ist zudem zu erkennen, dass die Dachkonstruktion sowohl durch Pfeiler an allen vier Seiten als auch lediglich durch Stützen an der Stirnseite des Parkplatzes befestigt werden kann. Die Module können flach oder geneigt montiert werden. Sind die Module nicht auf einer durchgehenden Dachhaut befestigt, ist bei einer gegen Süden gerichteten Aufständigung der Module zwar der solare Ertrag höher, allerdings kein vollständiger Niederschlagsschutz mehr gegeben.

Abhängig von der gewählten Unterkonstruktion stehen auch verschiedene Möglichkeiten der Überdachung zur Verfügung. So können die Module selbst die Dachhaut bilden oder eine klassische Eindeckung (z.B. Trapezblech) verwendet werden. Sollen die Module selbst die Dachhaut bilden, so steigen die Anforderungen deutlich an. Meist werden semitransparente Glas-Glas Module verwendet, die zwischen den einzelnen Zellen Tageslicht hindurch lassen (siehe Abbildung 26). Diese erfordern aber eine entsprechende Zulassung als Überkopfverglasung. Der Abstand zwischen diesen, auf beiden Seiten mit Glasscheiben abgedeckten, Zellen ist frei wählbar, somit kann der Tageslichteinfall und der Beschattungsgrad, den eigenen Zielvorstellungen in gewissem Umfang angepasst und festgelegt werden. Herkömmliche PV-Module besitzen auf der Rückseite eine Kunststoffolie. Sie sind zwar kostengünstiger, aber meistens nicht als Überkopfverglasung zugelassen. Sie müssten deshalb auf einer Unterkonstruktion (beispielsweise einem Blechdach) installiert werden.

Darüber hinaus ist noch zu beachten: Es handelt sich bei einer derartigen Maßnahme um eine bauliche Anlage für die i.d.R. eine Baugenehmigung erforderlich ist.



Abbildung 26: Parkplatzüberdachung mit Glas-Glas PV-Modulen (Bildquelle: www.pv-magazine.de)

7.1.1.3 Nutzungsmöglichkeiten für den erzeugten Strom

Für den aus der Parkplatz-Photovoltaikanlage generierten Strom bestehen grundsätzlich dieselben Nutzungsmöglichkeiten, wie auch beim Aufdach- oder Freiflächen-Photovoltaik Strom. Er kann entweder vollständig in das Stromnetz eingespeist und nach dem EEG oder an der Strombörse vermarktet werden, oder bilanziell-kaufmännisch im räumlichen Zusammenhang direkt verbraucht werden. Nicht vor Ort direkt verbrauchte Mengen können als sog. Überschussstrom ebenfalls in das Stromnetz eingespeist werden. Möglichkeiten zum Eigenverbrauch sind ebenfalls die bekannten, klassischen Anwendungsfälle. So kann der Strom entweder zum Betrieb von elektrischen Geräten (insbesondere im Zusammenhang mit Industriebetrieben ein Faktor) oder aber auch zur Versorgung von Elektrofahrzeugen oder gar zur Wärmebereitung eingesetzt werden (Sektorenkopplung).

Abdeckung des eigenen Strombedarfs

Der langjährige klassische Anwendungsfall liegt in der Nutzung des Solarstroms für den Betrieb klassischer Stromverbraucher in Gewerbe- oder Industriebetrieben, öffentlicher Einrichtungen oder dem privaten Haushalt. Im Zusammenhang mit der hier behandelten Parkplatz-Photovoltaik liegen die Anwendungen vor allem im gewerblichen bzw. industriellen, zum Teil auch im kommunalen Anwenderkreis (z.B. Schwimmbäder).

Nutzung für die Elektromobilität

Im Zuge des ebenfalls stetig steigenden Anteils an Elektromobilität im deutschen Verkehrssektor, steigen parallel auch der Bedarf von (regenerativem) Strom und an Ladeinfrastruktur deutlich an. Die Verknüpfung von Parkplatz-Photovoltaikanlagen mit dem Anwenderfall E-Mobilität ist dabei schon aufgrund des räumlichen Zusammenhangs naheliegend.

So können Ladepunkte (z.B. Wallboxen) direkt am Tragwerk der Überdachung angebracht werden und auf kurzem Wege in die elektrische Infrastruktur der Parkplatz-Photovoltaikanlage mit eingebunden werden. Aus technischer Sicht ist dies zumeist unkompliziert durchführbar, im Betrieb ergeben sich für den Anlagenbetreiber hingegen gewisse energiewirtschaftliche und rechtliche Hürden. So ist es in der Regel erforderlich, für die Stromlieferung an Dritte die genutzten Mengen konform zu erfassen (erfordert die entsprechende Messinfrastruktur) und Abrechnungs- und Meldepflichten gegenüber den Verteil- oder Übertragungsnetzbetreibern nachzukommen. In der Praxis werden für den Betrieb der Ladepunkte daher häufig Dienstleister mit einbezogen, die das Bindeglied zwischen Anlagenbetreiber und Stromnutzer darstellen.



Abbildung 27: An einen Stützfeiler montierte Ladesäule (Bildquelle: www.hoermann-info.de)

Wärmestrom

Nicht nur bei Wohngebäuden oder öffentlichen Einrichtungen soll die Elektrifizierung des Wärmesektors (speziell Wärmepumpen) beschleunigt voranschreiten, auch im gewerblichen und industriellen Bereich gehen die Entwicklungen beschleunigt in diese Richtung. So kann mittels Großwärmepumpen auch für Industriebetriebe oder ganze Quartiere Raumwärme bzw. mittels sogenannter Hochtemperatur-Wärmepumpen auch Prozessenergie bereitgestellt werden.

Ergänzend zu den fortschreitenden Transformationsprozessen in der Wärmeversorgung, vom klassischen fossilen Brennstoff hin zu Aggregaten auf Basis von erneuerbarem Strom, sind bereits im Ist-Zustand häufig strombasierte thermische Anwendungen vorhanden, beispielsweise für den Betrieb von raumlufttechnischen Anlagen zur Lüftung und Klimatisierung oder auch für die Erzeugung gewerblicher oder industrieller Prozesskälte.

Sollten Aufdach-Photovoltaik-Potenziale bereits erschöpft oder nicht gegeben sein, so kann über möglicherweise vorhandene Parkplatzflächen dezentraler Strom für die Unterstützung der Wärme- bzw. Kältebereitstellung generiert werden.

7.1.2 GIS-Analyse des möglichen Parkplatz-PV-Potenzials im Landkreis Regen

Ziel der Analyse ist das softwaregestützte, automatisierte und georeferenzierte Ermitteln potenziell für die Anwendung von Parkplatz-Photovoltaik geeigneter Parkplatzflächen im Landkreis Regen. Die dargestellten Beispielbilder zeigen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die Stadt Regen. Die Analyse wurde jedoch für den gesamten Landkreis durchgeführt. Die Analyse soll Demonstrationsobjekt für die praktische Anwendbarkeit der GIS-Analysen sein, deren Hintergrund darlegen und soll somit einerseits der Information interessierter kommunaler und industrieller Vertreter dienen und andererseits diese auch für die Thematik sensibilisieren.

7.1.2.1 Methodik

Die Identifikation der potenziell attraktiven Parkplatzflächen im Stadtgebiet stützt sich auf frei zugängliche Open-Source-Daten. Diese werden mit ebenso frei verfügbaren GIS-Programmen verarbeitet und aufbereitet, sodass eine Identifikation einzelner Parkplatz-Areale und eine automatische Auswertung möglich werden. Zwar führt die Nutzung von Open-Source-Daten zu einer leichten Unschärfe im Vergleich zu kostenpflichtigen Vermessungsdaten, aber andersorts durchgeführte, stichprobenartige Vergleiche mit behördlichen Vermessungsdaten ergaben eine akzeptable Abweichung. In Abbildung 28 ist ein Auszug der identifizierten Parkflächen dargestellt.



Abbildung 28: Erster Zwischenschritt der Analyse: Identifikation von Parkplatzflächen allgemein [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung]

Die Analyse wird zudem ergänzt mit öffentlich verfügbaren Daten zu bestehenden Ladesäulen, Supermarktstandorten, Flächen in Ensembleschutz-Gebieten und Gebiete der Industrie, des Gewerbes und des Einzelhandels.

So werden die identifizierten Flächen im zweiten Schritt noch nachgeschärft, indem beispielsweise die Flächen in Ensembleschutz-Gebieten und Tiefgaragen/Parkhäuser, die vom automatisierten Ansatz als Fläche identifiziert wurden, ausgeklammert werden.

Die letzten Erfahrungswerte zeigten, dass rund 1.200 m² Mindest-Fläche verfügbar sein sollten, damit eine Parkplatz-Photovoltaikanlage allein aufgrund der Einspeisevergütung wirtschaftlich arbeiten kann. Sollte Eigenverbrauch möglich sein (beispielsweise bei Industriebetrieben) könnte dieser Wert auch unterschritten werden, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Diese Konstellation kann über den hier durchgeführten Ansatz aber nicht abgebildet werden. Daher wurden die identifizierten Parkflächen auch nach der Vorgabe einer Mindest-Fläche von 1.200 m² analysiert und all diejenigen, die dieses Kriterium unterschreiten, aussortiert.

So verbleiben in dem exemplarisch gewählten Kartenausschnitt die in Abbildung 29 gekennzeichneten Parkplatzflächen als technisches Potenzial.



Abbildung 29: Identifizierte Parkplatzflächen (> 1.200 m²) zur tiefergehenden Untersuchung [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung]

Die in Abbildung 30 dargestellte Verteilung zeigt, dass es wenige sehr große Parkplatzflächen im Stadtgebiet gibt und der Hauptteil sich eher kleinteilig und dezentral über das Stadtgebiet verteilt.

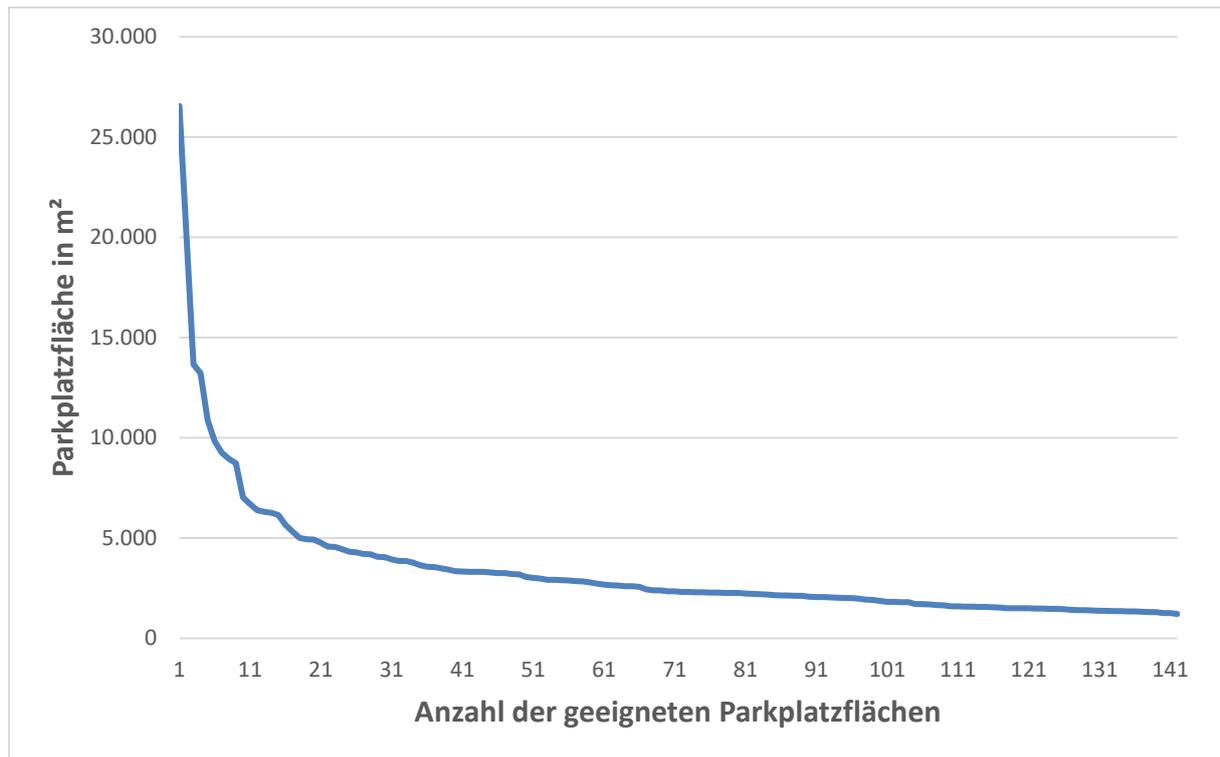


Abbildung 30: Größenverteilung der identifizierten Flächenkulisse

7.1.2.2 Ergebnisse der GIS-Analyse und Ergebnisdarstellung

Die zuvor geschilderte Methodik liefert die nach den beschriebenen Rahmenbedingungen und Parametern resultierenden, nutzbaren Flächen. Auf dieser Basis können einerseits tiefere qualitative Untersuchungen und Differenzierungen vorgenommen und andererseits quantitative Ableitungen (Ausdehnung der jeweils identifizierten Fläche, elektrische Leistung und Stromertrag) angestellt werden.

Qualitative Analyse

Die mögliche Verortung identifizierter Flächen in Industrie- oder Gewerbegebieten (und auch in der Nähe von Einzelhandelsplätzen) kann für die Kommune insofern von Relevanz sein, als dass die Akteure bei der Umsetzung eines solchen Projekts besser identifiziert und zugeordnet werden können. So sind Flächen innerhalb dieser Gebietskulisse eher von den anliegenden bzw. betreffenden Unternehmen umzusetzen, während Flächen außerhalb dieser Gebietskulisse (i.d.R. öffentliche Parkplatzflächen) eher in den Zuständigkeitsbereich der Kommune fallen.

Gleichzeitig ermöglicht es die Analyse einzelne Flächen gemäß der Größe der Einzelflächen zu staffeln und vor allem auch hinsichtlich ihres Formfaktors zu klassifizieren (vgl. Abbildung 31). Flächen mit einer tendenziell rechteckigen Struktur sind als eher geeignet eingestuft (tendenziell grün) im Vergleich zu Flächen mit hohem Grad an Rundungen oder Verwinkelungen (tendenziell rot).

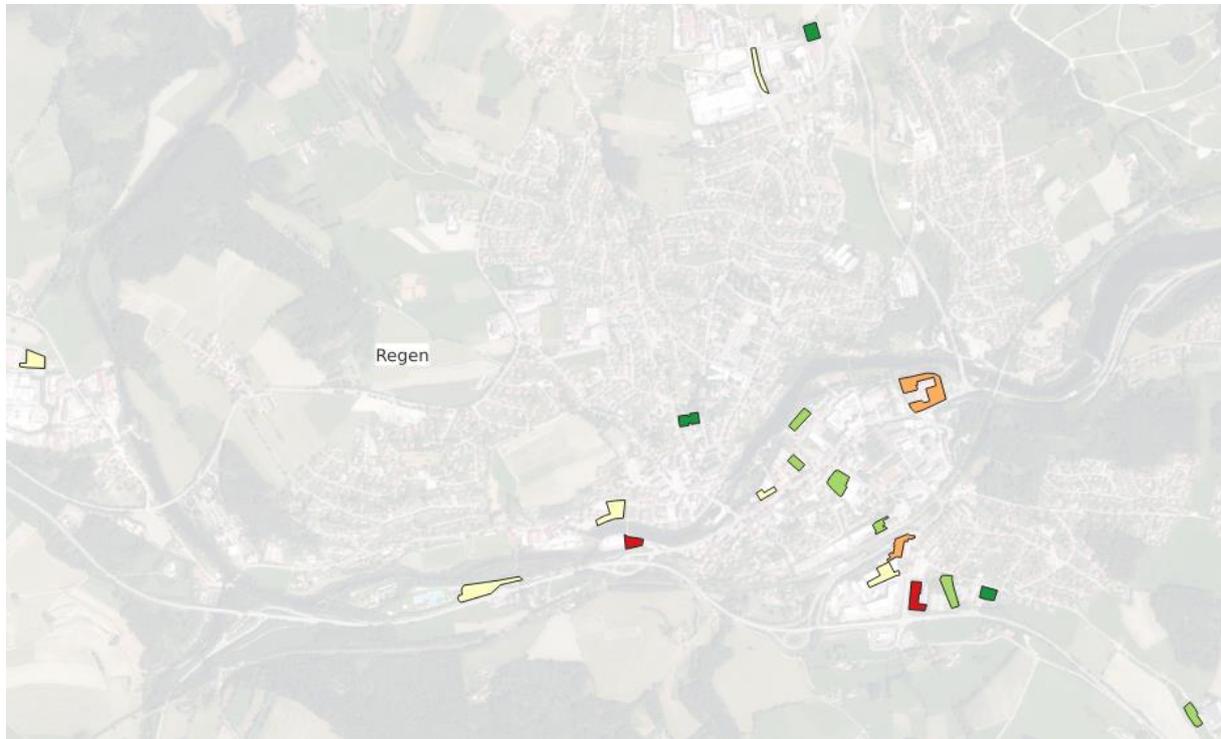


Abbildung 31: Nach Formfaktor eingestufte identifizierte Parkplatzflächen [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung]

Die identifizierten Flächen können im Zuge der tiefergehenden Analyse auch nach der „Qualität“ der Ausrichtung der Hauptkanten abgestuft werden (Abbildung 32). Auch hier ist die Güte gestaffelt dargestellt von tendenziell besser ausgerichtet (grün) bis hin zu tendenziell schlechter ausgerichtet (rot).

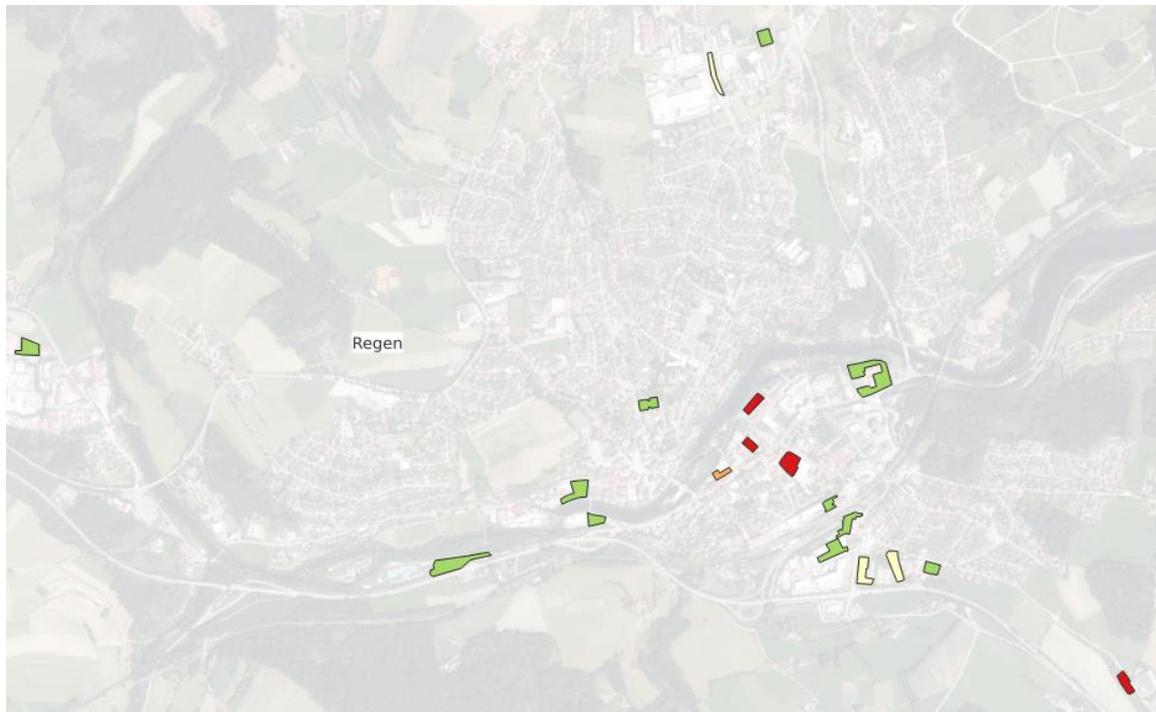


Abbildung 32: Nach Ausrichtung eingestufte identifizierte Parkplatzflächen [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung]

Quantitative Analyse

Neben der zuvor geschilderten qualitativen Einschätzung der identifizierten Parkplatzflächen, kann über die messbare Ausdehnung (Fläche in m^2) der Flächen die installierbare Photovoltaik-Leistung und der jeweilige solare Ertrag bestimmt werden.

Insgesamt wurden 142 Parkplatzflächen im Landkreisgebiet ermittelt, deren Gesamtfläche über 1.200 m^2 beträgt. Wie beschrieben, stellt dies einen Erfahrungswert dar, der als Indikator für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Parkplatz-PV-Anlage auf einer betreffenden Fläche dient. In Summe beträgt die Fläche rund 479.993 m^2 (ca. 48 ha). Unter der Annahme eines spezifischen Flächenbedarfs von in etwa $6 m^2/kW_p$, beträgt die installierbare Leistung 55.999 kW_p . Der daraus zu generierende jährliche Stromertrag beliefe sich damit auf ca. 53 Mio. kWh. Diese Anlagen könnten Freiflächen-Photovoltaik auf einer Fläche von rund 56 ha ersetzen (Annahme für Freiflächen-Photovoltaik: $1000 kW_p/ha$).

7.2 Ladeinfrastruktur

Der Landkreis Regen hat sich frühzeitig unter den Aspekten Klimawandel, Emissionsvermeidung und Steigerung der Unabhängigkeit gegenüber fossilen Primärenergieträger wie beispielsweise Erdgas, Öl und Diesel mit der Thematik Elektromobilität beschäftigt. Hierfür sind im Rahmen des vorliegenden Energienutzungsplan die Potentiale für den Aufbau von Ladeinfrastruktur an landkreiseigenen Liegenschaften untersucht und bewertet worden. Zum einen soll Angestellten und Bediensteten ein Anreiz geboten werden auf Elektrofahrzeuge umzusteigen zum Anderen sollen auch Besucher und Bürger an einzelnen Liegenschaften Zugriff auf öffentliche Ladepunkte erhalten. Hierdurch möchte der Landkreis mit gutem Beispiel vorangehen und eine regionale Signalwirkung aussenden.

Zur Identifizierung des Handlungsbedarfs wird unter anderem eine Umfrage bei allen Angestellten und Bediensteten durchgeführt. Anschließend kann daraus die notwendige Anzahl an Ladepunkten sowie eine erste Abschätzung zur benötigten Energiemenge bzw. der notwendigen Anschlussleistung für die zu untersuchenden Liegenschaften abgeleitet werden. Diese werden anschließend an einzelnen Liegenschaften mit den derzeit vorhandenen technischen Anschlussleistungen abgeglichen, um ggf. notwendige Handlungsempfehlungen für den Ausbau der elektrischen Infrastruktur abzuleiten.

7.2.1 Rahmenbedingungen

Nachfolgende Kapitel geben einen kurzen Überblick über die aktuellen politischen sowie die zu berücksichtigenden rechtlichen Rahmenbedingungen.

7.2.1.1 Motivation und Ziele der Mobilitätswende

Aufgrund der aktuellen Entwicklungen und der voranschreitenden klimatischen Situation sind auf verschiedenen Ebenen Klimaschutzziele und Programme zum Wohle des Klimaschutzes und der Energiewende definiert bzw. verankert. Übergeordnet über nationalen Zielen ist auf europäischer Ebene im „Fit für 55“-Programm“ das Ziel die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 im Vergleich zu 1990 um min. 55 % zu senken verankert. Außerdem sollen bis 2050 die Netto-Treibhausgasemissionen auf null gesenkt werden. Diese Ziele wurden im Rahmen des Klimaschutzgesetzes auf nationale Bundesebene übertragen und verschärft. So sollen bis 2030 auf deutscher Ebene die CO₂-Emissionen um 65 % im Vergleich zu 1990 reduziert werden, um bis 2045 die Treibhausgasneutralität zu erreichen. Um diese Ziele erreichen zu können muss unter anderem eine Wende im Verkehrssektor erfolgen, da hier ca. 20 % der Treibhausgasemissionen bzw. ca. 146 Mio. t CO₂-Äquivalent an Emissionen anfallen. Zudem weist der Verkehrssektor seit 1990 nur geringe Reduktionseffekte auf. So wurden in den letzten 30

Jahre ca. 20 Mio. t CO₂-Äquivalent eingespart. Im Jahr 1990 betrug die Emissionen im Verkehrssektor 164 Mio. t CO₂-Äquivalent. Ziel bis 2030 sind 85 Mio. t CO₂-Äquivalent, dies bedeutet die wesentlichen Schritte zum Wandel sind noch offen, wie Abbildung 33 symbolisch zeigt.

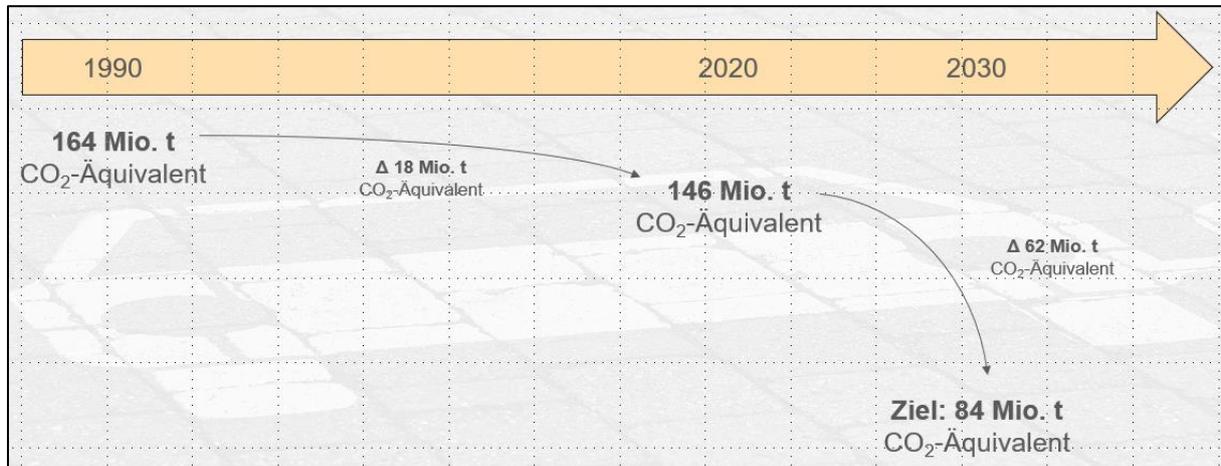


Abbildung 33: Emissionswerte und -ziele im Verkehrssektor

Der Freistaat Bayern geht mit der Klimaschutzoffensive auf Landesebene voran und strebt die Klimaneutralität Bayerns bis 2040 an. Hierfür wurden Kernsektoren identifiziert, unter anderem smarte und nachhaltige Mobilität als Schlüsselthema.

Zur Erreichung der Gesamtziele als auch vor allem im Verkehrssektor soll eine Mobilitätswende hin zu CO₂-neutralerer Mobilität und ein Umstieg auf nachhaltige Energieträger sowie eine Antriebswende hin zur Elektromobilität wichtige Einspareffekte einbringen. Fest verankertes Ziel ist es bis 2030 1 Mio. öffentliche Ladepunkte für die Elektromobilität zu errichten, um hierdurch ausreichend Motivation und Anreize zu schaffen, das bis 2030 15 Mio. Elektro-PKW zugelassen sind und herkömmliche Verbrennerfahrzeuge verdrängen.

7.2.1.2 Masterplan Ladeinfrastruktur II

Der im Oktober 2022 von der aktuellen Bundesregierung („Ampel-Koalition“) verabschiedete Masterplan Ladeinfrastruktur II bekräftigt das Bekenntnis der Großen Koalition für die Umsetzung und den Markthochlauf der E-Mobilität in Deutschland. Übergeordnetes Ziel ist es Deutschland als globalen Leitmarkt für Elektromobilität zu etablieren. In diesem Kontext ist eine flächendeckende, bedarfsgerechte und nutzerfreundliche Ladeinfrastruktur erforderlich. Mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur II hat die Bundesregierung eine neue Gesamtstrategie erarbeitet, welche mit insgesamt 68 Maßnahmen

den zukünftigen Weg für den Ausbau der Ladeinfrastruktur vorgibt und als Fahrplan für die Aufgaben der nächsten Jahre dient.

Wichtige Themenfelder sind hierbei die Bereiche Förderung, Befähigung von Kommunen, Flächenverfügbarkeit, Stromnetzintegration, Laden an Gebäuden sowie schwere Nutzfahrzeuge. Sie adressieren unter anderem die Politik auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene sowie Investoren, Betreiber und Ladeinfrastrukturanbieter. Zudem soll die Privatwirtschaft mobilisiert werden, um das gemeinsame Zielbild zu erreichen, ein Viertel aller Mitarbeiterparkplätze bis Ende 2025 mit Ladeinfrastruktur auszustatten.

Die Grundlagenerarbeitung zur Umsetzung der Maßnahmen ist aktuell noch nicht abgeschlossen. Notwendige juristische Prüfungen und die Ausgestaltung der Prozesse sind noch offen.

7.2.1.3 Zulassungsverbot fossiler Verbrennerfahrzeuge ab 2035 auf europäischer Ebene sowie Deutscher Mobilitätsgipfel und Autogipfel

Im März 2023 haben die EU-Mitgliedsstaaten und das Europäische Parlament beschlossen, dass ab dem Jahr 2035 keine Neuwagen mit fossilem Verbrennungsmotor zugelassen und verkauft werden dürfen, Bestandsfahrzeuge (gebrauchte Diesel und Benziner) sind vom Verbot nicht betroffen. Zur Reduktion der Pkw-Emissionen sollen ab 2035 nur noch emissionsfreie klimaneutrale Neufahrzeuge in der EU zugelassen werden dürfen. Für Verbrennungsmotoren bedeutet dies, dass diese mit synthetisch hergestellten Kraftstoffen (E-Fuels) zu betreiben sind. Die sogenannten Flottengrenzwerte für Autos sollen bis 2035 auf null sinken. Zwischenziel bis 2030 ist eine Reduktion der Pkw-Emissionen um 55 %. Inwieweit E-Fuels für Neuwagen zulässig sind, ist abschließend noch nicht final bewertet. Jedoch ist davon auszugehen, dass E-Fuels nur eine untergeordnete Rolle für Kleinserien oder Sonderfahrzeuge spielen. Der Hauptfokus richtet sich auf den Ausbau der Elektromobilität. Die Gesamtentscheidung wird im Jahr 2026 überprüft und ggf. angepasst.

Gleiche Tendenzen zeigen die Ergebnisse des Deutschen Mobilitätsgipfels im Januar 2023. Eine Spitzenrunde aus der Politik, der Auto- und Mobilitätsbranche sowie Teilnehmern von Seiten der Arbeitnehmer, der Wissenschaft und Gesellschaft traf sich Anfang Januar 2023 im Kanzleramt um die aktuellen Ziele und den Handlungspfad der Mobilitätswende als "Strategieplattform Transformation der Automobil- und Mobilitätswirtschaft" zu besprechen. Wichtiges Fokusthema hierbei war unter anderem der Ausbau der E-Ladeinfrastruktur und Möglichkeiten zur Beschleunigung des Markthochlaufs der Elektromobilität. Die Ziele, 15 Mio. zugelassene Elektroautos bis 2030 sowie 1 Mio. öffentlicher Ladepunkte zu errichten, wurde bekräftigt.

Beim Autogipfel im November 2023 forderte der Verband der Automobilindustrie (VDA) Planungssicherheit und verlässliche Rahmenbedingungen bei der E-Mobilität, um die Ziele erreichen zu können. Hierbei spielen vor allem die Anschaffungskosten von elektrischen Fahrzeugen sowie die öffentliche Ladeinfrastruktur eine zentrale Rolle.

7.2.1.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Das Thema Elektromobilität betreffend gelten in Deutschland eine Vielzahl an Gesetze sowie einzuhaltende Richtlinien und Vorgaben. Folgende Kapitel geben einen kurzen Überblick über wichtige Punkte. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit, die Auflistung ersetzt keine juristische oder steuerrechtliche Beratung. Eine weitergehende Übersicht, die regelmäßig aktualisiert wird, ist der Leitfaden Ladeinfrastruktur des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE)[VDE].

Ladesäulenverordnung

Die Ladesäulenverordnung regelt die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für elektrisch betriebene Fahrzeuge sowie Aspekte des Betriebes von Ladepunkten wie Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung. So muss bspw. jeder Normalladepunkt, an dem das Wechselstromladen möglich ist, aus Gründen der Interoperabilität mindestens mit einer Steckdose oder Kupplung des Typs 2 ausgestattet sein. Für Gleichstromladepunkte gilt, dass mindestens eine Kupplung des Typs Combo 2 angeschlagen ist.

Wichtige Anzeige-, Melde- und Nachweispflichten für Betreiber von Ladepunkten werden ebenfalls aufgeführt. Betreiber sind verpflichtet der Regulierungsbehörde sowie den zuständigen Netzbetreibern die Inbetriebnahme und die Außerbetriebnahme von Ladepunkten elektronisch anzuzeigen bzw. sich vor Umsetzungsbeginn ab einer Gesamtladeleistung (Summenbemessungsleistung) von größer 12 kVA genehmigen zu lassen.

Sonstige allgemein geltende technische Anforderungen, insbesondere Anforderungen an die technische Sicherheit von Energieanlagen sind dem Energiewirtschaftsgesetz zu entnehmen.

Mess- und Eichrecht

Das Gesetz enthält die einzuhaltenden Rahmenbedingungen und Vorgaben an die gewerbliche Abgabe von Verbrauchsgütern, unter anderem Strom. Dies umfasst auch die Abgabe bzw. den Verkauf von Ladestrom für Elektrofahrzeuge.

Einkommenssteuergesetz (EstG)

Das Gesetz regelt die Erhebung von Einkommensteuer auf Erwerbseinkommen. Es enthält zudem Privilegierungen und Steuererleichterungen für gewährten geldwerten Vorteil bei der Nutzung von Dienstwagen, Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur bzw. Ladestrom.

So gilt bspw. gemäß § 3 Nr. 46 EStG, dass vom Arbeitgeber gewährte Vorteile für das elektrische Aufladen eines Elektrofahrzeugs oder eines Hybridelektrofahrzeugs steuerfrei sind. Gleiches gilt für zur privaten Nutzung überlassene betriebliche Ladevorrichtungen. Voraussetzung ist, dass die Vorteile „zusätzlich zum ohnehin geschuldeten Arbeitslohn“ gewährt werden.

Weitere Gesetze

Des Weiteren sind Aspekte des Elektromobilitätsgesetzes (EmoG), des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), des Messstellenbetriebsgesetzes (MBG), die Niederspannungsanschlussverordnung, das Gebäudeelektromobilitätsinfrastrukturgesetz (GEIG), sowie der Stromsteuerverordnung und des Stromsteuergesetzes (StromStG) für die Thematik Ladeinfrastruktur relevant. Zudem ist die bayerische Bauordnung (BayBO) zu berücksichtigen.

7.2.2 Methodik und Vorgehensweise

Im Rahmen der Bearbeitung werden zunächst alle relevanten Liegenschaften vor Ort besichtigt sowie die notwendigen Daten erfasst. Geeignete Flächen für den Aufbau der Ladeinfrastruktur werden je nach Zielgruppe identifiziert. Weiterhin wird eine detaillierte Mitarbeiterbefragung durchgeführt, um das Fahrverhalten und die hieraus resultierenden Anforderungen und Verbräuche möglichst genau abschätzen zu können.

7.2.2.1 Liegenschaften

Im nachfolgenden Abschnitt werden die relevanten Parameter für die zu untersuchenden Liegenschaften dargestellt und diskutiert. Bei den Liegenschaften wird in allen genannten Liegenschaften die Umfrage zum Nutzerverhalten durchgeführt, jedoch nicht alle im Detail betrachtet, da dies den Umfang des Konzeptes deutlich übersteigen würde.

Es wurden folgende Liegenschaften besichtigt (die **fett** markierten Liegenschaften werden anschließend im Detail betrachtet):

- Landwirtschaftsamt
- **Landratsamt Regen**
- Arberland-Akademie
- Schule am Weinberg
- Volkshochschule Regen
- Realschule Regen
- Hotelberufsschule und Internat
- Förderzentrum
- Realschule Viechtach
- Gymnasium Viechtach
- Glasfachschule
- Realschule Zwiesel
- **Gymnasium Zwiesel**

7.2.2.2 Umfrage

Zur Abschätzung der insgesamt benötigten Ladepunktzahl pro Standort und den zu erwartenden zusätzlichen Strommengen wurde eine Interessensumfrage unter allen Angestellten und Bediensteten durchgeführt. Mit Hilfe der Umfrage wurde eine plausible Datengrundlage für die weitergehende Analyse des Mobilitätsbedarfs geschaffen, woraus der Ladeinfrastrukturbedarf ermittelt wurde. Zielbild ist die Erarbeitung eines zeitlich gestaffelten, bedarfsgerechten Ausbaupfads für die Ladeinfrastruktur. Die Umfrage wurde im Januar 2022 durchgeführt.

Die wichtige Schlüsselfrage „Würden Sie zukünftig ein Elektroauto als privaten PKW fahren?“ erlaubt es, ein allgemeines Stimmungsbild gegenüber der Elektromobilität zu erheben. Zudem ergeben sich hierdurch konkrete Zahlen zum Interesse ein Elektrofahrzeug zu wählen. Zur zeitlichen Staffelung und Planung der Ausbaustufen wird abgefragt, ab wann sich die Mitarbeiter vorstellen können ein Elektroauto zu fahren. Die Zeitschritte sind sofort, in zwei oder drei Jahren.

Über eine Vielzahl an Fragen wie bspw. zur täglichen und jährlichen Fahrstrecke, zur geschätzten längsten zu erwartenden Fahrstrecke sowie zum Parkverhalten bzw. zur Parkdauer inklusive üblichem Arbeits-/ Parkbeginn und -ende wird ein Nutzerprofil erstellt. Mit Hilfe der Nutzerprofile sowie den ab-

soluten, zeitlich gestaffelten Zahlen zum Elektrowageninteresse wird eine minimal und maximal benötigte Anzahl an Ladepunkten pro Zeitschritt abgeschätzt inklusive der durchschnittlich notwendigen Gesamtladeleistung.

Die Auswertung und Ergebnisse der Umfrage sind in Kapitel 7.2.3 ausführlich beschrieben.

7.2.3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Umfrageergebnisse für die jeweilige Liegenschaft dargestellt und diskutiert. Das Ziel der Umfrage bestand in der Schaffung der Datengrundlage für die Analyse des Mobilitätsbedarfs, woraus der Ladeinfrastrukturbedarf ermittelt wurde.

7.2.3.1 Umfrageergebnisse Allgemein

Insgesamt wurde die Umfrage an allen Liegenschaften durchgeführt. Hierbei wurden insgesamt 903 Personen über eine virtuelle Befragung befragt. Davon haben 197 Personen (ca. 22 %) geantwortet und 167 Personen (ca. 19 %) können sich vorstellen ein Elektroauto zu fahren. Zudem wurde gefragt, ab wann sie sich frühestens einen Umstieg auf ein Elektrofahrzeug vorstellen können. Nachfolgend wird in Abbildung 34 die Aufteilung der Elektroautos nach Liegenschaft zeitlichen gestaffelt dargestellt.

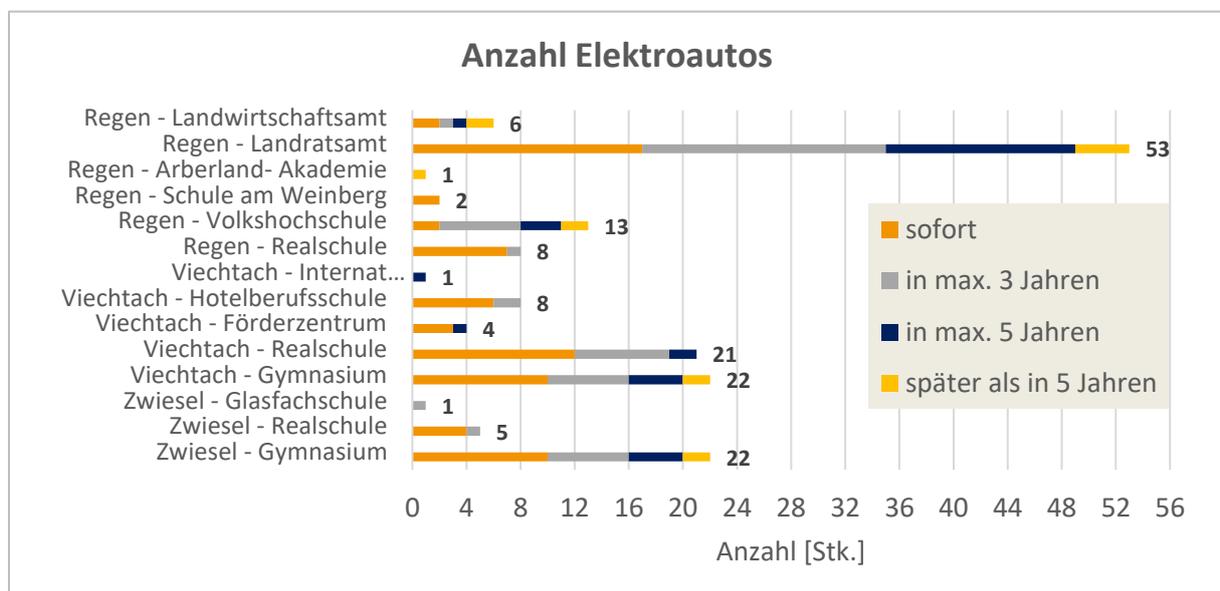


Abbildung 34: Interessierte zeitlich gestaffelt nach Liegenschaft

Wie in Abbildung 34 dargestellt sind die meisten zukünftigen Fahrzeuge am Landratsamt zu erwarten, da hier das höchste Personalaufkommen (ca. 330) ist. Zudem besteht großes Interesse an den Realschulen und Gymnasien, wie Abbildung 35 zeigt. Es ist deutlich zu erkennen das bspw. an der Realschule in Viechtach 21 von 55 Lehrkörpern ein Interesse zeigen, auf ein Elektroauto umzusteigen. Dies entspricht ca. 38 % der Belegschaft.

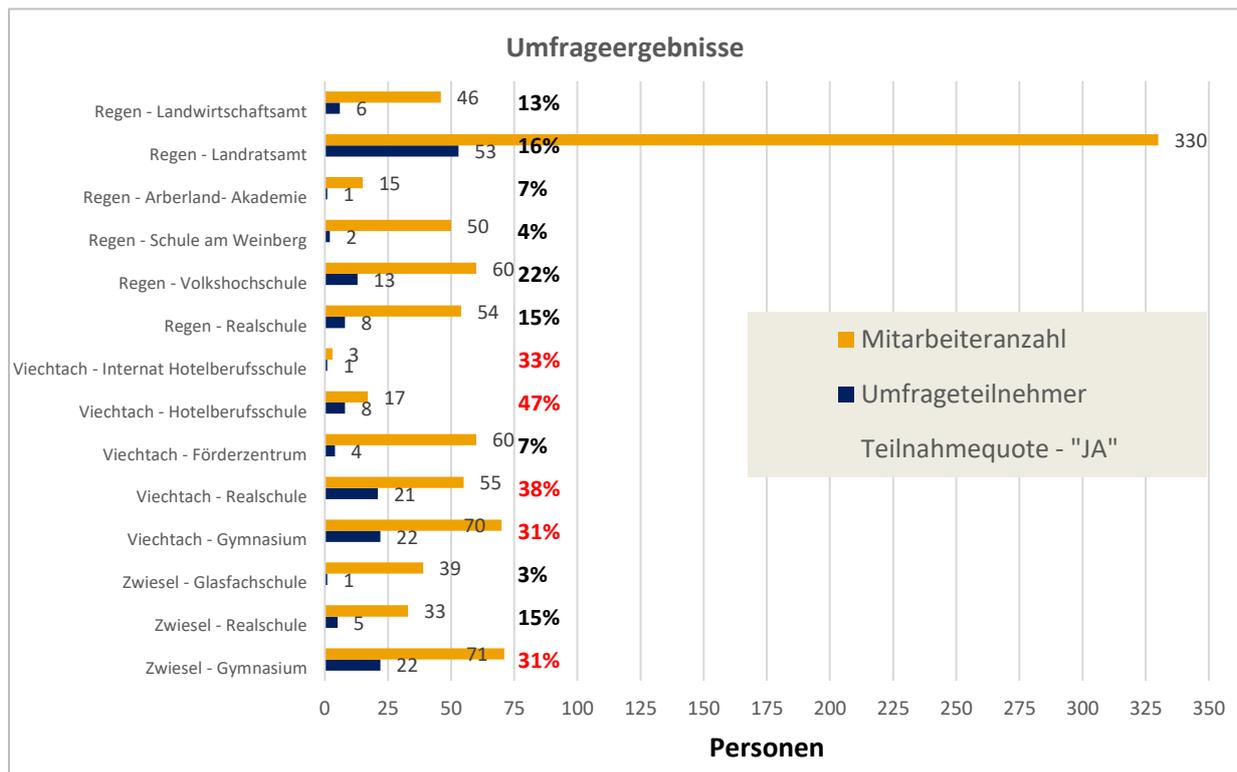


Abbildung 35: Teilnahme an der Umfrage

In Abbildung 36 und Abbildung 37 wird das Fahrverhalten und die Parkdauer an der Liegenschaft der Personen dargestellt, die sich für ein Elektroauto interessieren. Hierbei zeigt sich, dass ca. 65 % der täglichen Fahrstrecken max. 50 km betragen und ca. 95 % der Parkdauern länger 3 Stunden andauern. Dies stellt den klassischen Pendler und Büromitarbeiter dar.

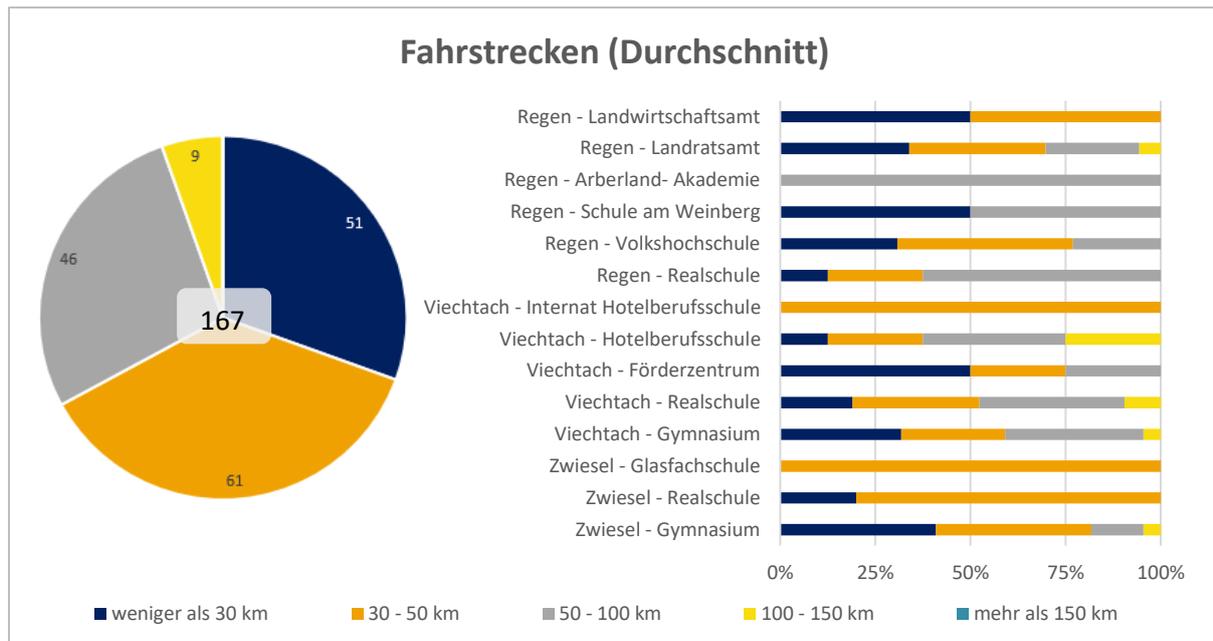


Abbildung 36: Fahrverhalten – tägl. durchschnittliche Fahrstrecke

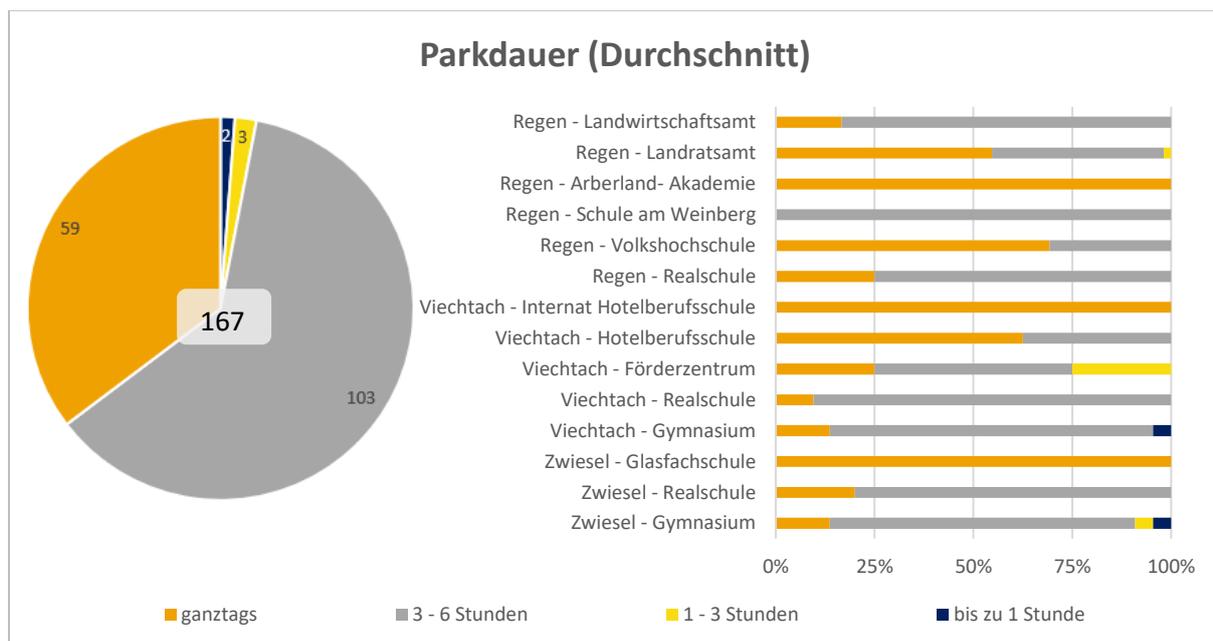


Abbildung 37: Parkverhalten – tägl. durchschnittliche Parkdauer

Zudem wurden verschiedene Konstellationen zum Wunschort der Beladung vorgegeben. Wie Abbildung 38 zeigt, besteht ein großes Interesse teile des Ladebedarfs am Arbeitsort zu decken.

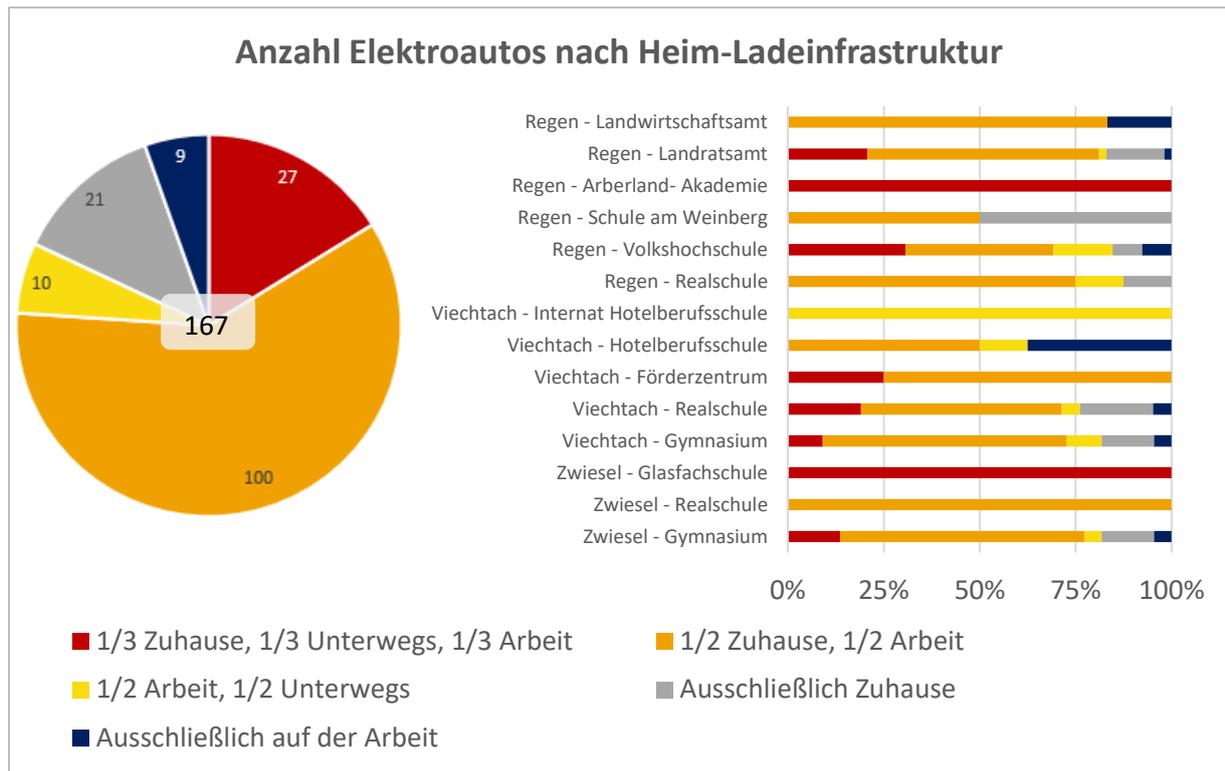


Abbildung 38: Ladeverhalten

7.2.3.2 Ladeinfrastrukturbedarf

In diesem Abschnitt werden aus den Ergebnissen der Umfrage zum Mobilitätsverhalten die Bedarfe der Ladeinfrastruktur für die einzelnen Liegenschaften abgeleitet.

Insgesamt kann die Beladung der Fahrzeuge vor Ort mit einem Ladepunkt pro Parkplatz oder dem Prinzip „Ladesäulensharing“ erfolgen. Die Ausstattung der Parkplätze anhand der Fahrzeuganzahl führt zu hohen Investitionskosten bei einer anfangs geringen Auslastung. Das Ladesäulensharing hingegen spart Investitionskosten, jedoch muss der Fahrzeughalter während des Arbeitstages entsprechend umparken.

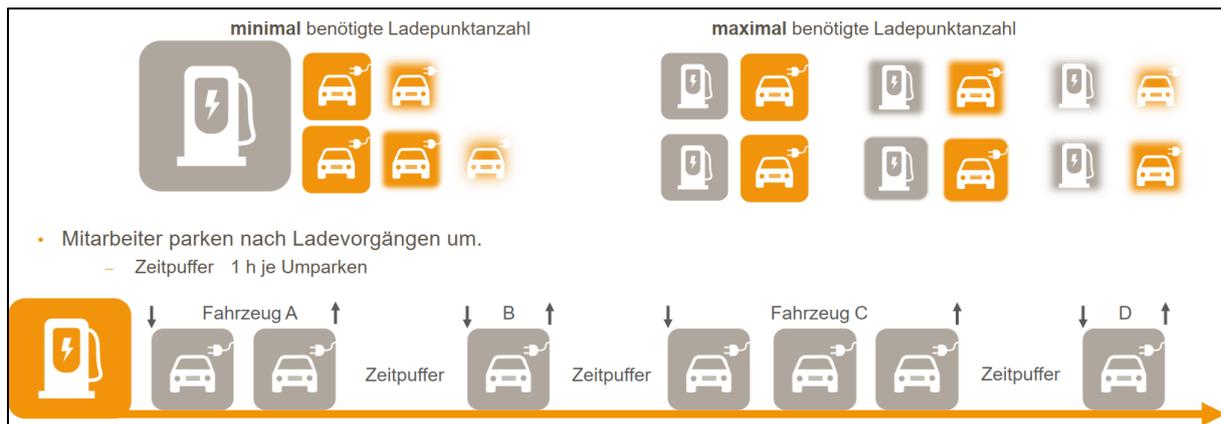


Abbildung 39: schematische Darstellung Ladepunktnutzung

Um die zu installierende Infrastruktur zu minimieren, wird nachfolgend mit den Anteilen der Energiemengen, welche laut Umfrage an den jeweiligen Liegenschaften verladen wird (siehe Tabelle 5), eine Berechnung der notwendigen Ladepunkte á 11 kW AC durchgeführt. Bei der Berechnung werden alle Fahrstrecken über einen mittleren Verbrauch sowie einem Zeitpuffer für das Umparken wie folgt ermittelt.

$$\text{Kumulierte Ladedauer [h]} = \sum \frac{\text{Fahrstrecke [km]} \cdot \text{spez. Energieverbrauch} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{km}} \right]}{\text{Ladeleistung [kW]}} + \sum \text{Anzahl Ladevorgänge [Stk]} \cdot \text{Zeitpuffer} \left[\frac{\text{h}}{\text{Stk}} \right]$$

$$\text{Anzahl Ladepunkte [Stk]} = \frac{\text{Kumulierte Ladedauer [h]}}{\text{Nutzungsdauer Ladepunkt} \left[\frac{\text{h}}{\text{Stk}} \right]}$$

- | | |
|--|----------------|
| - Zeitpuffer | 1 h/Stk. |
| - Mittlerer spezifischer Energiebedarf | 20 kWh/ 100 km |
| - Ladeleistung | 11 kW |

Tabelle 5: Annahmen zur Umrechnung des anteiligen Ladeverhaltens nach Umfrage

Ladeverhalten nach Umfrage	Anteil Arbeit [%]
1/3 Zuhause, 1/3 Unterwegs, 1/3 Arbeit	33
1/2 Zuhause, 1/2 Arbeit	50
1/2 Unterwegs, 1/2 Arbeit	50
Ausschließlich zuhause	0
Ausschließlich auf der Arbeit	100

Hieraus ergibt sich eine rechnerische sofortige Handlungsbreite zwischen minimal und maximaler Anzahl an Ladepunkte zur Deckung des theoretischen Bedarfs, siehe Abbildung 40 sowie eine zukünftige perspektivische Handlungsbreite in später als 5 Jahren in Abbildung 41.

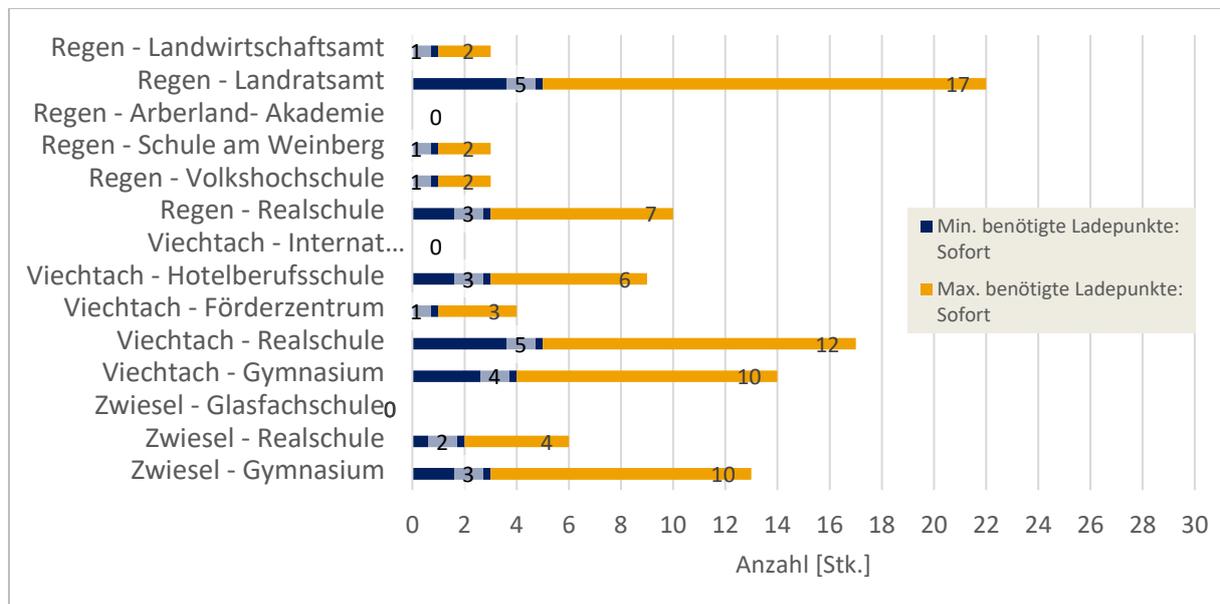


Abbildung 40: sofortige Handlungsbreite zur Errichtung von Ladeinfrastruktur

So zeigt sich, dass bspw. am Landratsamt in Regen unter Berücksichtigung von bereits existierenden E-PKW und dem Interesse am Standort zu laden sowie der Annahme, dass alle an Elektromobilität interessierte Personen (siehe Abbildung 34) direkt umsteigen und gemäß ihren Angaben am Standort laden mindestens 5 Ladepunkte bei Maximalnutzung notwendig sind, um den Bedarf zu decken.

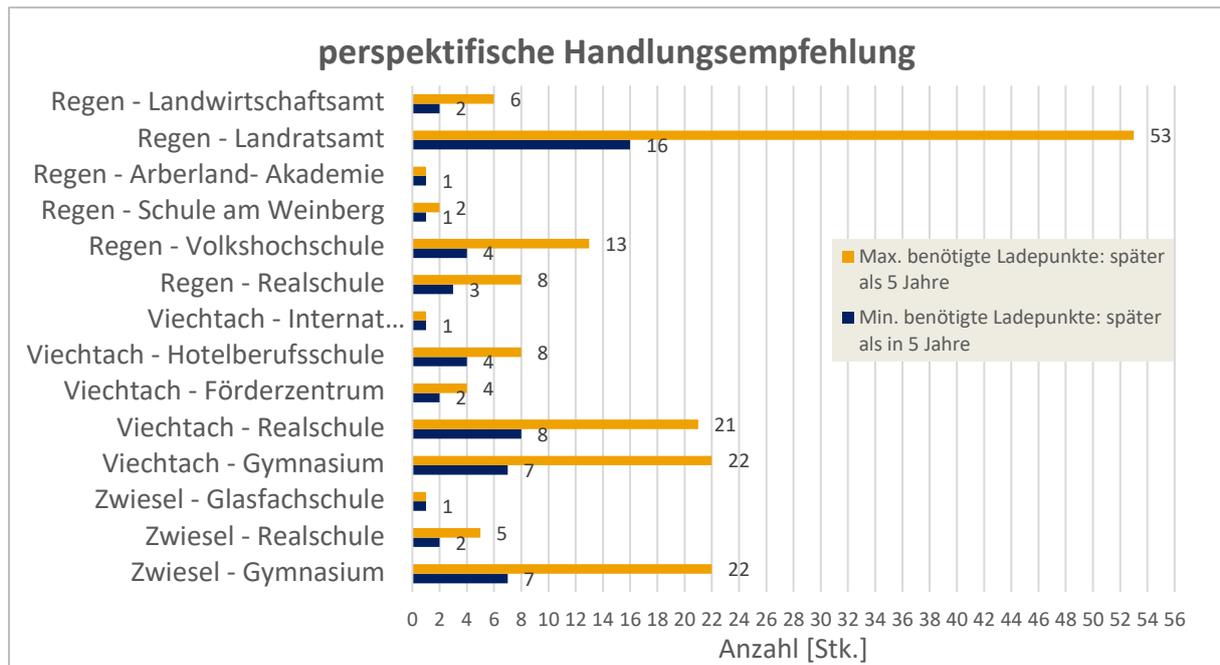


Abbildung 41: perspektivische Handlungsbreite zur Errichtung von Ladeinfrastruktur

Die Realisierung des Aufbaus der Ladeinfrastruktur wird für einzelne Standorte anschließend im Detail betrachtet.

7.2.3.3 Liegenschaften

Folgende zwei Liegenschaften wurden näher betrachtet.

Landratsamt Regen

Am Landratsamt sind ca. 330 Personen tätig, hiervon sind laut Umfrage 53 kurz- mittel oder langfristig daran interessiert ein Elektroauto zu fahren und zu Teilen auf der Arbeit zu laden. Hierfür ergibt sich eine Handlungsbreite von fünf bis max. 17 Ladepunkte kurzfristig und unter Berücksichtigung bundesweiter Ausbauziele eine perspektivische Handlungsbreite bis 53 Ladepunkte. Hierdurch entstehen große Anforderungen an die elektrische Infrastruktur. Aktuell beträgt die zugesicherte Netzanschlussleistung 65 kW elektrisch, welche bereits voll ausgeschöpft wird bzw. teils kurzfristig überschritten wird (Jahresspitze 2021 ca. 68 kW). Die aktuellen Kapazitäten reichen nicht aus, um den Leistungsbedarf der Ladeinfrastruktur zu decken. Zur Realisierung wurden zwei Ausbauoptionen betrachtet. Zum

einen kann der Hausanschluss auf bis zu 196 kW elektrische Anschlussleistung erhöht werden, hierdurch könnten in Spitzenzeiten bis zu sieben Ladepunkte à 11 kW Ladeleistung betrieben werden, wie Abbildung 42 zeigt.

Als weitere Option zur langfristigen Deckung des Leistungsbedarfs wurde ein separater Netzanschluss für den Betrieb der Ladeinfrastruktur diskutiert. Vorteilhaft hierbei ist, dass sich der Mittelspannungs-Niederspannungs-Trafo direkt neben dem Parkplatz befindet. Ausgehend hiervon könnte die Installation aufgebaut werden.

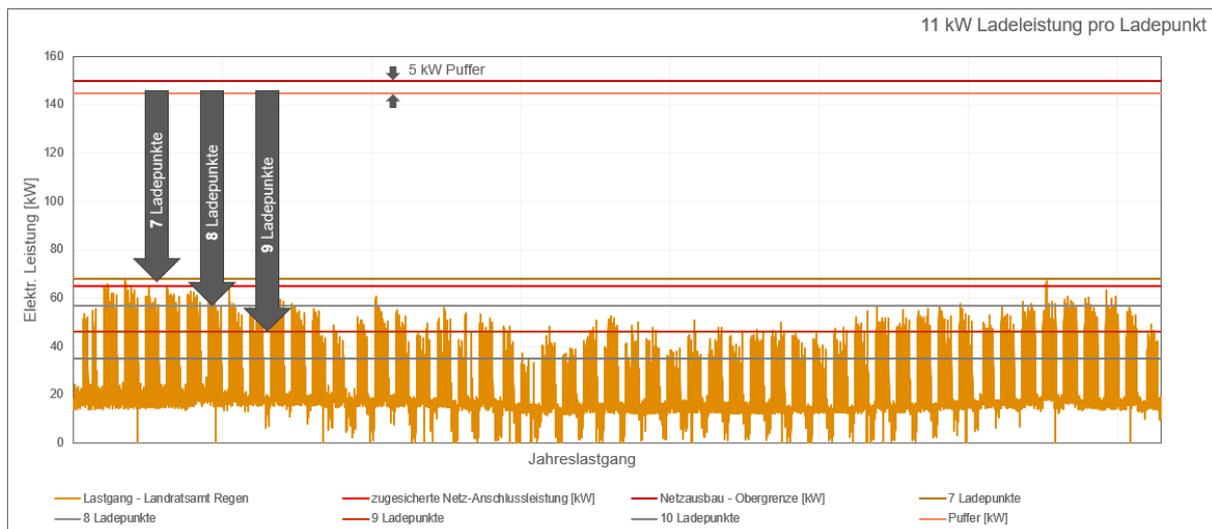


Abbildung 42: elektr. Jahreslastgang mit Anschlussenerweiterung und Potenzial für Ladeinfrastruktur

Weiterhin wurde die Positionierung der Ladeinfrastruktur auf den Parkflächen diskutiert, vor allem unter Anbetracht der drei Zielgruppen Gäste und Besucher, Mitarbeiter und Bedienstete sowie landkreiseigene Dienstfahrzeuge.



Abbildung 43: Luftbild Landratsamt Regen (zur Verfügung gestellt durch Landratsamt)

Auf Grund der Parkplatzsituation sollen die Ladepunkte für landkreiseigene Dienstfahrzeuge in der Tiefgarage sowie bei den Parkplätzen im Innenhof zwischen Neubau und Altbau positioniert werden. Hierdurch sind die Ladepunkte klar abgegrenzt und können zudem über den Ausbau der Hausnetzanschlussleistung realisiert werden.

Die öffentliche Ladeinfrastruktur sowie Ladepunkte für Mitarbeiter sollten am großen Hauptparkplatz realisiert und über einen eigenen Netzanschluss versorgt werden.

Gymnasium Zwiesel

Am Gymnasium in Zwiesel sind aktuell ca. 70 Personen beschäftigt, wobei laut Umfrage 22 ein Interesse an einem Elektroauto haben bzw. bereits eines fahren. Dies entspricht ca. 1/3 der Belegschaft. Aktuell findet zudem eine Generalsanierung statt, wodurch die notwendigen baulichen Maßnahmen wie bspw. Erdarbeiten für Kabelverlegung und Leerrohrverlegung direkt eingeplant werden. Der aktuelle Eingabepplan sieht vor zehn Ladepunkte einzuplanen und vorzuhalten, wobei auf bis zu 16 aufgerüstet werden kann. Für den Betrieb ist ein separater Netzanschluss vorgesehen, wie Abbildung 44 zeigt.

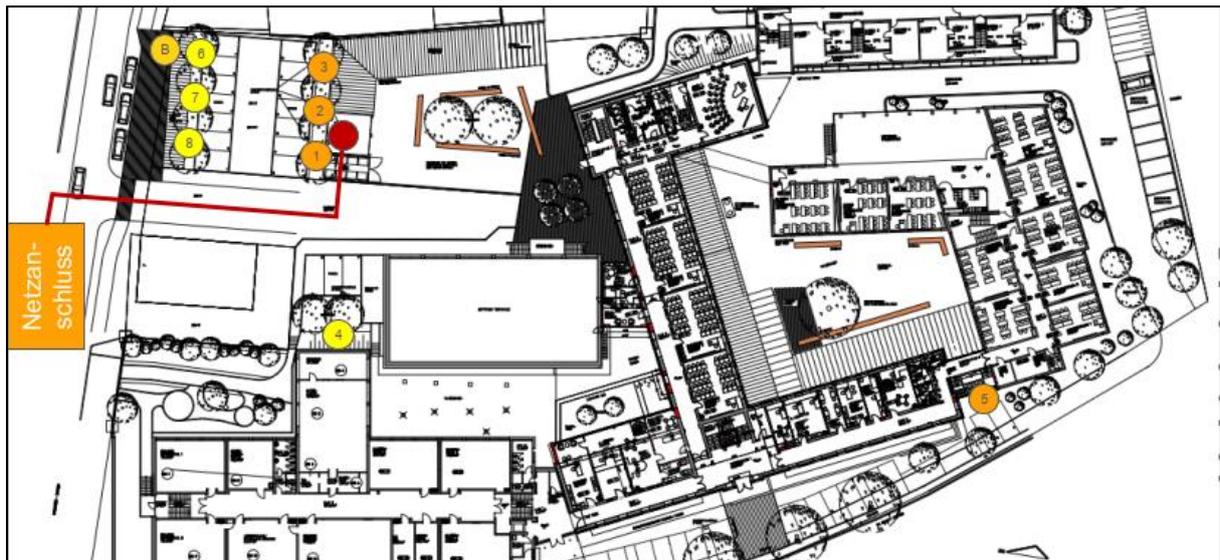


Abbildung 44: Eingabeplan mit Erstentwurf zum Ladepunktaufbau

Die Ladepunkte 1, 2 und 3 sollen direkt realisiert werden und über den separaten Netzanschlusspunkt angeschlossen werden. Vorgehalten werden hier die Standorte 4, 6, 7 und 8. Der Ladepunkt 5 soll unabhängig errichtet und über den Hausanschluss versorgt werden. Die Ladepunkte sind ausschließlich für Schulpersonal vorgesehen, eine Nutzung durch die Öffentlichkeit ist auf Grund der begrenzten Parkplatzsituation nicht zu empfehlen.

7.2.4 Fazit und Handlungsempfehlung

Wie ausführlich dargelegt empfiehlt es sich Ladeinfrastruktur an den landkreiseigenen Liegenschaften zu errichten und sowohl den Mitarbeitern als auch der Öffentlichkeit, je nach Art der Liegenschaft zur Verfügung zu stellen. Zum einen als Signalwirkung nach Außen und als Beitrag zum Gelingen der Energiewende und Einhaltung der Klimaziele, zum anderen als Dienstleistung gegenüber dem eigenen Personal, welches vor allem an den Schulen bereits Ladeinfrastruktur fordert.

Eine detailscharfe Betrachtung auf Liegenschaftsebene unter Berücksichtigung aller Aspekte wie Leistungsbedarf, Netzanschlussbedingungen und Hauselektrik sowie Positionierung und bauliche Maßnahmen und Definition des künftigen Nutzerkreises zur Errichtung von Ladeinfrastruktur ist zu empfehlen.

Unter Berücksichtigung der rasanten Entwicklungen im Bereich Elektromobilität und den entsprechenden Hardwarelösungen und Dienstleistungen sowie der volatilen Förderlandschaft ist ein Auf- und Ausbauszenario immer neu und individuell zu bewerten.

7.3 PV-Anlage mit Stromeigennutzung - Realschule Zwiesel

Auf zahlreichen Landkreisliegenschaften ist derzeit noch keine Photovoltaikanlage installiert. Der Landkreis hat sich das Ziel gesetzt, bis 2030 alle potenziell geeigneten Dachflächen der kreiseigenen Liegenschaften mit PV-Anlagen zu nutzen. Um hier bereits ein erstes konkretes Projekt anzustoßen, wurde eine PV-Anlage mit Stromeigennutzung auf der Realschule inkl. Turnhalle in Zwiesel als Detailprojekt im Rahmen des Energienutzungsplans betrachtet.

7.3.1 Grundlagen

Für die Auslegung der PV-Anlage standen sowohl Luftbilder als auch Vor-Ort-Aufnahmen zur Verfügung, um alle sinnvoll zu belegenden Dachflächen identifizieren zu können. Zudem liegt ein Viertelstunden-Lastgang des Stromverbrauchs der Schule vor. Der Strompreis wurde anhand einer aktuellen Stromabrechnung aus dem Jahr 2022 ermittelt.

- Jährlicher Stromverbrauch rund 117.000 kWh/a
- Nettostromkosten im Jahr 2022: ca. 26 ct/kWh



Abbildung 45: Luftbild Realschule Zwiesel; Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung

Neben der Betrachtung der PV-Anlage sollte auch eine Variante mit Batteriespeicher berechnet werden, um dessen technischen und wirtschaftlichen Auswirkungen aufzuzeigen:

- Variante 1: Maximalbelegung ohne Batteriespeicher
- Variante 2: Maximalbelegung mit Batteriespeicher

7.3.2 Technische Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Aufbauend auf das abgestimmte Lastprofil des Strombedarfs und der örtlichen Gegebenheiten (geeignete Dachfläche, Verschattung, etc.) erfolgte die technische Dimensionierung der Photovoltaikanlage. Es wurden vier mögliche Dachflächen für die Untersuchung herangezogen. Die tatsächliche Eignung der einzelnen Flächen muss hinsichtlich Brandschutzes und Statik noch geprüft werden.

Die Investitionskosten werden auf Basis marktüblicher Durchschnittswerte ermittelt. Im Rahmen dieses Detailprojektes erfolgte keine Einholung konkreter Angebote. Die Kosten für Versicherung und Wartung werden pauschal für jedes Jahr berücksichtigt. Die Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode auf 20 Jahre verteilt.

Abbildung 46 zeigt die simulierte Anlagenkonfiguration. Nachfolgend sind die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (gerundete Werte) für die beiden Varianten aufgeführt.

Hinweis: Die Mischvergütung wurde nach den ab dem 1. Februar 2024 geltenden Vergütungssätzen berechnet.



Abbildung 46: Anlagenkonfiguration der PV-Anlage

7.3.2.1 Variante 1: Maximalbelegung ohne Batteriespeicher:

In Variante 1 wird die Photovoltaikanlage ohne einen zusätzlichen Batteriespeicher betrachtet.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| • Anlagenleistung: | 261,6 kW _p |
| • Spezifischer Ertrag: | 1.025 kWh/kW _p |
| • Jahresertrag gesamt: | 268.250 kWh/a |
| • Davon Stromeigennutzung: | 54.020 kWh/a (20%) |
| • Davon Stromeinspeisung: | 214.230 kWh/a (80%) |
| • Investitionskosten: | 224.000 Euro netto |
| • Vermiedene Stromkosten: | 13.500 Euro/a |
| • Erlöse Stromeinspeisung: | 13.400 Euro/a (6,38 ct/kWh netto) |
| • Ausgaben gesamt: | 18.500 Euro/a |
| • Statische Amortisationszeit: | 11 a |
| • Fremdfinanziert | Zinssatz 3 % |

7.3.2.2 Variante 2: Maximalbelegung mit Batteriespeicher:

In einer zweiten Variante wird die maximale Belegung inklusive eines Batteriespeichers betrachtet. Im nachfolgenden Diagramm ist zunächst der Kapitalwert in Abhängigkeit der PV-Anlagengröße und der Kapazität des Batteriespeichers aufgeführt. Hier ist bei konstanter PV-Leistung zu beobachten, dass der Kapitalwert bei steigender Speicherkapazität abnimmt. Dies liegt vor allem daran, dass die Erhöhung der Eigenverbrauchsquote durch den Batteriespeicher und die damit einhergehende Einsparung des Strombezugs aus dem Netz die verhältnismäßig hohen Investitionskosten eines Batteriespeichers nicht kompensieren kann.

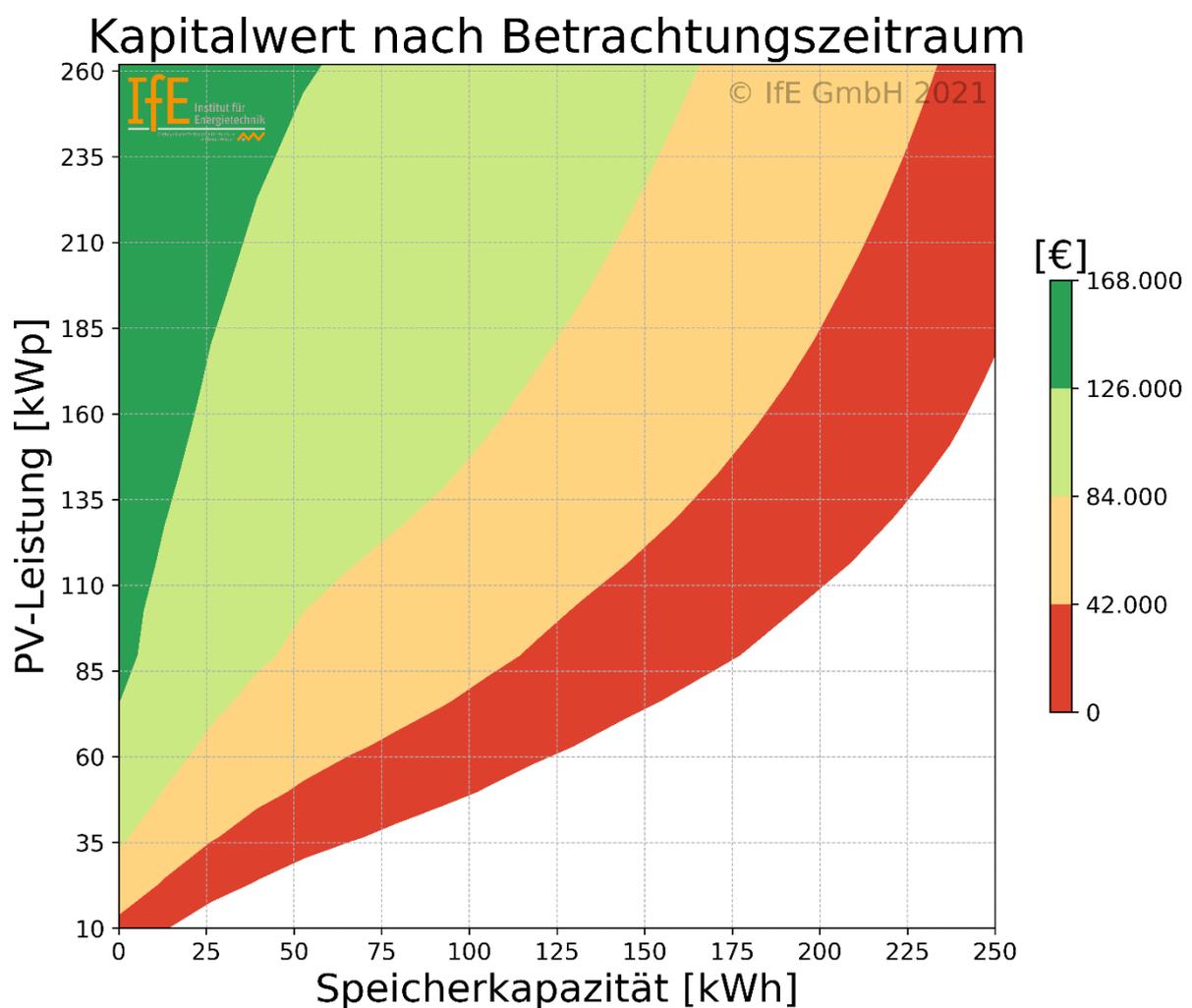


Abbildung 47: Variante 2 – Kapitalwert in Abhängigkeit der PV-Anlagengröße und Speicherkapazität

Für die technische und wirtschaftliche Betrachtung dieser Variante wird nun beispielhaft die Speicherkapazität von 50 kWh herangezogen. Daraus ergeben sich folgende Werte:

- Speicherkapazität Batterie: 50 kWh
- Anlagenleistung: 261,6 kW_p
- Spezifischer Ertrag: 1.025 kWh/kW_p
- Jahresertrag gesamt: 268.250 kWh/a
- Stromeigennutzung (inkl. Speicher): 71.560 kWh/a (27%)
- Stromeinspeisung: 196.690 kWh/a (73%)
- Investitionskosten gesamt: 363.000 Euro netto
- Vermiedene Stromkosten: 16.900 Euro/a
- Erlöse Stromeinspeisung: 12.500 Euro/a (6,38 ct/kWh netto)
- Ausgaben gesamt: 18.500 Euro/a
- Statische Amortisationszeit: 14 a
- Fremdfinanziert: Zinssatz 3%

7.3.3 Fazit

Als Resümee kann somit allgemein eine Empfehlung zur Installation einer PV-Anlage ausgesprochen werden. Bei einer Entscheidung für den Batteriespeicher muss beachtet werden, dass der zu erwartende Kapitalwert im Vergleich zu einer PV-Anlage ohne Speicher geringer ausfällt. Im Gegenzug lässt sich hierbei allerdings die Eigenverbrauchsquote erhöhen und mehr CO₂ einsparen, was einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leistet.

Als nächster Schritt sollten konkrete Angebote eingeholt werden. Auf deren Basis kann die Wirtschaftlichkeit nochmals konkret betrachtet werden und sich anschließend für eine Vorzugsvariante entscheiden werden.

8 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans für den Landkreis Regen zusammen. Dieser wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

Mit dem digitalen Energienutzungsplan wurde ein Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Identifizierung und dem Aufzeigen von konkreten Handlungsmöglichkeiten vor Ort, um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und den Ausbau erneuerbarer Energien in den einzelnen Kommunen des Landkreises anzustoßen bzw. zu forcieren.

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurde zunächst detailliert die **Energiebilanz** für die Sektoren Wärme und Strom im Ist-Zustand (Jahr 2020) erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Es wurde darüber hinaus gemeinsam mit dem Landratsamt festgelegt, auch den Sektor Verkehr in diese Betrachtung mit aufzunehmen. Vor dem Hintergrund einer stark steigenden Bedeutung der Sektorenkopplung, ist eine Betrachtung der Entwicklung des Verkehrssektors relevant.

Die Berechnungen zeigen, dass bilanziell bislang 50 % des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Die Wärmeerzeugung erfolgt noch zu rund 75 % aus fossilen Energiequellen (vor allem Heizöl und Erdgas). Sämtliche Energieverbrauchsdaten auf thermischer Seite wurden erfasst und in ein gebäudescharfes Wärmekataster überführt. Es stellt ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung dar und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzungsart (Wohngebäude, Gewerbe, Industrie,...), Baustruktur und rechnerischem Wärmebedarf.

Der Sektor Verkehr hat ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch im Landkreis. Die Berechnungen zeigen, dass die Mobilität zu rund 24 Prozent zum Gesamt-Endenergiebedarf im Landkreis beiträgt. Der schnell wachsende Anteil an Elektromobilität hat einen wesentlichen Einfluss auf den zukünftigen Energiemix und stellt ebenso stetig wachsende Anforderungen an die Energieinfrastruktur. Sie erhöht nochmals den Bedarf an einem sinnvollen Zusammenspiel aller Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Verkehr (Sektorkopplung).

Aufbauend auf der Analyse des energetischen Ist-Zustands wurde eine **Potenzialanalyse** angestellt, um die technischen Potenziale im Bereich der Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und dem Ausbau erneuerbarer Energien zu ermitteln. Um später ein Bild des möglichen Energieszenarios in 2030 und

2040 aufzustellen, ist es zudem wichtig anstehende Transformationsprozesse, wie zum Beispiel die zuvor genannte Entwicklung im Bereich der Elektrifizierung des Verkehrssektors, zu beleuchten.

Für die Potenzialanalyse zur energetischen Sanierung wurde, aufbauend auf dem Wärmekataster, ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Für jedes Gebäude stellt das Sanierungskataster die mögliche Energieeinsparung für definierte Sanierungsvarianten bzw. Sanierungstiefen dar.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau erneuerbarer Energien wurde bezüglich sämtlicher Formen der erneuerbaren Energien eine Potenzialanalyse durchgeführt.

So konnte im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans auf ein gebäudescharfes Solarpotenzialkataster für den gesamten Landkreis zurückgegriffen werden. Damit bestand die Möglichkeit unmittelbar abzuleiten, welche Energiemengen aus Aufdachanlagen insgesamt bereitgestellt werden könnten und welchen Anteil diese dann zum Energiemix in Zukunft beitragen würden. Dieses Tool ist für die Bürger des Landkreises nutzbar und bietet dem Anwender die Möglichkeit mit relativ einfachen Mitteln eine Einschätzung über die Eignung der eigenen Dachflächen einzuholen und selbst eine erste technische Vordimensionierung vorzunehmen. Je nach gesetzten Parametern bewertet dieses Tool nach den aktuellen gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen die Gesamt-Wirtschaftlichkeit der Maßnahme.

Auf der Basis von Daten der bayerischen Vermessungsverwaltung konnte über verschiedene Berechnungsschritte in und mit dem Geoinformationssystem (GIS) eine technisch, für Freiflächen-Photovoltaik-Projekte, nutzbare Flächenkulisse identifiziert werden. Aufgrund der Nutzung der Flächen für landwirtschaftliche Zwecke und der technischen Limitierung im Bereich der Stromnetze können nicht sämtliche Flächen auch tatsächlich nutzbar gemacht werden. Es wurden daher in Abstimmung mit den Akteuren vor Ort sinnvolle Teilmengen des Gesamtpotenzials herausgearbeitet und in das Aufstellen des möglichen Zukunftsszenarios integriert.

In ähnlicher Form wurden geeignete Gebiete für Windkraft analysiert. So wurden in Anlehnung an bestehende Studien des LfU die technisch zur Verfügung stehenden Gebiete identifiziert und mit einem praxisnahen Mindestwert für Windleistungsdichte kombiniert. Die sogenannte 10-H-Regel erfasst große Teile der Gebietsfläche des Landkreises. Jedoch erlaubt die Bayerische Bauordnung seit dem Jahr 2022 deutlich mehr Ausnahmefälle dieser Regelung, was eine signifikante Erweiterung der privilegierten Gebietskulisse zur Folge hat. Rund 2,5 % der Gebietsfläche im Landkreis wäre demzufolge einerseits immissionsschutz- und umweltfachlich geeignet, außerdem außerhalb der 10-H-Mindestabstände und würde dazu ausreichende Windhöflichkeit aufweisen. Ersten konservativen Analysen nach, bieten diese Gebiete Kapazität für mehr als 150 Windkraftanlagen.

Wie zuvor bei der Freiflächen-Photovoltaik-Analyse beschrieben, gibt es auch hier einschränkende Faktoren, die es in der Praxis kaum zulassen, dieses Potenzial vollständig zu nutzen. So wurden für das Aufstellen des Zukunftsszenarios und des Entwicklungspfades auch hier sinnvolle und in individueller Abstimmung Teilmengen herausgegriffen und in den skizzierten Entwicklungspfad übernommen.

Führt man die identifizierten Potenziale mit dem Ist-Zustand als Ausgangsbasis zusammen, so lässt sich der skizzierte **Entwicklungspfad** vom Ausgangspunkt, dem Bilanzjahr 2020, über das Jahr 2030 als Zwischenstation, bis hin zum Jahr 2040 nachvollziehen. Es zeigt sowohl die Resultate der angestellten Einsparberechnungen bzw. der formulierten Einsparziele, als auch die Prognosen der anstehenden Transformationsprozesse in den Sektoren Wärme und Verkehr auf. Parallel dazu kann aufgezeigt werden, wie sich die Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien darstellt, wenn die beschriebenen technischen Potenziale kontinuierlich weiter erschlossen werden.

Ausgehend vom identifizierten Ist-Zustand kann mittels der Potenzialanalysen und der sinnvoll abgegrenzten Teilmengen der technischen Potenziale ein Ausbaupfad vorskizziert werden, der bis zum Zieljahr 2040 zu einer vollständigen, bilanziellen Abdeckung des erforderlichen Energiebedarfs aus regionalen Energiequellen führt.

Ein weiteres wesentliches Ziel des Energienutzungsplans war die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für den Landkreis selbst aufzeigt. Dieser **Maßnahmenkatalog** wurde im Rahmen der Steuerungsrunden erarbeitet und in enger Abstimmung mit den beteiligten Akteuren konkretisiert und abgestimmt.

Auf Basis des ausgearbeiteten Maßnahmenkatalogs, wurden im Rahmen des Energienutzungsplans drei ausgewählte Maßnahmen als exemplarische **Leuchtturmprojekte** detailliert untersucht. Sie repräsentieren die identifizierten konkreten Maßnahmen, deren Erkenntnisse für zahlreiche weitere Kommunen im Landkreis als Musterbeispiel dienen können.

Konkret wurde eine Analyse von potenziell für die solare Energiegewinnung nutzbarer Parkplatzflächen (Parkplatz-Photovoltaik) im Landkreis Regen durchgeführt. Die Flächen können durch eine GIS-basierte Flächenanalyse automatisch identifiziert und klassifiziert werden. Außerdem wurde die Installation einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Realschule Zwiesel untersucht, sowie das Potenzial für Ladeinfrastruktur für E-Mobilität innerhalb der landkreiseigenen Liegenschaften näher betrachtet.

Quellenverzeichnis

[BAFA Solar]	Bundesverband Solarwirtschaft BSW e.V.; https://www.solaratlas.de/index.php?id=5
[BDI]	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI), Studie „Klimapfade für Deutschland“, erstellt von BCG und Prognos, 2018.
[BMDV]	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen 2022/2023, S. 303 f.
[BMUV]	https://www.bmuv.de/themen/naturschutz/naturschutz-und-energie/naturschutz-und-bioenergie
[BMWi]	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Stellungnahme des Bundesverbands Wärmepumpe (BWP) e. V. vom 15.3.2022
[deENet, 2010]	http://www.coaching-kommunaler-klimaschutz.de/fileadmin/inhalte/Dokumente/Argumentationshilfe/Arbeitsmaterialien_100EE_Nr5.pdf
[EED]	Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und Rates („EU-Effizienzrichtlinie“), 25.12.2012
[FNR]	https://veranstaltungen.fnr.de/fileadmin/Projekte/2023/Veranstaltung/Wirtschaftsd%C3%BCnger/01_Schulze-Lefert_Stand_Wirtschaftsd%C3%BCngerverg%C3%A4rung.pdf
[GEG]	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäude-Energie-Gesetz)
[KEA]	https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung
[LfU Altholz]	Abfallbilanz 2020 - Altholz, https://www.abfallbilanz.bayern.de/wertstoffe_biologisch_gesamt.asp
[LWF]	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
[Sta Ba]	Bayerisches Landesamt für Statistik; https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/

VDE	https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/mobility/technischer-leitfaden-ladeinfrastruktur-elektromobilitaet
-----	---

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektablauf und Einbindung der Akteure	7
Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt aus dem gebäudescharfen Wärmekataster	13
Abbildung 3: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters [Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	14
Abbildung 4: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2020	15
Abbildung 5: Verteilung der Energieträger zur Bereitstellung von thermischer Energie	16
Abbildung 6: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2020.....	17
Abbildung 7: Strom-Einspeisung aus Erneuerbare-Energien- und KWK-Anlagen.....	18
Abbildung 8: Gegenüberstellung von Strombezug und -einspeisung im Ist-Zustand (Bilanzjahr 2020).....	19
<i>Abbildung 9: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]</i>	<i>20</i>
Abbildung 10: Energiebedarf nach Verkehrsmittel.....	21
Abbildung 11: Exemplarischer Ausschnitt aus dem Sanierungskataster vor und nach der Sanierung im Jahr 2030	27
Abbildung 12: Auszug Solarpotenzialkataster für den Landkreis Regen [Bildquelle: https://solar-lk-regen.ipsyscon.de/de/]	31
Abbildung 13: Übersicht landwirtschaftlich benachteiligter und nicht-benachteiliger Gebiete im Landkreis [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de) Geobasisdaten: Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	34
Abbildung 14: Übersicht über die Bereiche des Landschaftsschutzgebietes im Landkreis Regen [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung]	36
Abbildung 15: Übersicht über das Ergebnis der Analyse der technischen Potenziale im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik im Landkreis [Datenquelle: bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	37

Abbildung 16: Standortgüte auf 160m Höhe [[Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	46
Abbildung 17: Übersicht potenziell nutzbarer Gebiete für Windkraftanlagen [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	47
Abbildung 18: Oberflächennahe Geothermie – Standorteignung [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	52
Abbildung 19: Detailansicht Standorteignung oberflächennahe Geothermie für die Stadt Regen, Darstellung der Wärmedichte im Gebiet [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung].....	53
Abbildung 20: Energieszenario 2020 bis 2040 – Auswirkungen der Energieeinsparung und der Transformationsprozesse	57
Abbildung 21: Energieszenario 2020 bis 2040 – Entwicklungspfad beim Erschließen der Potenziale erneuerbarer Energien	60
Abbildung 22: Energieszenario im Jahr 2040 – Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der erneuerbaren Energien	61
Abbildung 23: Energieszenario im Jahr 2040 – Resultat des alternativen Szenarios.....	63
Abbildung 24: Maßnahmenkatalog für den Landkreis Regen.....	66
Abbildung 25: Verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten für Parkplatzüberdachung (Bildquelle: www.solarcluster-bw.de)	70
Abbildung 26: Parkplatzüberdachung mit Glas-Glas PV-Modulen (Bildquelle: www.pv-magazine.de)	71
Abbildung 27: An einen Stützpfeiler montierte Ladesäule (Bildquelle: www.hoermann-info.de).....	73
Abbildung 28: Erster Zwischenschritt der Analyse: Identifikation von Parkplatzflächen allgemein [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung].....	75

Abbildung 29: Identifizierte Parkplatzflächen (> 1.200 m ²) zur tiefergehenden Untersuchung [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung].....	76
Abbildung 30: Größenverteilung der identifizierten Flächenkulisse	77
Abbildung 31: Nach Formfaktor eingestufte identifizierte Parkplatzflächen [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung]	78
Abbildung 32: Nach Ausrichtung eingestufte identifizierte Parkplatzflächen [Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap, eigene Bearbeitung]	79
Abbildung 33: Emissionswerte und -ziele im Verkehrssektor.....	81
Abbildung 34: Interessierte zeitlich gestaffelt nach Liegenschaft	86
Abbildung 35: Teilnahme an der Umfrage	87
Abbildung 36: Fahrverhalten – tägl. durchschnittliche Fahrstrecke	88
Abbildung 37: Parkverhalten – tägl. durchschnittliche Parkdauer	88
Abbildung 38: Ladeverhalten	89
Abbildung 39: schematische Darstellung Ladepunktnutzung.....	90
Abbildung 40: sofortige Handlungsbreite zur Errichtung von Ladeinfrastruktur	91
Abbildung 41: perspektivische Handlungsbreite zur Errichtung von Ladeinfrastruktur.....	92
Abbildung 42: elektr. Jahreslastgang mit Anchlussenerweiterung und Potenzial für Ladeinfrastruktur.....	93
Abbildung 43: Luftbild Landratsamt Regen (zur Verfügung gestellt durch Landratsamt)	94
Abbildung 44: Eingabeplan mit Erstentwurf zum Ladepunktaufbau	95
Abbildung 45: Luftbild Realschule Zwiesel; Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung	97
Abbildung 46: Anlagenkonfiguration der PV-Anlage	98
Abbildung 47: Variante 2 – Kapitalwert in Abhängigkeit der PV-Anlagengröße und Speicherkapazität	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die CO ₂ -Äquivalente der jeweiligen Energieträger [GEMIS 4.9; KEA; Berechnungen IfE]	22
Tabelle 2: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen – Kriterien.....	35
Tabelle 3: Zusammenfassung des rechnerischen, territorialen Gesamtpotenzials im Bereich fester Biomasse	42
Tabelle 4: Die den Ausbaupfaden zu Grunde liegenden Erschließungsgrade der technischen Potenziale	59
Tabelle 5: Annahmen zur Umrechnung des anteiligen Ladeverhaltens nach Umfrage.....	91