

Digitaler Energienutzungsplan

Landkreis Eichstätt

2
0
2
2



Landkreis
Eichstätt

Impressum

Auftraggeber

Landkreis Eichstätt
Residenzplatz 1
85072 Eichstätt

Bearbeitung

Institut für Energietechnik IfE GmbH
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg
www.ifeam.de



Förderung

Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
www.stmwi.bayern.de

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



Bearbeitungszeitraum

Oktober 2020 bis Mai 2022

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis	3
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.....	10
3.2 Energieinfrastruktur	12
3.3 Sektor Wärme	14
3.3.1 Gebäudescharfes Wärmekataster	14
3.3.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien	16
3.4 Sektor Strom	18
3.5 Sektor Verkehr	21
3.6 CO ₂ -Bilanz.....	22
4 Potenzialanalyse	24
4.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz	24
4.1.1 Gebäudescharfes Sanierungskataster.....	24
4.1.2 Private Haushalte	26
4.1.3 Kommunale Liegenschaften / Liegenschaften des Landkreises.....	31
4.1.4 Wirtschaft.....	32
4.2 Transformationsprozesse.....	32
4.2.1 Elektrifizierung im Sektor Mobilität	32
4.2.2 Elektrifizierung durch den Einsatz von Wärmepumpen (Power to Heat).....	33
4.3 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien	35
4.3.1 Solarthermie und Photovoltaik	37
4.3.2 Wasserkraft.....	42

4.3.3	Biomasse	43
4.3.4	Windkraft	49
4.3.5	Kraft-Wärme-Kopplung.....	50
4.3.6	Geothermie	51
5	Entwicklungsszenarien	56
5.1	Energiebedarf.....	56
5.2	Erzeugung.....	58
6	Maßnahmenkatalog	63
7	Zusammenfassung	67
8	Quellenverzeichnis	69
9	Abbildungsverzeichnis.....	70
10	Tabellenverzeichnis.....	72

1 Einleitung

Mit dem digitalen Energienutzungsplan für den Landkreis Eichstätt wird ein kommunenscharfes Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Der Fokus liegt 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
- sowie eine gebäudespezifische Analyse des Sanierungspotenzials,
- eine standortspezifische Potenzialanalyse zum Ausbau erneuerbarer Energieträger und
- einen Maßnahmenkatalog mit konkreten Projekten zur weiteren Umsetzung,
- Detailanalyse von drei ausgewählten Pilotprojekten

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans zusammen. Die Erstellung erfolgte im Auftrag des Landkreises und in Kooperation mit allen 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 ausschließlich zusammengefasste und anonymisierte Daten dargestellt, welche keinen unmittelbaren Rückschluss auf die personenbezogenen Daten zulassen.

2 Projektablauf 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 2019) erstellt. Dabei wurde zwischen den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“ und „Wirtschaft“ unterschieden. 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. Ebenso wurden die erschließbaren Ausbaupotenziale regionaler erneuerbarer Energieträger analysiert.

Zentrales Element des digitalen Energienutzungsplans ist die Ausarbeitung eines Maßnahmenkatalogs für alle Kommunen des Landkreises und den Landkreis selbst, 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 Projektablauf des Energienutzungsplans ist zusammenfassend in Abbildung 1 dargestellt. Für die Projektkoordination und die Abstimmung zentraler Fragestellungen wurden regelmäßige Abstimmungsrunden mit Vertretern des Landratsamtes und einzelnen Kommunen durchgeführt (Steuerungsrunde). Die Abstimmung der kommunenspezifischen Ergebnisse und regional spezifischer Rahmenbedingungen erfolgte im Rahmen von Regionalkonferenzen mit Vertretern der jeweiligen Kommunen.

Auftaktveranstaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Inhalte des ENP • Abstimmung der Datenerhebung • Abstimmung der Akteursbeteiligung
1. Steuerungsrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Entwurfsbesprechung des energetischen Ist-Zustands • Vorbereitung der Potenzialanalysen • Besprechen der Einbindung bestehender Potenzialanalysen
2. Steuerungsrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Fixierung des Ist-Zustands auf Basis der Erkenntnisse der 1. Abstimmungsrunde • Entwurfsbesprechung der Potenziale Energieeinsparung • Entwurfsbesprechung der Potenziale Erneuerbare Energien
Abstimmungstermin mit den Kommunen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung vorläufiger kommunenspezifischer Ergebnisse (energetischen Ist-Zustand inkl. Wärmekataster, Potenziale Erneuerbare Energien und Effizienzsteigerung) • Darstellung der gutachterlichen Projektvorschläge im Maßnahmenkatalog • Diskussion und Festlegen des Maßnahmenkataloges
3. Steuerungsrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung der Ergebnisse aus der Zwischenbesprechung • Vorstellend der vorläufigen Endergebnisse bezüglich des Ist-Zustands und der Potenzialanalysen • Auswahl der drei Detailprojekte
4. Steuerungsrunde	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellen der Ergebnisse der Detailprojekte • Vorstellen der Endergebnisse des Energienutzungsplans • Vorbereiten der Abschlusspräsentation
Abschlusspräsentation	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Vorstellung der Ergebnisse und offizieller Projektabschluss

Abbildung 1: Projektablauf 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 gemeindeeigene Ver- und Entsorgungseinrichtungen, zusammengefasst. Hierfür konnte auf gebäudescharfe Energieverbrauchsdaten der Kommunen zurückgegriffen werden.

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.

Hinweis: Aufgrund der überregionalen Bedeutung und der in Relation zu den restlichen Verbrauchern hohen Verbrauchswerte ist der Energiebedarf der Gunvor Raffinerie Ingolstadt GmbH in Kösching nicht Inhalt dieses Abschlussberichts.

3.1.2 Datengrundlage und Datenquellen

Alle Datenerhebungen, Analysen und Berechnungen im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans beziehen sich auf das Bilanzjahr 2019. Für das Jahr 2020 lag während der Projektbearbeitung 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 für das Jahr 2019 zur Verfügung gestellt.
- Daten der örtlichen Kaminkehrer zu den installierten Wärmeerzeugern (anonymisiert). Der Endenergieeinsatz wurde auf Basis der anonymisierten Kaminkehrerdaten aus der jeweiligen Anzahl der installierten Wärmeerzeuger unter Annahme charakteristischer Leistungsdaten und Vollbenutzungsstunden ermittelt. Für die Berechnungen wurden die Vollbenutzungsstunden auf Basis von Erfahrungswerten der IfE GmbH aus umgesetzten Projekten und wissenschaftlich begleiteten Demonstrationsvorhaben angesetzt.
- Gebäudescharfe Erfassung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften und der Liegenschaften des Landkreises mittels Erfassungsbogen.
- 62 konkrete Datenerhebungsbogen im Bereich der Wirtschaftsbetriebe
- 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 [BAFA Solar]. Die Aufstellung umfasst alle Kollektortypen (Flachkollektoren, Vakuum-Röhrenkollektoren) und Anwendungen (Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung).
- Wärmebereitstellung aus Erdwärme: Die Wärmeerzeugung aus oberflächennaher Geothermie (Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung) kann aufgrund der fehlenden Datenbasis nicht eigen 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).
- Geodaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung (z. B. 3D-Gebäude- und Geländemodell, Laserscandaten, etc.) zur Simulation des Wärmekatasters.
- Für die Analyse des Endenergiebedarfs im Sektor Mobilität wurden Veröffentlichungen über den Bundesweiten Endenergieverbrauch nach Kraftstoffarten des Bundesverkehrsministeriums herangezogen

3.2 Energieinfrastruktur

Hinweis:

Die abgebildeten Darstellungen der Energieinfrastrukturen sind eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Erstellung des Energienutzungsplans und dienen als Übersichtsplan zur Erstinformation. Die tatsächliche Lage der Leitungen kann von den Plänen abweichen; neue Leitungen können nach Fertigstellung des Energienutzungsplans entstanden sein. Die Darstellungen ersetzen daher keine Planauskunft. Diese ist für konkrete Vorhaben stets bei den zuständigen Netzbetreibern einzuholen.

Wärmenetze

In zahlreichen Kommunen wurden Wärmenetze als leitungsgebundene Infrastruktur erfasst. Hierzu zählen u.a. Nahwärmenetze mit Nutzung der Abwärme aus Biogasanlagen und Fernwärmenetze.

Stromnetz

Das Stromnetz im Landkreis Eichstätt wird insgesamt von drei Netzbetreibern betrieben:

- Bayernwerk AG
- N-Ergie Netz GmbH
- Stadtwerke Eichstätt

Für das Landkreisgebiet liegen vollständige Netzabsatzdaten und Daten zur Stromeinspeisung aller Netzbetreiber vor.

Gasnetz

Im Landkreis Eichstätt sind vier Netzbetreiber tätig:

- Bayernwerk AG
- N-Ergie Netz GmbH
- Stadtwerke Eichstätt
- Stadtwerke Ingolstadt

Für das Landkreisgebiet liegen vollständige Netzabsatzdaten aller Netzbetreiber vor. Von den 30 Gemeinden des Landkreises werden 16 mit Erdgas versorgt.

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.

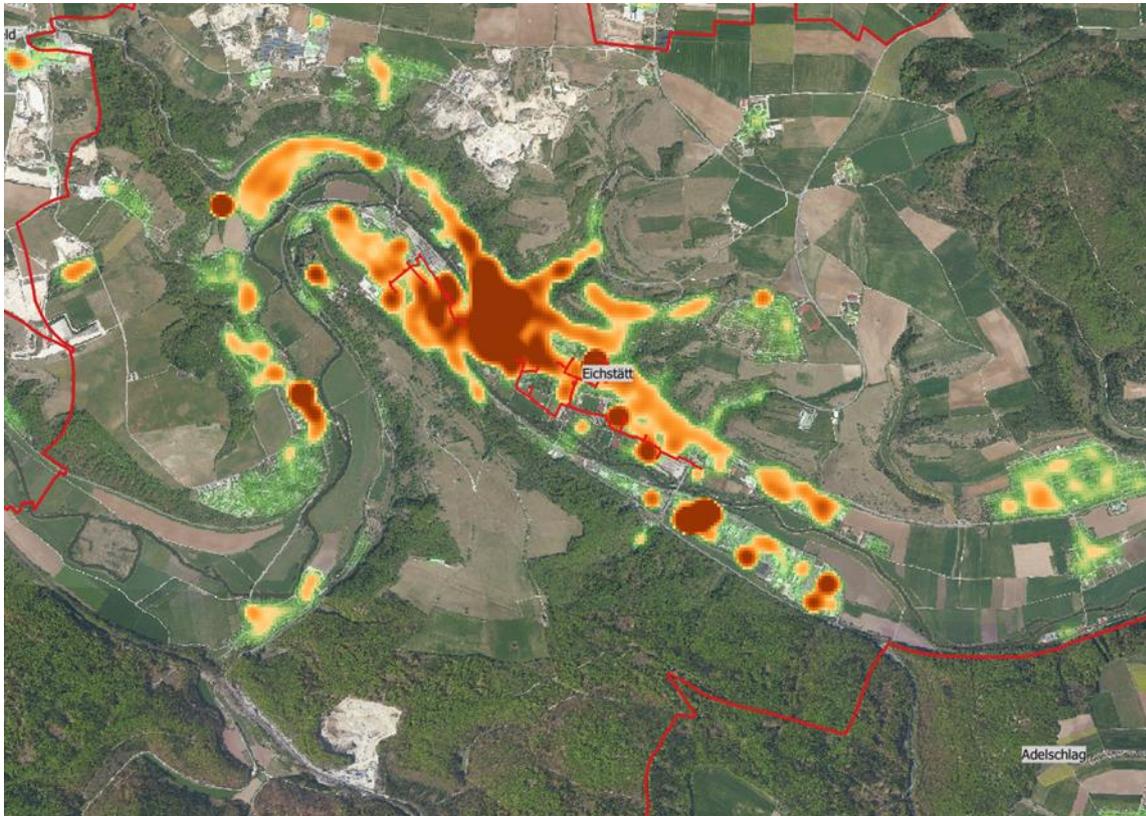
Zur Erstellung des gebäudescharfen Wärmekatasters wurden in einem ersten Schritt wesentliche Daten zum Gebäudebestand (Informationen zur Gebäudenutzung und zur Baualtersstruktur des Gebäudebestandes) erfasst und zusammen mit einem 3D-Gebäudemodell (Ermittlung von Gebäudebauteilen und Kubatur) zu einem 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 Auszug des gebäudescharfen Wärmekatasters

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 Wärme-
katasters**

3.3.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien

Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 2.070.900 MWh pro Jahr. In Abbildung 5 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Die Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ und Wirtschaft weisen annähernd den gleichen Wärmebedarf auf.

Wärmebedarf nach Verbrauchergruppen	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	1.057.200	51%
Kommunale Liegenschaften	29.200	1%
Wirtschaft	984.500	48%
Summe	2.070.900	

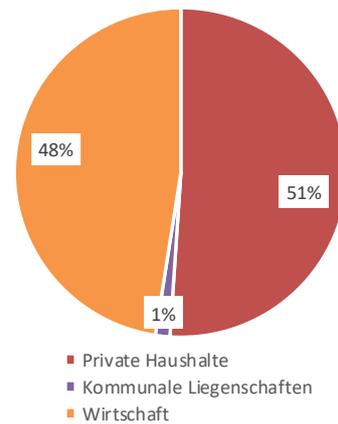


Abbildung 4: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2019

Von den insgesamt 2.070.900 MWh Wärmebedarf werden rund 31 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt, insbesondere über Biomasse (Holz). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Landkreis Eichstätt über holzverbrauchende Großindustrie und Biomasseheizkraftwerke verfügt. Heizöl und Erdgas nehmen einen Anteil von insgesamt 38 % bzw. 28 % an der Wärmebereitstellung ein. Der Wärmebedarf von 11.000 MWh/a aus der Wärmenutzung der Biogasanlagen umfasst nur die im Rahmen der Datenerfassung ermittelten Mengen der zwölf beantworteten Fragebögen (von insgesamt 20 Biogasanlagen im Landkreis).

Energieträger "Thermisch"	MWh/a	Anteil
Holz	600.400	29%
Heizstrom	25.400	1%
Wärme Biogas	11.000	0,5%
Solarthermie	19.700	1%
Erdgas	579.600	28%
Heizöl	790.600	38%
Sonstiges (Flüssiggas, Sonderbrennstoffe)	44.300	2%
Summe	2.070.900	

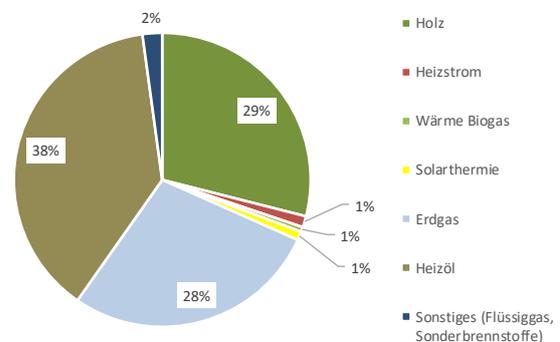


Abbildung 5: Wärmebedarf: Anteil der Energieträger im Jahr 2019

3.4 Sektor Strom

Der Strombezug im Landkreis Eichstätt im Jahr 2019 beläuft sich in Summe auf rund 647.200 MWh. Zur Ermittlung des Strombedarfs wurden die Daten der Stromnetzbetreiber herangezogen. Die Aufteilung des Strombedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt, dass der Sektor Wirtschaft mit 75 % den größten Anteil einnimmt, gefolgt von den privaten Haushalten mit 23 % und den kommunalen Liegenschaften inklusive den Liegenschaften des Landkreises mit 2 % (Abbildung 7).

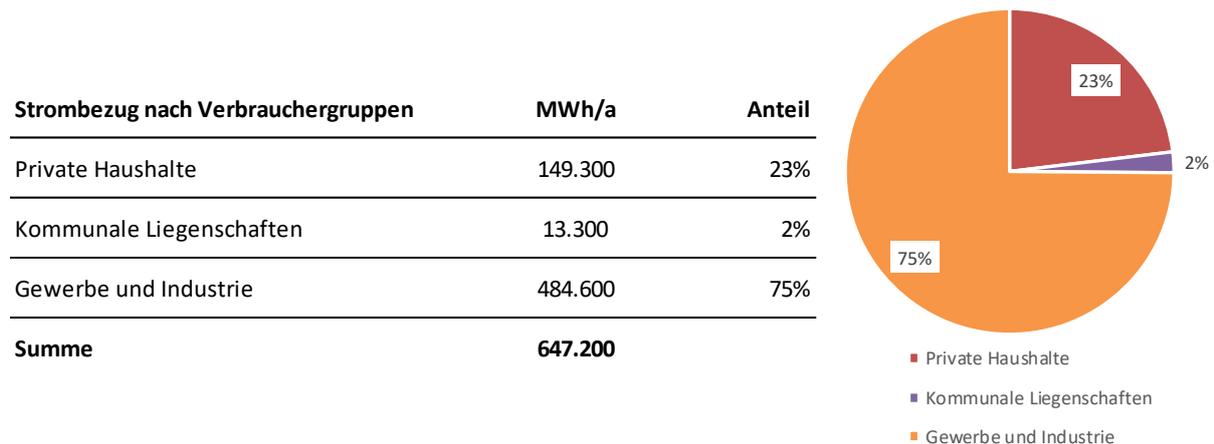


Abbildung 6: Der Strombezug im Landkreis Eichstätt nach Verbrauchergruppen

Anschließend wurde der Strombezug den Erzeugungsmengen der jeweiligen Energieträger gegenübergestellt. Hierfür wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen genauer analysiert. Zu beachten ist dabei, dass die Eigenstromnutzung aus erneuerbaren Erzeugungsanlagen und KWK-Anlagen hierbei nicht im Anteil des jeweiligen Energieträgers enthalten ist. Stattdessen wird die tatsächlich in den Kommunen erzeugte und eingespeiste Strommenge aus erneuerbaren Energien berücksichtigt und dem Strombezug gegenübergestellt. In Summe wurden im Bilanzjahr 2019 innerhalb des Landkreises bilanziell rund 551.800 MWh aus Erneuerbaren Energiequellen und 4.300 MWh aus konventionellen KWK-Anlagen in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Dem gegenüber steht ein Strombezug im Jahr 2019 in Höhe von 647.200 MWh. Somit besteht noch eine bilanzielle Deckungslücke von 95.500 MWh bzw. 15%.

→ **Bilanzieller Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung beträgt rund 85 % (Jahr 2019)**

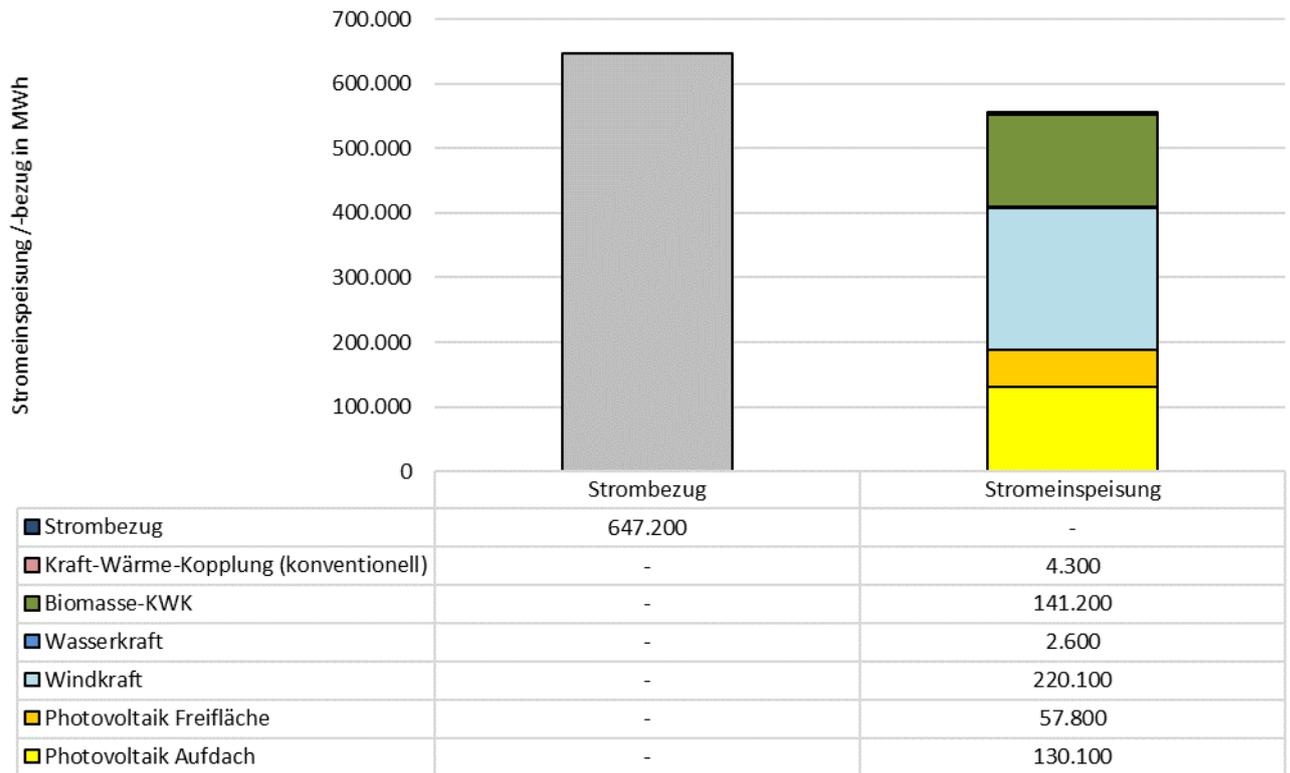


Abbildung 7: Strombezug und Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien / KWK im Jahr 2019

Hinweise:

- Aufgrund der Festlegung auf das Bilanzjahr 2019 wurden die im Jahr 2019 und später neu errichteten EEG- und KWK-Anlagen nicht berücksichtigt.
- Die Stromeigennutzung führt in dieser Betrachtung zu einer Minderung des Strombezugs aus dem Stromnetz. Die angewandte Bilanzierungsmethodik ist entscheidend für eine kontinuierliche Fortschreibung des digitalen Energienutzungsplans und der Energiebilanz, da nur diese Daten den EVU exakt und vollumfänglich vorliegen.

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen im Bilanzgebiet detailliert erfasst und analysiert. Nachfolgende Grafik zeigt eine Übersicht der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Landkreis, wobei im Bereich PV-Anlagen lediglich die Freiflächenanlagen eingezeichnet sind (um die Übersichtlichkeit zu wahren).

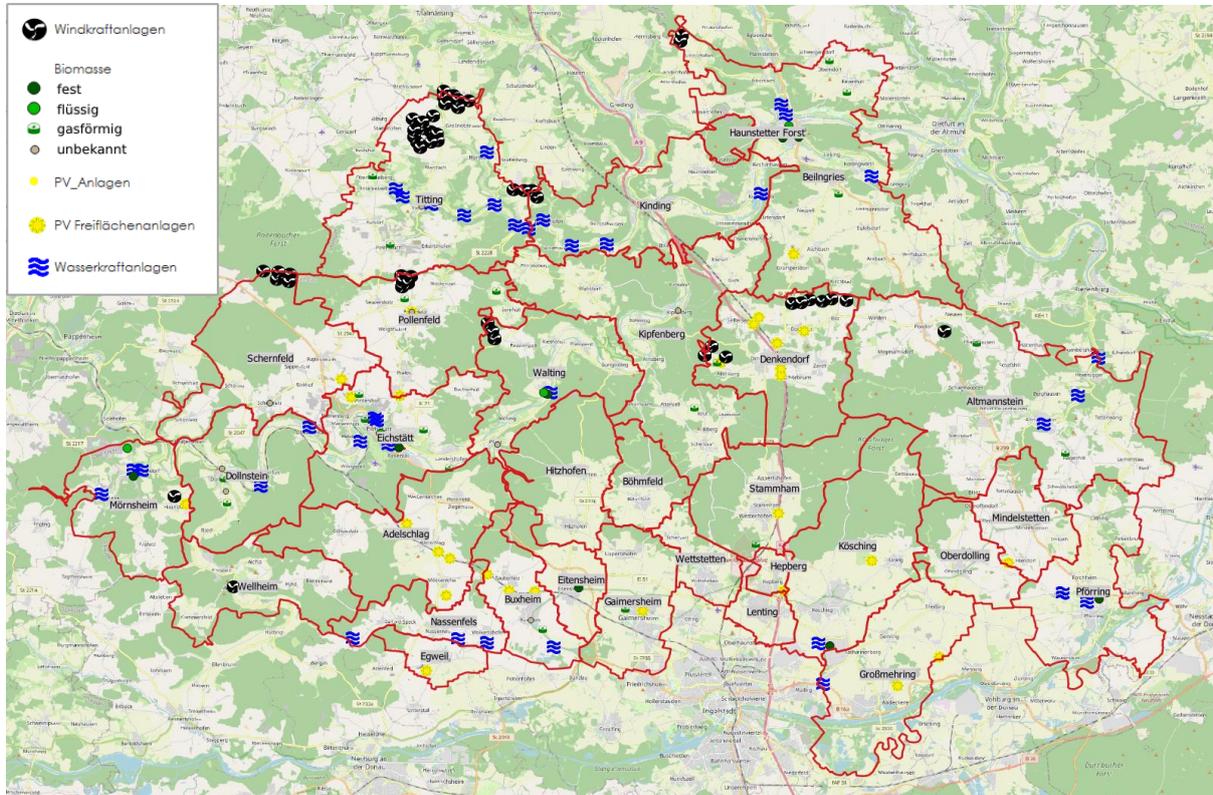


Abbildung 8: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet

3.5 Sektor Verkehr

Zwar ist der Sektor Verkehr bzw. Mobilität nicht Baustein eines klassischen Energienutzungsplans, jedoch im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung der Sektorenkopplung zwischen Strom, Wärme und Mobilität ist es sinnvoll diesen separat herauszuarbeiten und in die Energiebilanz des Landkreises und in zukünftige Entwicklungsszenarien mit einzubeziehen.

Als Grundlage für das Darstellen des Energiebedarfs im Sektor Mobilität wurde ein einwohnerspezifischer Kennwert gebildet, welcher sämtliche die Mobilität betreffende Zweige einschließt, wie beispielsweise den Bahn-, Flug- und Schiffsverkehr.

Dieser Kennwert wurde aus veröffentlichten Statistiken des Verkehrsministeriums für den in Deutschland insgesamt erforderlichen Endenergiebedarf von 2.704 PJ (rund 751 Terawattstunden) für Mobilitätszwecke gebildet und auf die Bevölkerung des Landkreises umgelegt. Der Anteil von Strom für Elektromobilität lag demnach und unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten mit rund 0,5 % angesetzt [BMVI]

So lässt sich ein jährlicher Pro-Kopf-Energiebedarf für Mobilität von rund 9.000 kWh pro Einwohner ermitteln, was umgelegt auf den Landkreis Eichstätt einen Gesamt-Energieeinsatz von 1.198.500 MWh bedeutet.

Hinweis: Die Berechnung des Energiebedarfs stützt sich u.a. auf allgemeine bundesdeutsche Kennwerte. Eine detaillierte Analyse des Sektors Verkehr kann nur über Detailstudien erfolgen, die nicht Bestandteil dieses Energienutzungsplans sind.

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 5 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 innerhalb des Betrachtungsgebiets (z. B. aus Erneuerbaren Energien) 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 ist in diesem Fall so zu interpretieren, dass gegenüber der durchschnittlichen Stromerzeugung in Deutschland CO₂-Emissionen eingespart werden.

Tabelle 1: Die CO₂-Äquivalente der jeweiligen Energieträger [GEMIS 4.9; 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

- ➔ Aus dem Gesamtendenergieverbrauch und der Stromeinspeisung erneuerbarer Energien und KWK resultiert ein Ausstoß von rund 474.500 Tonnen CO₂ pro Jahr. Dies entspricht einem jährlichen Ausstoß klimawirksamer Gase von rund 3,6 Tonnen CO₂ pro Kopf

In Tabelle 2 ist der CO₂-Ausstoß von 474.500 t/a im Landkreis Eichstätt nach eingesetzte Energieträger dargestellt.

Tabelle 2: Der CO₂-Ausstoß im Landkreis Eichstätt aufgeteilt auf die verschiedenen Energieträger

Energieträger	CO ₂ -Ausstoß [t/a]
Strom	361.200
Biomasse	9.000
Heizstrom	14.200
Erdgas	141.400
Heizöl	247.500
Sonstige	11.500
Stromeinspeisung Erneuerbare Energien	-310.300
Summe	474.500

Darauf aufbauend wurde im zweiten Schritt noch der Sektor Verkehr in die Emissionsbilanz mit aufgenommen. Die hier angesetzten CO₂-Äquivalente sind aber nicht auf Basis der geschilderten GEMIS Faktoren hinterlegt, sondern stützen sich auf Werte des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg IFEU. Es wird ein CO₂-Äquivalent von 326 g/kWh angesetzt. [KEA Emission]

- ➔ Wird der Energiebedarf des Sektors Verkehr mit hinzugezogen so addieren sich zu den Emissionen aus dem Strom- und Wärmebedarf weitere rund 394.300 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Jahr. Der jährliche Ausstoß an klimawirksamen Gasen steigt so auf insgesamt 6,5 Tonnen CO₂ pro Kopf.

4 Potenzialanalyse

4.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

In Tabelle 3 ist eine zusammenfassende Übersicht der Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen bis zum Jahr 2030 / 2040 dargestellt. Die Einsparpotenziale beziehen sich hierbei auf die derzeitige Gebäudestruktur mit ihrer aktuellen „Nutzung und Bewirtschaftung“ lt. den Eintragungen im GIS (keine Berücksichtigung von z. B. Neubaugebieten oder geänderter Nutzung von Bestandsgebäuden oder Änderungen hinsichtlich der Produktion in Unternehmen). Die Erläuterungen zu den Energieeinsparpotenzialen sind in den nachfolgenden Kapiteln näher ausgeführt.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Effizienzsteigerungs- und Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen [EVU Erdgas; EVU Strom; EVU Fernwärme; Energieatlas]

		Endenergie Ist-Zustand [MWh/a]	Maßnahme	Einsparpotential		Endenergie-einsatz in 2040 [MWh/a]
				[%]	[MWh/a]	
Private Haushalte	Endenergie thermisch	1.057.248	Wärmedämmmaßnahmen Sanierungsrate 2%/a auf 100 kWh/m ²	17,3%	183.426	873.823
	Endenergie thermisch			26,4%	278.919	778.329
	Endenergie elektrisch	149.302	Energieeinsparung (EU-Richtlinie 1,5%/a)	27,2%	40.603	108.699
Kommunale Liegenschaften	Endenergie thermisch	29.221	Energieeinsparung (EU-Richtlinie 1,5%/a)	27,2%	7.947	21.275
	Endenergie elektrisch	13.336		27,2%	3.627	9.709
Wirtschaft	Endenergie thermisch	984.499	Energieeinsparung (EU-Richtlinie 1,5%/a)	27,2%	267.413	717.085
	Endenergie elektrisch	484.638		27,2%	131.798	352.840

4.1.1 Gebäudescharfes Sanierungskataster

Für die Potenzialanalyse zur energetischen Sanierung wurde ein Sanierungskataster auf Basis des gebäudescharfen Wärmekatasters für Wohngebäude erstellt. Für jedes enthaltene Gebäude stellt das Sanierungskataster die mögliche Energieeinsparung für definierte Sanierungsvarianten bzw. Sanierungstiefen dar. Jeder Sanierungsvariante liegen Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung

zu Grunde. Hierzu zählen beispielsweise die Dämmung von Außenwänden, Dachflächen und Kellergeschossdecken oder der Austausch von Fenstern und Türen, um einen höheren Energiestandard zu erreichen. Für jedes Gebäude und jede Sanierungsvariante wird der Wärmebedarf getrennt nach Raumwärme und Warmwasser ausgewiesen, da die energetische Sanierung den Warmwasserbedarf kaum beeinflusst.

Auch für die Entwicklung von Zukunftsstrategien für Fernwärme- oder Gasversorgungsinfrastrukturen bildet das Sanierungskataster Szenarien des künftigen Wärmebedarfs ab. Hierbei wurden die in den Verbrauchergruppen beschriebenen Einsparpotenziale kartografisch dargestellt. Weiterhin bietet das Sanierungskataster maßnahmenscharfe Informationen zum Sanierungspotenzial einzelner Gebäude, die als Grundlage für die Identifikation städtebaulicher Sanierungsgebiete mit energetischen Missständen dienen können. Maßnahmen, wie etwa die Erstellung von geförderten Quartierskonzepten, lassen sich daraus ableiten. Die Informationen zum Sanierungspotenzial können darüber hinaus in Aktivitäten zur Energie-Erstberatung einfließen und die Gestaltungen kommunaler Förderprogramme stützen.



Abbildung 9: Beispielhafter Ausschnitt des Sanierungskatasters mit Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale (links Jahr 2019 – rechts Jahr 2040)

4.1.2 Private Haushalte

Wärme

Für die Sanierungsvarianten im Wohngebäudebestand wurden Berechnungen mit der Maßgabe einer ambitionierten, aber realistischen Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von 2 % pro Jahr durchgeführt.

Ausgehend von der Energieeffizienz der Bestandsgebäude in der Kommune wurde das energetische Einsparpotenzial durch Sanierung der Gebäude sowie der Anlagentechnik gebäudescharf berechnet.

1. Eine Sanierungsquote von 2 % pro Jahr bezogen auf die Gebäudenutzfläche
2. Es werden jeweils die ineffizientesten Gebäude bevorzugt energetisch saniert
3. Die Sanierung erfüllt die regulatorischen Mindestanforderungen nach GEG 2020

Szenario 1: Sanierung der Wohngebäude auf ein zukünftiges Energiebedarfsniveau 100 kWh/m*a

Durch die Einsparmaßnahmen wird in diesem Szenario im gesamten Wohngebäudebestand ein spezifischer Wärmeverbrauch von im Mittel 125 kWh/m² erzielt (im Ist-Zustand beläuft sich der spezifische Wärmeverbrauch im Mittel auf rund 152 kWh/m²). Die hier zu Grunde gelegte Sanierungsrate und Sanierungstiefe liegt über dem Bundesdurchschnitt, könnte jedoch über entsprechende Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen erreicht werden.

Würde dieses Szenario bis zum Jahr 2040 kontinuierlich umgesetzt werden, würde dies einer Reduktion des thermischen Energieverbrauchs der Wohngebäude von 1.057.200 MWh im Jahr 2019 auf rund 873.800 MWh im Jahr 2040 (rund 17,3 % Einsparung) bedeuten.

Szenario 2: Sanierung der Wohngebäude auf ein zukünftiges Energiebedarfsniveau 70 kWh/m*a

Durch die erhöhten Maßnahmen zur Energieeinsparung wird in diesem Szenario ein spezifischer Wärmeverbrauch von im Mittel 111 kWh/m² erzielt (Ist-Zustand rund 150 kWh/m²).

Würde dieses Szenario bis zum Jahr 2040 kontinuierlich umgesetzt werden, würde dies einer Reduktion des thermischen Energieverbrauchs der Wohngebäude auf rund 778.300 MWh im Jahr 2040 (rund 26,4 % Einsparung) bedeuten.

Für einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand (Zieldefinition für das Jahr 2040 auf Landesebene) sind jedoch weitere Anstrengungen nötig. Wichtiger Faktor hierbei ist der angestrebte Energiestan-

dard, welcher durch die Erlangung eines Effizienzhausstandards zur weiteren Absenkung des Heizwärmebedarfs beiträgt. So ist es derzeit bereits möglich auch Bestandsgebäude bei einer grundlegenden Sanierung in Richtung Effizienzhaus 55 zu optimieren. Dies würde weitere Einsparungen in Höhe von rund 25 – 30 % beim Endenergiebedarf von Wohngebäuden bedeuten. Flankiert wird dieses Ziel durch eine anzustrebende, weitestgehend regenerative Wärme- bzw. Energieversorgung der Liegenschaften. Abbildung 10 zeigt die exemplarische Darstellung des Sanierungskatasters im GIS ausgehend vom Ist-Zustand hin zum kartografischen Schema bei Sanierung der Liegenschaften hin zu einem energetischen Stand mit einem Wärmebedarf von 100 kWh/m*a bzw. 70 kWh/m*a.

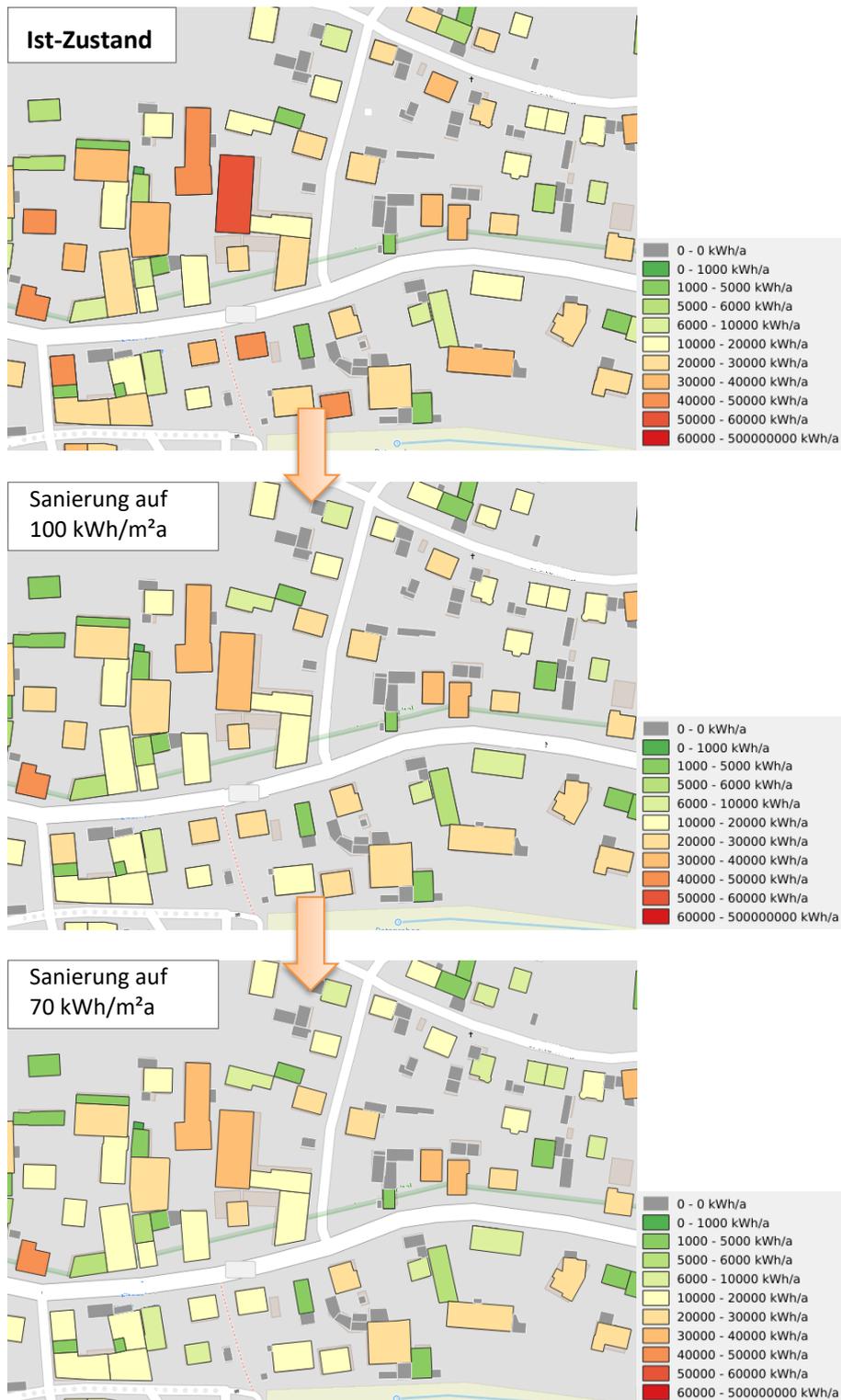


Abbildung 10: Kartografische Darstellung der Energieeffizienz im Ausgangszustand sowie den Szenarien „100“ und „70“ (Wärmekataster; Sanierungskataster 2040 mit Sanierung auf Wärmebedarf 100 kWh/m²a bzw. 70 kWh/m²a; 1,5 % für Nicht-Wohngebäude; statistische Erhebung; mit OSM-Layer)

Strom

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauchs und somit auch zu einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei. Die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ erfolgt in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie (EED). Es wird angenommen, dass jährlich 1,5 % des Strombedarfs eingespart werden können. In Summe kann der Stromverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ bis zum Jahr 2040 von derzeit 149.300 MWh auf 108.700 MWh gesenkt werden (rund 27 %).

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauchs und durch Austausch/Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Eine Berücksichtigung neuer stromverbrauchender „Anwendungsbereiche“ kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Der Sektor Mobilität (mit einer zu erwartenden Steigerung des Strombedarfs für E-Mobilität) ist nicht Bestandteil dieser Studie.

4.1.3 Kommunale Liegenschaften / Liegenschaften des Landkreises

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

- Die Selbstverpflichtung aus Überzeugung von der Notwendigkeit des Handelns
- Die Vorbildfunktion für alle Bürger
- Die wirtschaftliche Motivation

In Abstimmung mit den Akteuren vor Ort erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften / Liegenschaften des Landkreises“ in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie (EED). Es wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2040 jährlich:

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

eingespart werden können. Konkrete Projektideen zur Erreichung dieser Zielvorgabe wurden im Rahmen der Regionalkonferenzen ausgearbeitet und sind im Maßnahmenkatalog (Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) dargestellt.

Als Ergebnis können bei Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften der Stromverbrauch von derzeit 13.340 MWh/a auf rund 9.709 MWh im Jahr 2040 und der Wärmebedarf von rund 29.220 MWh/a auf 21.280 MWh/a gesenkt werden.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauchs und durch Austausch/Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Eine Berücksichtigung neuer stromverbrauchender „Anwendungsbereiche“ kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Der Sektor Mobilität (mit einer zu erwartenden Steigerung des Strombedarfs für E-Mobilität) ist nicht Bestandteil dieser Studie.

4.1.4 Wirtschaft

Da gewerblich / industriell 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 Datenerhebung erfolgen. In Abstimmung mit den beteiligten Akteuren erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ daher in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie.

Es wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2040 jährlich:

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

eingespart werden können.

Mit dieser Zielstellung könnte bis zum Jahr 2040 der thermische Energiebedarf von 984.500 MWh pro Jahr im Ist-Zustand auf 717.100 MWh reduziert werden. Der Strombedarf könnte von 484.600 MWh/a auf 352.800 MWh/a reduziert werden.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauchs und durch Austausch/Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Eine Berücksichtigung neuer stromverbrauchender „Anwendungsbereiche“ kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Der Sektor Mobilität (mit einer zu erwartenden Steigerung des Strombedarfs für E-Mobilität) ist nicht Bestandteil dieser Studie.

4.2 Transformationsprozesse

Für das Erreichen der Klimaneutralität (Dekarbonisierung des Energiesystems) ist es erforderlich, bestimmte Bereiche zu elektrifizieren und damit die Verbrennung fossiler Energieträger zu substituieren. Dies betrifft zum einen den Sektor Mobilität und zum anderen den Sektor Wärme.

4.2.1 Elektrifizierung im Sektor Mobilität

Im Bereich Mobilität beinhaltet die Transformation eine entweder direkte Elektrifizierung der Antriebstechnologien (Batterie-elektrisch) oder eine Elektrifizierung der Antriebe über eine Zwischenstufe (z.B. Wasserstoff). In Anlehnung an die im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie

e.V. erstellte Studie „Klimapfade für Deutschland“ [BDI, Berechnung IfE], kann für das Aufstellen eines möglichen Transformationsszenarios der Anteil batterieelektrischer und wasserstoffbetriebener Transportmittel auf in etwa 38 % im Jahr 2030 und auf rund 88 % im Jahr 2040 beziffert werden. Da elektrische Antriebe (gemäß Endenergiebedarf) energieeffizienter arbeiten als konventionelle Verbrennungsmotoren, geht mit dem Transformationsschritt auch eine direkte Energieeinsparung einher. So benötigt der Elektromotor im Vergleich nur noch rund ein Drittel dessen, was ein klassischer Benzin- oder Dieselmotor benötigt [Berechnung IfE]. Parallel dazu muss die dafür erforderliche elektrische Energie entweder unmittelbar aus erneuerbaren Stromquellen oder indirekt aus erneuerbaren Quellen mit einem Zwischenschritt (z.B. Wasserstoff) zur Verfügung gestellt werden. Der Strombedarf steigt also insgesamt an und beläuft sich unter den beschriebenen Annahmen im betrachteten Szenario im Jahr 2040 auf rund 365.500 MWh_{el} (siehe Abbildung 18).

4.2.2 Elektrifizierung durch den Einsatz von Wärmepumpen (Power to Heat)

Unter Power to Heat wird die Erzeugung von Wärme unter dem Einsatz elektrischer Energie verstanden. Insbesondere der Einsatz von Wärmepumpen (mit denen ja nach Typ Jahresarbeitszahlen > 4 erreicht werden können) stellt eine wesentliche Zukunft der künftigen Wärmeversorgungsstruktur in Deutschland dar. Das Bundeswirtschaftsministerium hat im Jahr 2021 das Ziel formuliert, dass bis zum Jahr 2030 insgesamt 6 Millionen Wärmepumpen in Deutschland installiert sein sollen [BMWi]. Bei einem Wohngebäudebestand in Höhe von rund 19 Millionen Wohngebäuden in Deutschland [STATISTA B] entspricht dies rund einem Drittel aller Gebäude. Dieses Ziel wird für das Entwicklungsszenario im Rahmen dieses Energienutzungsplans übernommen.

Aufgrund der Ziele des Freistaats Bayern, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu sein [Bayerische Staatsregierung], wird von einer nochmaligen Verdopplung der Anzahl an Wärmepumpen im Zeitraum 2030 bis 2040 ausgegangen. Somit wird im Rahmen des Entwicklungsszenarios dieses Energienutzungsplans angesetzt, dass im Jahr 2040 rund 60% des dann noch vorhandenen Wärmebedarfs der Wohngebäude über Wärmepumpen / Power to Heat Lösungen versorgt werden [Berechnung IfE]. Für die Berechnung des künftigen Strombedarfs für Wärmepumpen wird von einer Jahresarbeitszahl von 3,5 ausgegangen, wodurch sich ein Heizstrombedarf von insgesamt 174.100 MWh_{el} ergibt. Wird der bereits im Ist-Zustand ermittelte Heizstrombedarf von ca 25.000 MWh addiert, ergibt sich ein Heizstrombedarf von insgesamt ca. 199.500 MWh/a. Nähere Informationen sind in Kapitel 4.3.6 und in Abbildung 18 dargestellt.

4.3 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.

4.3.1 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 Energieerzeugung genutzt werden, in erster Linie zur Warmwasserbereitung (Solarthermie) und Stromerzeugung (Photovoltaik).

4.3.1.1 Solarpotenzialkataster

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiepoteziale auf Dachflächen wurde das neu entwickelte, gebäudescharfe Solarpotenzialkataster für den Landkreis Eichstätt ausgewertet (<https://www.solare-stadt.de/eichstaett/>). 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 Einstrahlung 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.

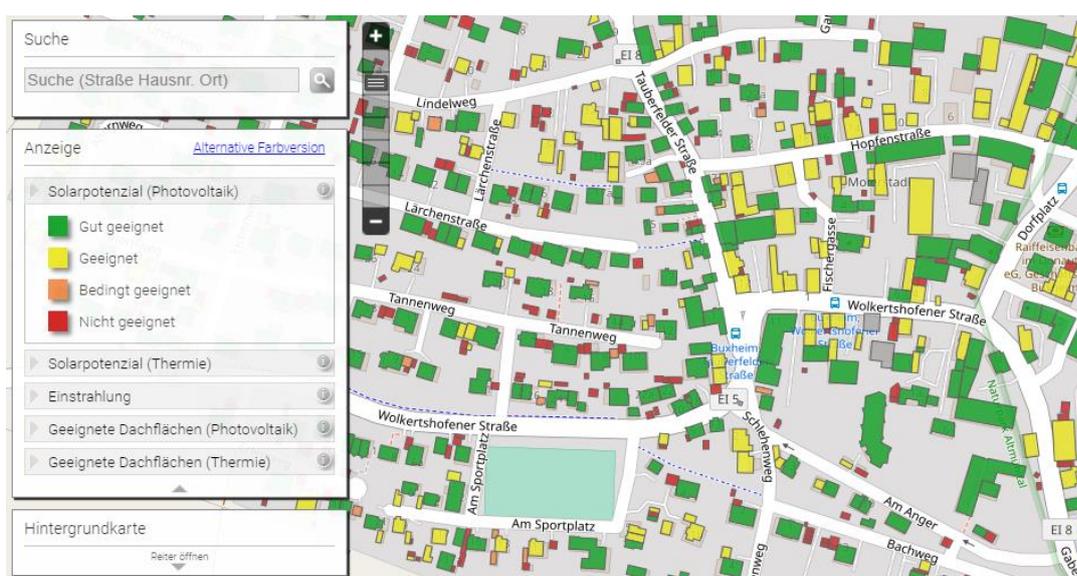


Abbildung 11: Auszug Solarpotenzialkataster für den Landkreis Eichstätt

(<https://www.solare-stadt.de/landkreis-eichstaett>)

4.3.1.2 Solarthermie auf Dachflächen

Viele der für die solare Nutzung geeigneten Dachflächen (siehe Solarpotenzialkataster) können sowohl für die Installation von Solarthermieanlagen 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 von 60% 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 $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$ [EnEV] ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Energiebedarf von rund $87.100 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für die gesamte Wassererwärmung. Das angestrebte Deckungsziel wird auf 60 % festgelegt. Dies entspricht einem Energiebedarf von rund $52.260 \text{ MWh}_{\text{th}}$, der durch Solarthermie gedeckt werden soll. Um dies zu erreichen, werden bei einem spezifischen Ertrag von $400 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2$ insgesamt rund 130.600 m^2 an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche wird im Rahmen des Energienutzungsplans gleichzeitig als technisches Potenzial der Solarthermie definiert. Derzeit sind im Betrachtungsgebiet bereits Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von rund 56.200 m^2 installiert, sodass noch ein Ausbaupotenzial von rund 74.500 m^2 besteht.

4.3.1.3 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 $1.139.900 \text{ MWh/a}$. Hierfür wurden nur die Flächen aus dem Solarpotenzialkataster berücksichtigt, die als „gut geeignete“ und „geeignete“ Flächen definiert sind. 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 795.000 MWh Stromerzeugung pro Jahr zur Verfügung. Dies entspricht einer Gesamtleistung in Höhe von rund 906.700 kW_p .

Im Bilanzjahr 2019 waren bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 138.900 kW_p installiert, sodass unter den beschriebenen Annahmen noch ein theoretisches Ausbaupotenzial von rund 767.800 kW_p besteht.

Die Potenziale für Photovoltaik und Solarthermieranlagen sind in der nachfolgenden Tabelle 4 als Übersicht zusammengefasst.

Tabelle 4: Potenzial erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik

Solarthermie		
Gesamtenergiebedarf TWW-Bereitung	MWh _{th} /a	87.100
→ davon 60%	MWh _{th} /a	52.260
→ notwendige Kollektorfläche	m ²	130.600
→ bereits installiert	m ²	56.200
→ bis 2030 neu installierbar	m ²	74.500
Ausbaupotenzial 2030 Solarthermie (TWW)	MWh _{th} /a	29.800
Photovoltaik		
Gesamtpotenzial aller Dachflächen	MWh _{el} /a	795.000
(Statik und Denkmalschutz pauschal berücksichtigt)	kW _p	907.000
→ bereits installiert	kW _p	139.000
→ bis 2040 neu installierbar	kW _p	768.000
→ bis 2040 neu installierbar	MWh _{el} /a	665.000
Annahme:		
Ausbaupotenzial Szenario 2040 (50% Gesamtpotential)	MWh _{el} /a	398.000

4.3.1.4 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 2019 waren bereits Freiflächen-PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 51.800 kW_p im Landkreis installiert, die rund 57.800 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

In Bayern ergibt sich zudem eine Gebietskulisse, welche benachteiligte Gebiete im Sinne des EEG als potenzielle PV-Förderflächen anzeigt. In landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten sind PV-Freiflächenanlagen nach EEG zusammen mit der bayerischen Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Rahmen einer erfolgreichen Teilnahme an den EEG-Ausschreibungen der Bundesnetzagentur förderfähig. Große Teile des Landkreises Eichstätt liegen in diesem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet, siehe Abbildung 12.

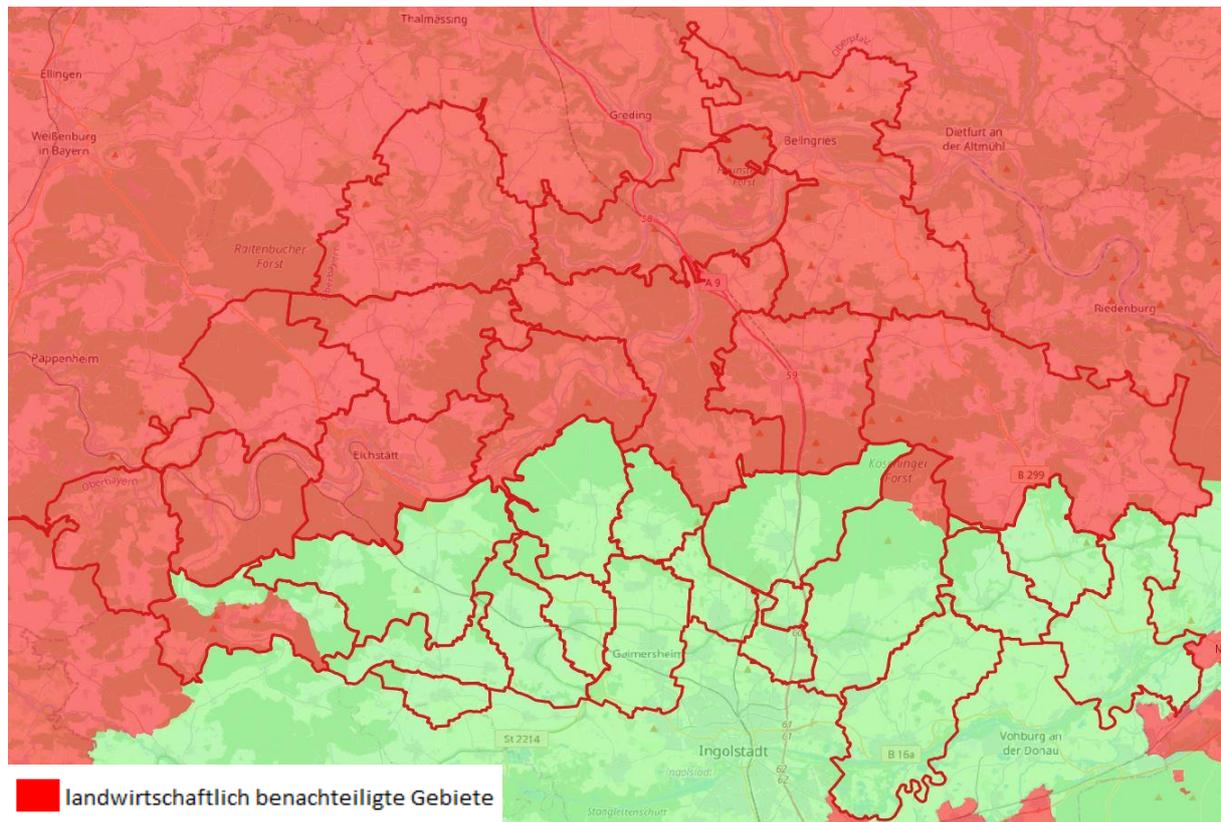


Abbildung 12: Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete im Landkreis

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

Tabelle 5: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Kriterien

Nicht geeignete Flächen für PV-Freiflächenanlagen	Mindestabstand
Siedlungsflächen (Maßgebend ist das letzte Wohnhaus einer Ortschaft, hierzu zählen auch Weiler und Einzelgehöfte)	300 m
Waldflächen und Gewässer	30 m
Straßenverkehrsflächen	40 m
Bahnstrecke	15 m
Ungeeignete Vegetationsflächen (Sumpfbgebiet, Unland, Gehölz)	10 m
Natura 2000 (Vogelschutz-, FFH-Gebiete)	
Festgesetzte Überschwemmungsgebiete	
Rechtlich festgesetzte Ausgleichs- und Ersatzflächen (Ökoflächenkataster)	
Gesetzlich geschützte Biotope und Bodenschutzobjekte	

Auf Basis der beschriebenen Ausschlusskriterien konnte eine Übersicht potenziell geeigneter Flächen im Gemeindegebiet ausgearbeitet werden.

Hinweis: Gerade große PV-Freiflächenanlagen können auch außerhalb der EEG-Förderung errichtet und betrieben werden. Neben die bislang bekannten Vergütungsmodelle nach dem EEG werden beispielsweise Anlagen zur Direktbelieferung von Großabnehmern betrieben.

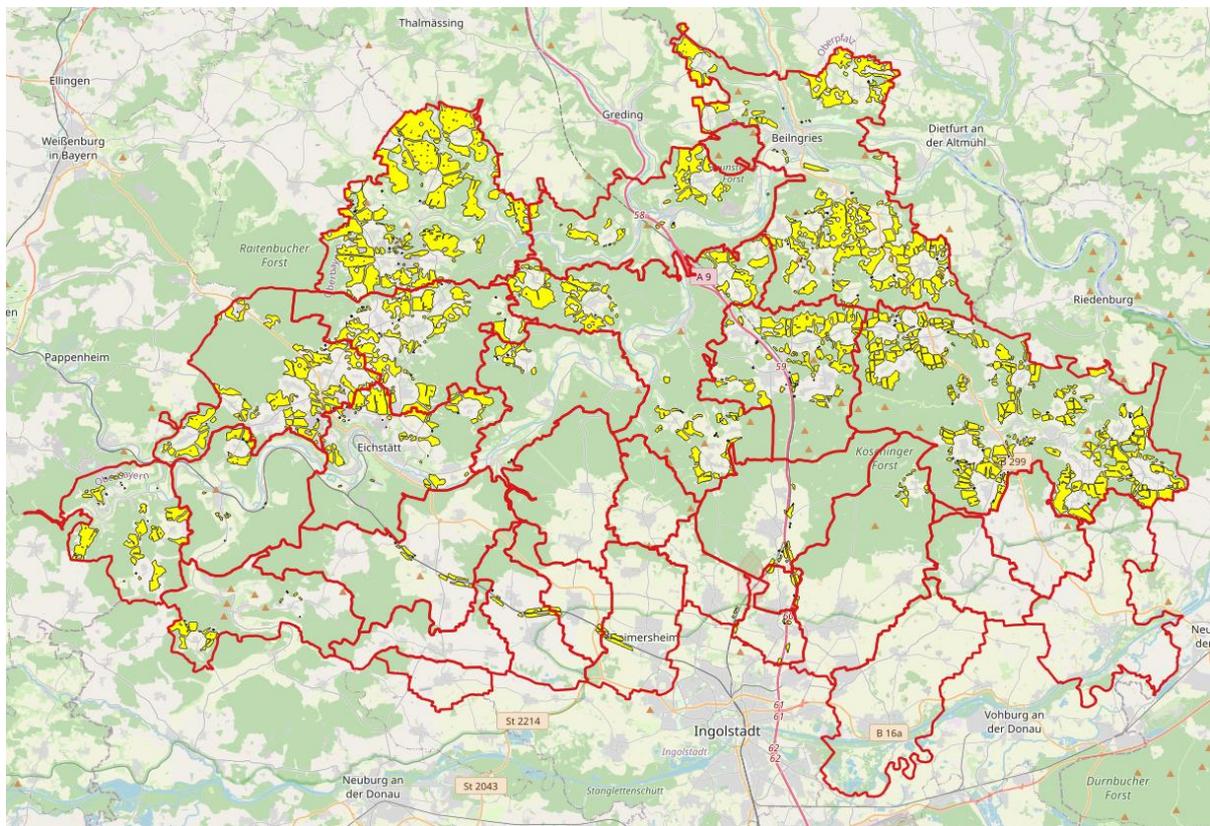


Abbildung 13: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Übersichtskarte

Die GIS-Analyse der zeigt hierbei in Summe eine potenzielle Fläche von 12.928 ha auf, welche nach EEG2023 vergütungsfähig ist. Bei einem Flächenbedarf von rund $12 \text{ m}^2/\text{kW}_p$ würde sich ein theoretisches Gesamtpotenzial von 10.912 MW_p ergeben. Wird ein spezifischer Ertrag von ca. 1.050 kWh/kW_p angesetzt, beträgt die erzeugte Solarstrommenge etwa 11.457.000 MWh. Diese Flächen und Strommengen sind lediglich als technisches Potenzial zu verstehen. Aufgrund der Vielzahl an potenziellen Flächen wird empfohlen, kommunenscharfe 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.

Ein vollständiges Erschließen der technischen Potenziale ist insbesondere im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik nicht realistisch. Daher wird im in Kapitel 5.2 entwickelten Szenario ein realistisches Potenzial im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik von ca. 1 % der gesamten landwirtschaftlichen Fläche angesetzt. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von rund 370 000 MWh/a auf einer Fläche von etwa 560 ha.

4.3.2 Wasserkraft

Im Landkreis Eichstätt wurden im Jahr 2019 insgesamt 2.638 MWh Strom aus Wasserkraft erzeugt. Zur Analyse der Ausbaupotenziale im Bereich der Wasserkraft wurde ein Gespräch mit dem Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt geführt und erörtert, ob Ausbau- oder Repowering-Potenziale im Landkreis vorhanden sind. Es hat sich gezeigt, dass keine Potenziale für den Bau weiterer größerer Anlagen gesehen werden. Im Bereich der Effizienzsteigerung durch Modernisierung der Anlagen wird ein Potenzial von bis zu 10 % prognostiziert. In Summe könnte die derzeitige Stromproduktion in Höhe von 2.638 MWh auf jährlich rund 2.901 MWh gesteigert werden.

4.3.3 Biomasse

4.3.3.1 Holz für energetische Nutzung

Energieholz aus der Forstwirtschaft

Der Landkreis Eichstätt weist eine Waldfläche von rund 47.929 ha auf [Statistik kommunal]. Zur Analyse der Potenziale für die energetische Holznutzung wurden Gespräche mit dem AELF geführt.

Bei der Ermittlung des maximal zur Verfügung stehenden Potenzials an Energie aus Holz wird von einem durchschnittlichen Holzzuwachs von im Mittel 8,5 Festmetern je Hektar und Jahr ausgegangen. Der jährlich, maximal nutzbare Zuwachs an Holz im Betrachtungsgebiet kann somit bei einem durchschnittlichen Energieertrag von $1.900 \text{ kWh}/(\text{fm} \cdot \text{a})$ mit rund $774.000 \text{ MWh}_{\text{Hi}}$ pro Jahr prognostiziert werden.

Bei dem zur Verfügung stehenden Potenzial an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung (grundsätzlich immer zu bevorzugen). Daher kann nicht der gesamte Holznachwuchs für die Energiebereitstellung eingesetzt werden. Das technisch und nachhaltig nutzbare Gesamtpotenzial für die energetische Nutzung (Holzbrennstoffeinsatz) beläuft sich nach Abstimmung mit dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Ingolstadt-Pfaffenhofen a.d. Ilm in etwa auf 30 % des regenerativen Zuwachses (rund $232.200 \text{ MWh}_{\text{Hi}}/\text{a}$).

Grundsätzlich sollten Potenziale zur energetischen Nutzung von Waldholz nicht zu hoch angesetzt werden, da sich die Wälder aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels bereits in Teilen in einer schwierigen Situation befinden (Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, Wasserhaushalt, Schädlingsbefall etc.). Eine nachhaltige Nutzung für eine dauerhafte wirtschaftliche Nutzung im Einklang mit den vielfältigen ökologischen Funktionen sind in jedem Fall zu beachten.

Landschaftspflegeholz (Flur- und Siedlungsholz)

Landschaftspflegeholz (Holz aus öffentlichem und privatem Baum-, Strauch- und Heckenschnitt) unterliegt keiner sonstigen Nutzung und steht somit - theoretisch - komplett zur Verfügung. Unter der Annahme eines jährlichen Anfalls an Landschaftspflegeholz von rund 132 kg pro Einwohner sowie eines pauschalen Nutzungsanteils in Höhe von ca. 60% steht bei einem Energiegehalt von 2.200 kWh/t ein Potenzial von rund $23.100 \text{ MWh}_{\text{Hi}}$ pro Jahr zur energetischen Nutzung zur Verfügung [AbfaBa].

Altholz

Eine Sonderstellung kommt dem Altholz zu. Pro Einwohner und Jahr fallen laut Abfallbilanz [AbfaBa] im Betrachtungsgebiet 26,1 kg Altholz an. Unter Berücksichtigung der Einwohnerzahl sowie eines pauschalen Nutzungsanteils in Höhe von ebenfalls ca. 60 % steht dadurch bei einem Energiegehalt von 4.000 kWh/t eine Energiemenge von rund 8.300 MWh_{Hi}/a zur energetischen Nutzung zur Verfügung ([Stat Kom], [AbfaBa]).

Zusammenfassung feste Biomasse

In Tabelle 6 ist das technische Potenzial zur Energiebereitstellung aus holzartiger Biomasse zusammenfassend aufgelistet. In Summe beträgt das nutzbare Gesamtpotenzial an fester Biomasse für den Landkreis rund 263.700 MWh_{Hi}/a.

Tabelle 6: Zusammenfassung des Gesamtpotenzials im Bereich feste Biomasse (Wärme)

Energiebereitstellung		Gesamt
Nachwuchs auf gesamter Waldfläche	MWh/a	774.047
davon als Brennholz nutzbar (rund 30%)	MWh/a	232.214
<u>zusätzlich:</u>		
Landschaftspflegeholz (60%)	MWh/a	23.115
Altholz (60%)	MWh/a	8.342
Summe nutzbares Gesamtpotenzial	MWh/a	263.671

Im Bilanzjahr 2019 beläuft sich der Endenergieeinsatz an fester Biomasse bereits auf ca. 600.400 MWh_{Hi}/a. Aus den Betrachtungen ergibt sich daher kein weiteres nachhaltiges Ausbaupotenzial. Nachhaltig in diesem Sinne bedeutet, dass die Holzeinschlagrate nicht die Holznachwuchsrate übersteigt und eine Konkurrenzsituation sowohl hinsichtlich der ökologischen Funktionen als auch der stofflichen Nutzung vermieden wird.

Im Landkreis Eichstätt ist holzverbrauchende Großindustrie ansässig. Insbesondere im vorhandenen Biomasse-Heizkraftwerk in Kösching werden große Mengen an Biomasse benötigt. Aber auch für die regenerative Wärmeerzeugung in Form von Pelletkesseln, Scheitholzkesseln usw. werden große Mengen an Holz benötigt.

Würde man im Landkreis Eichstätt rein nach dem Territorialprinzip bilanzieren und nur das nachwachsende Holz in den eigenen Wäldern (rund 8,5 Festmeter pro Hektar und Jahr) als Potenzial ansetzen,

so wären die Potenziale bereits erschöpft. In der Realität wird das benötigte Holz, insbesondere das Holz für die Großindustrie, aber zum großen Teil von außerhalb des Landkreises bezogen.

Nach Abstimmung mit den Fachexperten zeigen sich in der Praxis noch nutzbare Potenziale im Landkreis, insbesondere minderwertige Holzreststoffe und Potenziale in den Privatwäldern. Dies ist vor allem auf einen hohen Holzvorrat in den Wäldern zurückzuführen. Holz als alleinige Energiequelle zur mittel- und langfristigen Substitution von Öl und Erdgas wird aber nicht ausreichen. Es sollten kluge Strategien umgesetzt werden, z. B. der Aufbau kleinerer Wärmeverbundlösungen in Ortsteilen mit Holz als Bestandteil einer gesamten Versorgungsstrategie (z. B. Zusammenspiel aus Biomassekessel, Wärmepumpe, Photovoltaik).

➔ In der Realität zeigen sich noch Holzpotenziale in den eigenen Wäldern. Wichtig ist die Wertschätzung des regenerativen Brennstoffs und der kluge Einsatz in sinnvollen Versorgungssystemen

4.3.3.2 Biogas

Im Ist-Zustand erzeugen die bestehenden Biogasanlagen im Landkreis rund 49.000 MWh Strom pro Jahr. Nachfolgend ist eine Übersicht der bestehenden Biogasanlagen im Landkreis dargestellt.

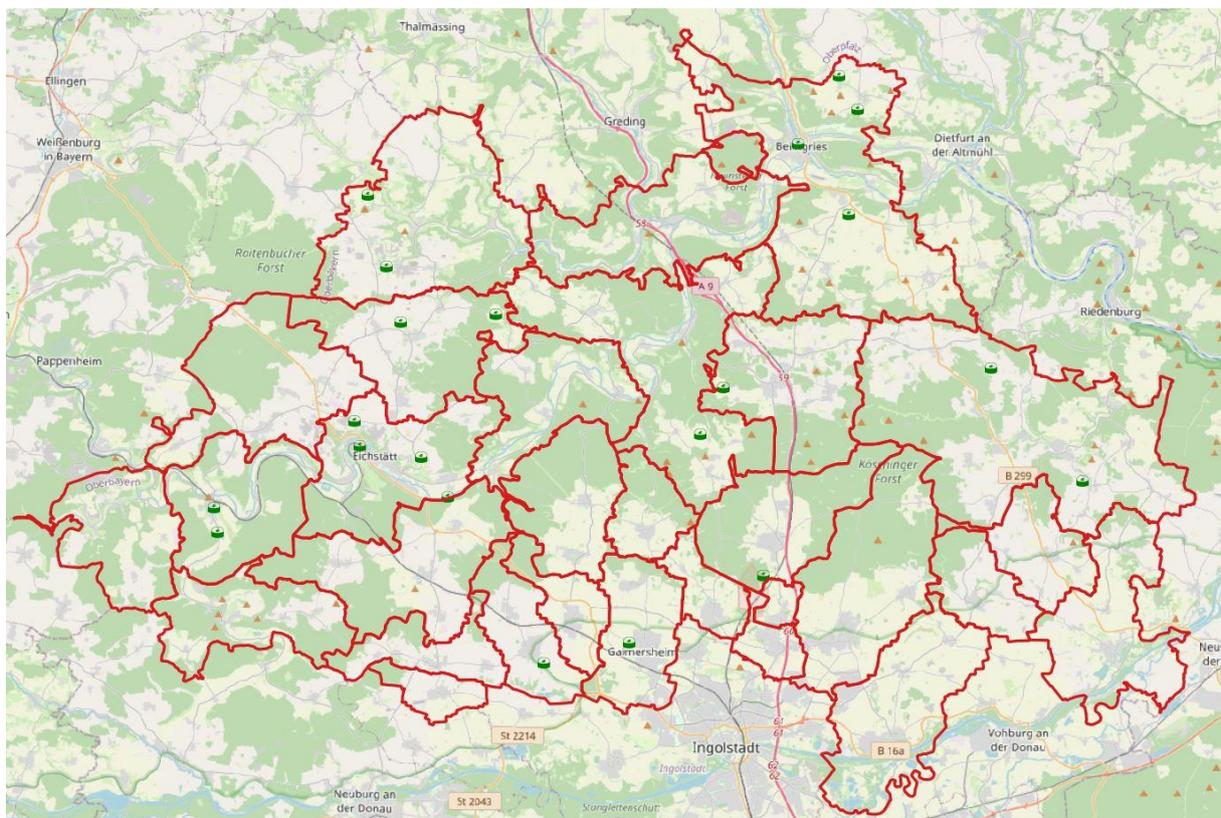


Abbildung 14: Übersicht bestehender Biogasanlagen im Landkreis Eichstätt

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 Energiemix von großer Bedeutung, da sie – anders als die vieldiskutierten Energieformen 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 Biomasse, KWK-Anlagen und – mit Abstrichen – Wasserkraft von großer Bedeutung für die Stabilität des zukünftigen Energiesystems.

Biogas aus Energiepflanzen

Für die Abstimmung potenzieller Ausbaupotenziale wurde das AELF Ingolstadt-Pfaffenhofen a.d.Ilm kontaktiert. Unter der Annahme, dass 5.560 ha bzw. 10 % aller landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Anbau von Energiepflanzen herangezogen werden, ergibt sich bei einem Biogasertrag von ca. 6.636 m³/ha [FNR, eigene Berechnung] und einem Heizwert von 5,4 kWh/m³ [FNR]ein Gesamtpotenzial zum Betrieb von Biogasanlagen mit einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 79.620 MWh.

Landwirtschaftliche Reststoffe

Zu den wichtigsten landwirtschaftlichen Reststoffen zählen Gülle, Jauche und Festmist. Über die Anzahl der im Landkreis gehaltenen Großvieheinheiten lässt sich das Aufkommen an Gülle abschätzen und das enthaltene energetische Potenzial ableiten. Das Landesamt für Statistik gibt Auskunft über die aktuell gemeldeten Viehbestände in den Kommunen. Aus den Beständen im Landkreis lässt sich eine Anzahl von rund 23.200 Großvieheinheiten ableiten. Der Fachverband Biogas gibt an, dass in Deutschland aktuell rund ein Viertel der anfallenden tierischen Exkreme als Substrat in Biogasanlagen vergoren werden.

Insgesamt ist der Neubau von Biogasanlagen in Deutschland nahezu zum Erliegen gekommen. Die mit dem EEG 2017 eingeführte Sondervergütungsklasse für Güllevergärung, und die damit einher gehenden Anforderungen, führte zuletzt dazu, dass Neuanlagen in den meisten Fällen in eher kleinem Maßstab (bis 75 kW_{el} Bemessungsleistung) und mit hohem Gülleanteil am eingesetzten Substrat (mindestens 80%) errichtet wurden.

Sofern sich an den vorherrschenden vor allem rechtlichen Rahmenbedingungen keine deutlichen Verbesserungen für Biogasanlagen ergeben, so kann davon ausgegangen werden, dass der in Biogasanlagen genutzte Anteil der anfallenden Gülle kaum signifikant steigen wird.

Für das in Kapitel 5 beschriebene Entwicklungsszenario wird von einem Anteil von 50% für die energetischer Nutzung am Gülleaufkommen kalkuliert.

Bioabfälle

Bioabfälle die über die Biotonne erfasst werden sind als Substrat geeignet und können theoretisch vollständig für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen herangezogen werden. Dem Fachverband

Biogas nach landet der Großteil der biologischen Abfälle in der Praxis auch üblicherweise in Biogasanlagen. Das LfU dokumentiert das Aufkommen an Bioabfällen und weist diese Werte in der Abfallbilanz aus. So fielen im Landkreis Eichstätt 2019 pro Einwohner 56,5 kg Bioabfälle an, die in die Kalkulation des energetischen Gesamtpotenzials aufgenommen werden.

Zusammenfassung

Unter den zuvor beschriebenen Rahmenbedingungen setzt sich das Gesamtpotenzial von Strom und Wärme aus Energiepflanzen, Gülle und Bioabfall in Biogasanlagen wie folgt zusammen.

Tabelle 7: Zusammenfassung des rechnerischen Gesamtpotenzials im Bereich Biogas

Potenzial an Biogas		
Energieträger		
Energiepflanzen	MWh/a	199.100
Gülle	MWh/a	26.100
Bioabfall	MWh/a	4.510
→Potenzial Biogasanlage/n gesamt	kW_{el}	13.100
→Stromproduktion gesamt	MWh/a	91.900
→Wärmeproduktion gesamt	MWh/a	59.280

Das Gesamtpotenzial zur Stromerzeugung beläuft sich auf rund 91.900 MWh/a. Dementsprechend steht noch ein freies Potenzial von 42.840 MWh/a zur Verfügung. Aufgrund der politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen findet allerdings aktuell kein Ausbau statt.

Im Bereich der Abwärmenutzung aus Biogasanlagen werden noch deutliche Ausbaupotenziale gesehen. Auf Basis der vorhandenen Datenerhebungsbögen der Biogasanlagen und weiteren Informationen aus den Regionalkonferenzen in den Kommunen konnte die aktuelle Wärmenutzung aus Biogasanlagen in Höhe von rund 28.500 MWh berechnet werden. Das technische Gesamtpotenzial wird auf rund 59.280 MWh Wärmenutzung prognostiziert. Somit wäre inkl. der Bestandsanlagen noch ein technisches Ausbaupotenzial in Höhe von rund 30.780 MWh zusätzlicher Wärmenutzung möglich.

Bei der nutzbaren Wärme aus Biogas sind bereits die 40 % der aus dem BHKW anfallenden Abwärme abgezogen, die im Durchschnitt für die Beheizung des Fermenters der Biogasanlage herangezogen werden und somit für eine Fernwärmeauskopplung nicht zur Verfügung stehen.

Die Auswertung des energetischen Ist-Zustands hat gezeigt, dass aktuell eher wenig Biogasleistung im Landkreis installiert ist. Nach dem Territorialprinzip analysiert, ist landkreisübergreifend ein Ausbaupotenzial vorhanden. Anzumerken ist dabei, dass ein Teil des rechnerisch zur Verfügung stehenden Potenzials darüber hinaus bereits außerhalb des Bilanzraums, sprich außerhalb der Landkreismunicipalitäten genutzt wird. Die Nachbarlandkreise Neumarkt, Weißenburg-Gunzenhausen und Donau-Ries weisen eine deutlich höhere Anzahl und Dichte von Biogasanlagen auf und beziehen Substrat auch aus dem Landkreis Eichstätt.

4.3.4 Windkraft

Im Jahr 2019 sind 49 Groß-Windkraftanlagen im Landkreis Eichstätt installiert, die rund 220.140 MWh an Strom produziert haben. Hierbei wurden nur die Windkraftanlagen mit Standort in einer der Landkreiskommunen berücksichtigt (entscheidend ist hierbei der Standort der Anlage, nicht der Netzeinspeisepunkt).

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

In Abbildung 15 sind rot die potenziell geeigneten Flächen gemäß Gebietskulisse Windkraft dargestellt:

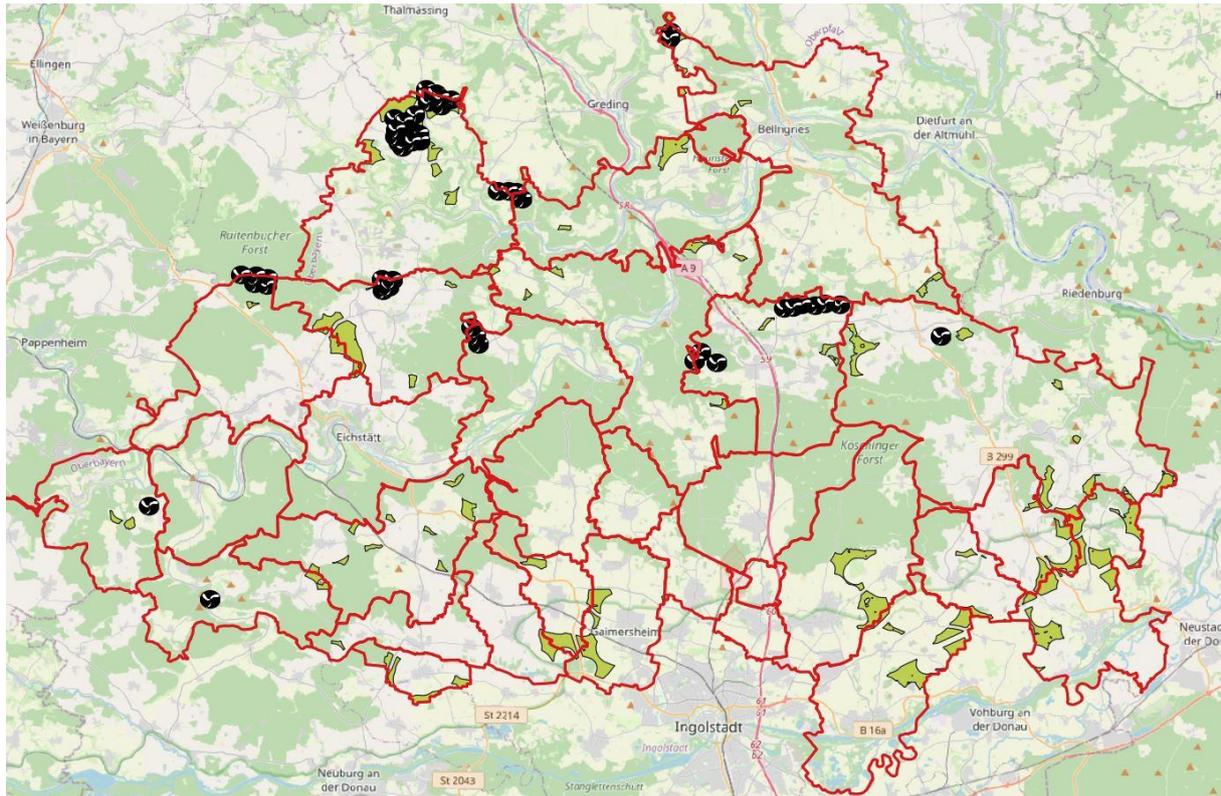


Abbildung 15: Potenzialanalyse Windkraft auf Basis der Gebietskulisse Windkraft des LfU [LfU Wind]; Anpassung IfE

Hinweis: Zum Zeitpunkt der Projekterstellung wird die Pflicht zur Ausweisung potenzieller Flächen durch die einzelnen Bundesländer geprüft. Sollte diese politische Entscheidung getroffen werden, so wird den Kommunen die Festlegung von bevorzugten Flächen für Windkraft auf Basis dieser GIS-Analyse empfohlen. Darauf basierend können dann realistisch umsetzbare Ausbaupotenziale im Landkreis definiert werden.

Im Rahmen des Energienutzungsplans wird als Szenario bis zum Jahr 2040 der Betrieb von 55 Windkraftanlagen der 5 MW-Klasse mit einer Gesamtstromproduktion in Höhe von 550.000 MWh pro Jahr angesetzt. Im Ist-Zustand sind bereits 49 Groß-Windkraftanlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von rund 2,4 MW und einer Jahresproduktion von ca. 220.000 MWh installiert. Der Ausbau kann somit zum einen durch Repowering der Bestandsanlagen und zum anderen durch die Nutzung zusätzlicher geeigneter Standorte erreicht werden

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.

4.3.5 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% 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.

4.3.6 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 Kältengewinnung
- tiefe Geothermie ab 400 Meter Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom interessant sein

Die Tiefengeothermie nutzt Erdwärme auf hohem Temperaturniveau in Tiefen ab 400m. Aufgrund der Komplexität der Thematik wurden nähere Betrachtungen sowie eine Quantifizierung des Potenzials im Rahmen des Energienutzungsplans nicht vorgenommen.

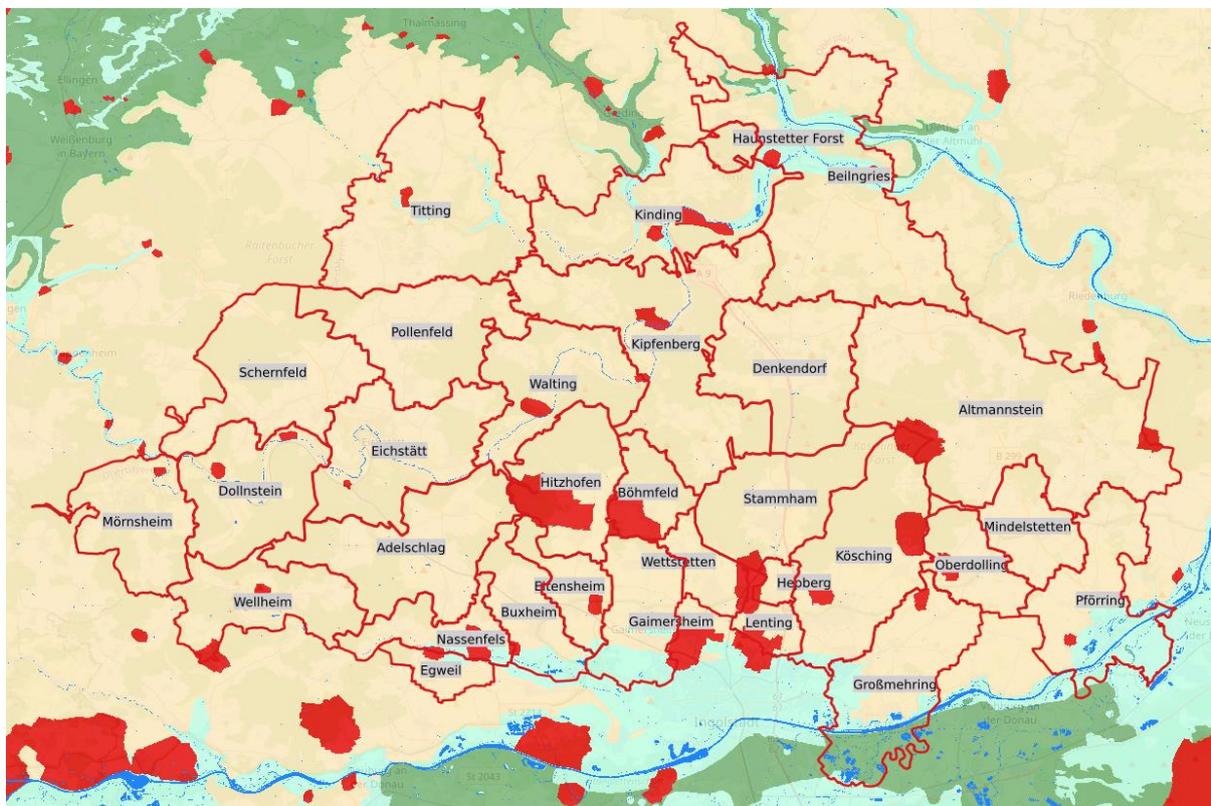
Potenzialermittlung Oberflächennahe Geothermie

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.

Zur Ermittlung der Potenziale oberflächennaher Geothermie wurde auf hydrogeologische Daten des Geologischen Dienstes des Landesamtes für Umwelt zurückgegriffen. In Abbildung 16 und Abbildung 17 ist die Standorteignung oberflächennaher Geothermie bzw. die Möglichkeit zur Nutzung des anstehenden Grundwassers im Landkreis dargestellt. Es zeigt sich, dass viele Gebiete im Landkreis für die

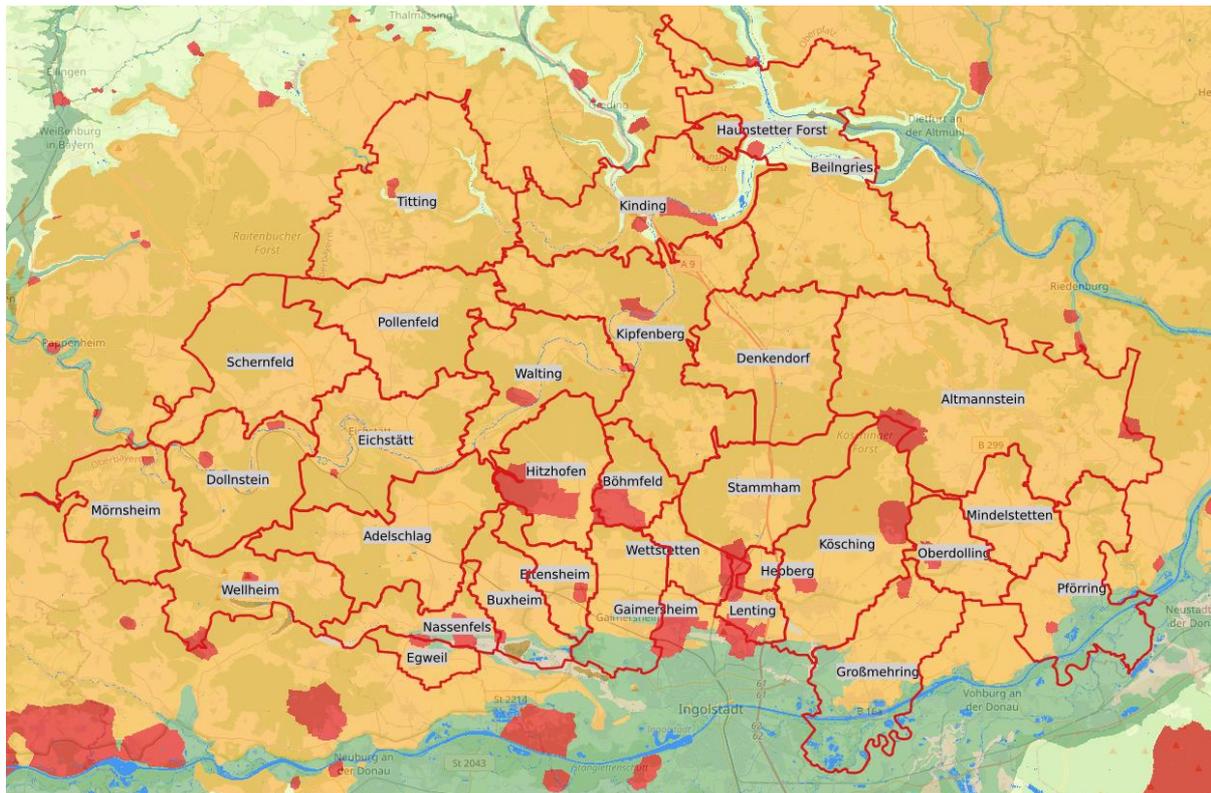
Nutzung von Erdwärmesonden nicht geeignet erscheinen. Jedoch ist fast das gesamte Landkreisgebiet grundsätzlich für die Nutzung oberflächennaher Geothermie in Form von Erdwärmekollektoren geeignet. Nur einzelne Bereiche entfallen aufgrund des Gewässerschutzes.

Neben der hydrologischen Eignung und den bohrrechtlichen Rahmenbedingungen sind jedoch 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.



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

Abbildung 16: Standorteignung oberflächennaher Geothermieanlagen (Erdsonden und Erdkollektoren) [Energieatlas, eigene Bearbeitung]



- Der Bau einer Grundwasserwärmepumpenanlage ist
- möglich
 - möglich (bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde)
 - möglich (Moorgebiet - bedarf einer Einzelfallprüfung)
 - nicht möglich (Moorgebiet)
 - nicht möglich (hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch)
 - nicht möglich (Wasserschutzgebiet)
 - nicht möglich (Gewässer)

Abbildung 17: Standorteignung bzw. Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpenanlagen [Energieatlas, eigene Bearbeitung]

Umweltwärme (Luft)

Generell ist der Einsatz von Luft-/Wasser- oder Luft-/Luft-Wärmepumpen an nahezu jedem Standort technisch möglich, einzig regulatorische Vorgaben zu Lärmemissionen sind oftmals relevante Einflussgrößen. Jedoch ist der effiziente Einsatz von Wärmepumpen, welche auf die Umgebungsluft als Wärmequelle zurückgreifen, besonders stark vom energetischen Zustand sowie den ggf. damit verbundenen, vorzuhaltenden Temperaturniveaus im Wärmeverteilsystem der zu beheizenden Liegenschaft abhängig.

Potenzialabschätzung

Der Einsatz von Wärmepumpen 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 fossilen Energieträgern zu mindern (Sektorenkopplung) und das vorhandene Potenzial aus Biomasse für ausgesuchte, effiziente Versorgungslösungen vorzuhalten (Energie-mix; Übernutzung vermeiden). Der weitere Ausbau von Wärmepumpensystemen könnte z. B. über Informationskampagnen v. a. im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Gebäudesanierung forciert werden.

In den Kalkulationen wird daher davon ausgegangen, dass neu zu installierende Wärmepumpenaggregate in (teil-)sanierte Liegenschaften, die eine energieeffiziente Betriebsweise ermöglichen, eingebaut und betrieben werden.

Unter der Annahme, dass sich die Verteilung der künftig zum Einsatz kommenden Wärmepumpenaggregate in Anlehnung an die Angaben der BWP / BDH-Absatzstatistik für das Jahr 2021 folgendermaßen ergeben:

Tabelle 8: Künftige Verteilung der Wärmepumpen anhand eingesetzter Umweltwärmequellen [BWP/BDH]

Wärmepumpenaggregat	Anteil
Sole-/Wasser-Wärmepumpen (Erdsonden, Erdkollektoren)	15%
Grundwasserwärmepumpen	3%
Luft-/Wasser-Wärmepumpen	82%

Werden für die einzelnen Aggregate nun mittlere Anlagennutzungsgrade (bei Wärmepumpen die sog. Jahre-Arbeits-Zahl; JAZ) hinterlegt, kann auf die zur Verfügung gestellte Jahresnutzwärme sowie die zum Betrieb nötige elektrische Energie (Endenergie) zurückgeschlossen werden.

Für die bereits in Betrieb befindlichen Wärmepumpenanlagen kann auf Basis einer mittleren Jahresarbeitszahl von ca. 3,1 und einem Endenergiebedarf von 25.400 MWh_{el}/a eine bis dato zur Verfügung stehende Nutzwärmemenge von ca. 78.800 MWh_{th}/a ausgewiesen werden.

Wird nun für neu zu installierende Wärmepumpenanlagen eine mittlere, gesteigerte JAZ von 3,5 sowie ein Gesamtpotenzial von rund 25.400 Anlagen bis 2040 zugrunde gelegt, ergibt sich eine Jahresnutzwärmemenge in Höhe von ca 609.440 MWh_{th}. Der dafür notwendige Endenergiebedarf beläuft sich auf rund 174.100 MWh_{el} (Heizstrom).

Unter der Annahme, dass die neu verbauten Wärmepumpen grundsätzlich Anlagen, welche auf Heizöl (2/3) und Erdgas (1/3) basieren, ersetzen, ist davon auszugehen, dass anhand des bereitgestellten Nutzwärmebedarfs insgesamt rund 677.153 MWh_{End} fossiler Endenergie eingespart werden können.

Sonderbauformen

Sonderbauformen wie z. B. Luft-/Luft-Wärmepumpen, Absorptions- und Adsorptionswärmepumpen werden an dieser Stelle aufgrund der bisher zu vernachlässigenden Anteile bzw. des eingesetzten Energieträgers Erd- oder Flüssiggas nicht näher betrachtet.

Eine weitere Sonderbauform stellt die sog. Brauchwasserwärmepumpe dar (strombetrieben). Diese hat in den vergangenen Jahren vor allem durch die mögliche Kombination mit einer bestehenden PV-Anlage und einem Haupt-Wärmeerzeuger deutlichen Zuspruch erhalten. Aufgrund des jedoch nach wie vor geringen Anteils installierter Geräte sowie dem Sachverhalt zur Installation von Solarthermieanlagen wird das Potenzial dieser Anlagen nicht näher erläutert. Es wird davon ausgegangen, dass die (teilweise) Warmwasserbereitung im Idealfall direkt aus der Nutzung der solaren Strahlungsenergie mittels solarthermischer Anlagen erfolgt (vgl. 0).

Abwärme aus Gewerbe und Industrie

Die in den Datenerhebungsbögen der Industrie- und Gewerbebetriebe sowie der vorhandenen Biogasanlagen abgefragten Informationen haben ergeben, dass die Nutzung von Abwärme zwischenzeitlich vor allem zur betriebsinternen Weiterverwendung genutzt wird (z. B. Effizienzsteigerung mittels Wärmepumpenanlagen). Darüber hinaus konnten bei einzelnen Betrieben weitere zur Verfügung stehende Abwärmepotenziale identifiziert werden, welches aus Datenschutzgründen nicht im Detail ausgeführt werden können.

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 2019. 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 ein vergleichender Blick auf die Zusammensetzung von Bedarf und Erzeugung im Ziel-Jahr 2040 geworfen.

5.1 Energiebedarf

Abbildung 18 zeigt die Entwicklung des Energiebedarfs ausgehend vom Ist-Zustand im Jahr 2019, über das Jahr 2030 bis hin zum gesetzten zeitlichen Horizont 2040. Dabei wird der Energiebedarf aller Sektoren Strom, Wärme und Verkehr skizziert. Hinsichtlich der elektrischen und thermischen Energieeinsparung in den Verbrauchergruppen Haushalte, Kommunale Liegenschaften und Wirtschaft wurden die Kapitel 4.1 dargestellten Einsparpotenziale mit einberechnet.

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 (folglich Kapitel 4.2).

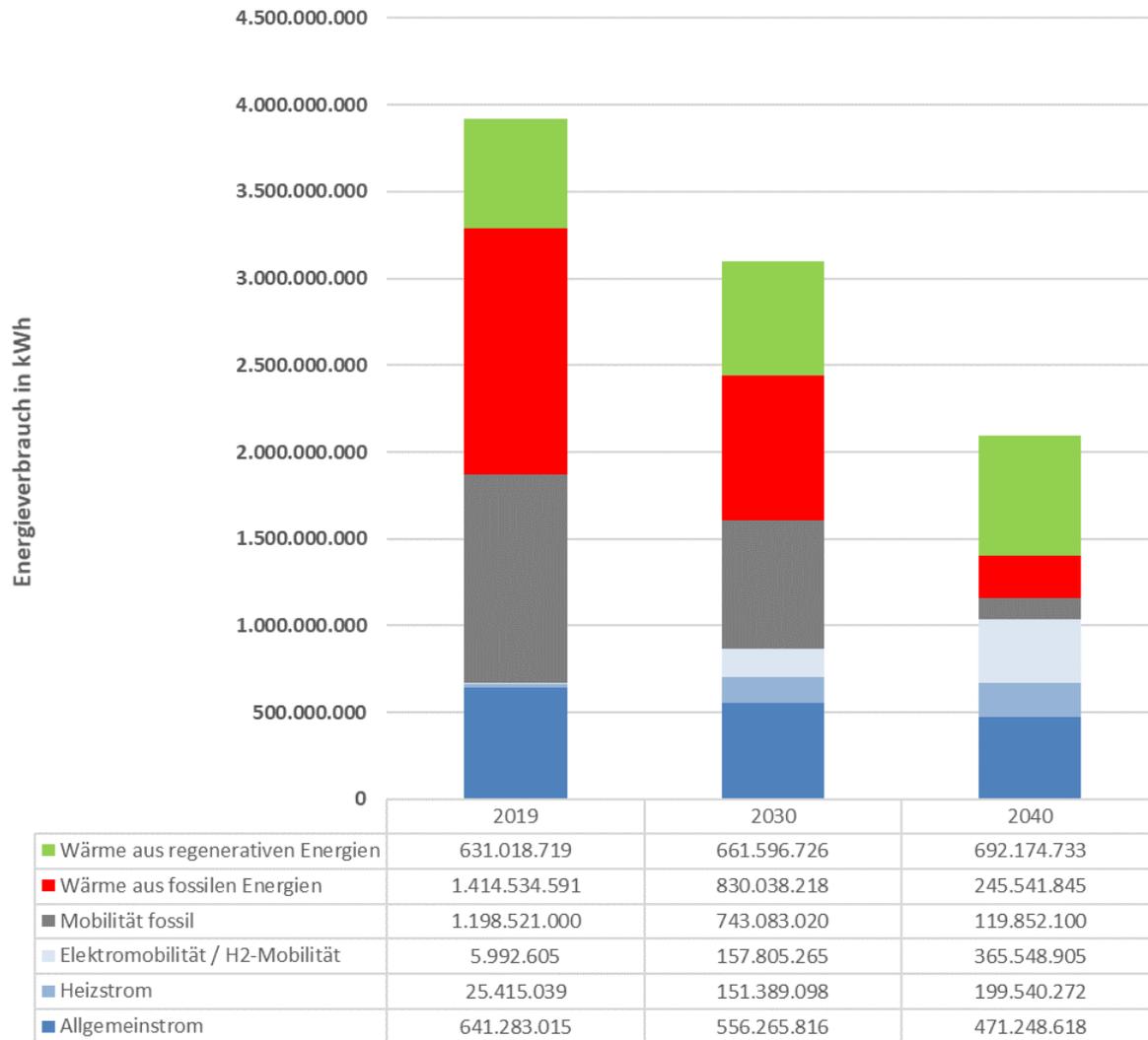


Abbildung 18: Entwicklung des Energiebedarfs in den verschiedenen Sektoren

So zeigt sich auf der Bedarfs-Seite zeigt sich die Auswirkung der in Kapitel 4.1 geschilderten Einspar- und Transformationsprozesse. Auf der einen Seite ist eine deutliche Einsparung über alle Sektoren hinweg festzustellen. Insgesamt beträgt die Einsparung 1.822.900 MWh bzw. 47 %. Die Einsparung resultiert vor allem auf Basis der Reduktion des Energiebedarfs im Sektor Mobilität, welche wiederum vor allem auf die Transformation hin zu deutliche effizienteren, elektrifizierten Antriebstechnologien zurückzuführen ist (folglich Kapitel 4.2.1). Zudem sind die Einsparungen durch Sanierung und Effizienzsteigerung im thermischen Bereich und im Bereich des Allgemeinstrom-Bedarfs ersichtlich. Im Wärme-Segment ist auch eine merkliche Transformation vom thermischen Energiemix aus vor allem Gas und Heizöl hin zu elektrischen Wärmeerzeugern zu erkennen (folglich den Annahmen in Kapitel 4.2.2).

Durch die verstärkte Elektrifizierung der Sektoren Mobilität (365.500 MWh_{el}) und der Wärmeversorgung durch den Einsatz von Wärmepumpen (Heizstrom 199.500 MWh_{el}) steigt der Strombedarf um 363.600 MWh bzw. 54 %. Dieser Bedarf ist beim Ausbau erneuerbarer Stromquellen speziell zu berücksichtigen, da er ohne Umwandlungsschritte direkt aus Erneuerbaren bereitgestellt werden kann.

5.2 Erzeugung

Die Rahmenbedingungen für den Ausbaupfad im Bereich der Erneuerbaren werden im ersten Schritt realistisch-ambitioniert definiert. Aus den in Kapitel 4.2 ermittelten technischen Potenzialen, die im Landkreis vorzufinden sind bzw. errechnet wurden, wird für das Skizzieren des möglichen Szenarios im Jahr 2040 eine Teilmenge als praktikabel erschließbar angenommen.

Ein vollständiges Erschließen 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 rund 7 % als zu erschließen angesetzt. Dies entspräche einem Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche im Landkreis von ca. 1 % 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 werden Standortmöglichkeiten für rund 55 Windkraftanlagen der 5 MW-Klasse angenommen. Im Ist-Zustand sind bereits 49 Groß-Windkraftanlagen installiert. Der Ausbau kann somit zum einen durch Repowering der Bestandsanlagen und zum anderen durch die Nutzung zusätzlicher geeigneter Standorte erreicht werden. Zusammenfassend wurden auf Grundlage der Erhebungen in Kapitel 4 folgende Potenziale im Entwicklungsszenario berücksichtigt:

- **Aufdach-Photovoltaik und Solarthermie:**
 - Nutzung von 50% des abzüglich der Solarthermie zur Verfügung stehenden Gesamtpotenzials (folglich Kapitel 4.3.1.3)
 - Solarthermie: Deckung von 60% des Warmwasserbedarfs der Wohngebäude (folglich Kapitel 4.3.1.2)
- **Freiflächen-Photovoltaik:**
 - 1% der landwirtschaftlichen Fläche (folglich Kapitel 4.3.1.4)
- **Windkraft:**
 - 55 Anlagen à 5 MW (Bestand 49 mit Ø2,4 MW; folglich Kapitel 4.3.4)
- **Biogas-Potenziale:**

- 10% der landwirtschaftlichen Fläche, Landwirtschaftliche Reststoffe und Bioabfälle (folglich Kapitel 4.3.3.2)
- **Wasserkraft:**
 - Keine neuen Standorte; Effizienzsteigerung 10% (folglich Kapitel 4.3.2)
- **Umweltwärme:**
 - Sektorenkopplung durch Einsatz von 25.400 Wärmepumpen (folglich Kapitel 4.2.2 und 4.3.6)
- **Biomasse (Holz):**
 - Wärme: kein nennenswertes Ausbaupotenzial (folglich Kapitel 4.3.3.1)
 - Strom: kein Ausbaupotenzial berücksichtigt

Abbildung 19 zeigt die Entwicklung der Energiemengen aus den geschilderten Energiequellen ausgehend vom Ist-Zustand (Jahr 2019) über das Jahr 2030 bis zum Zieljahr 2040.

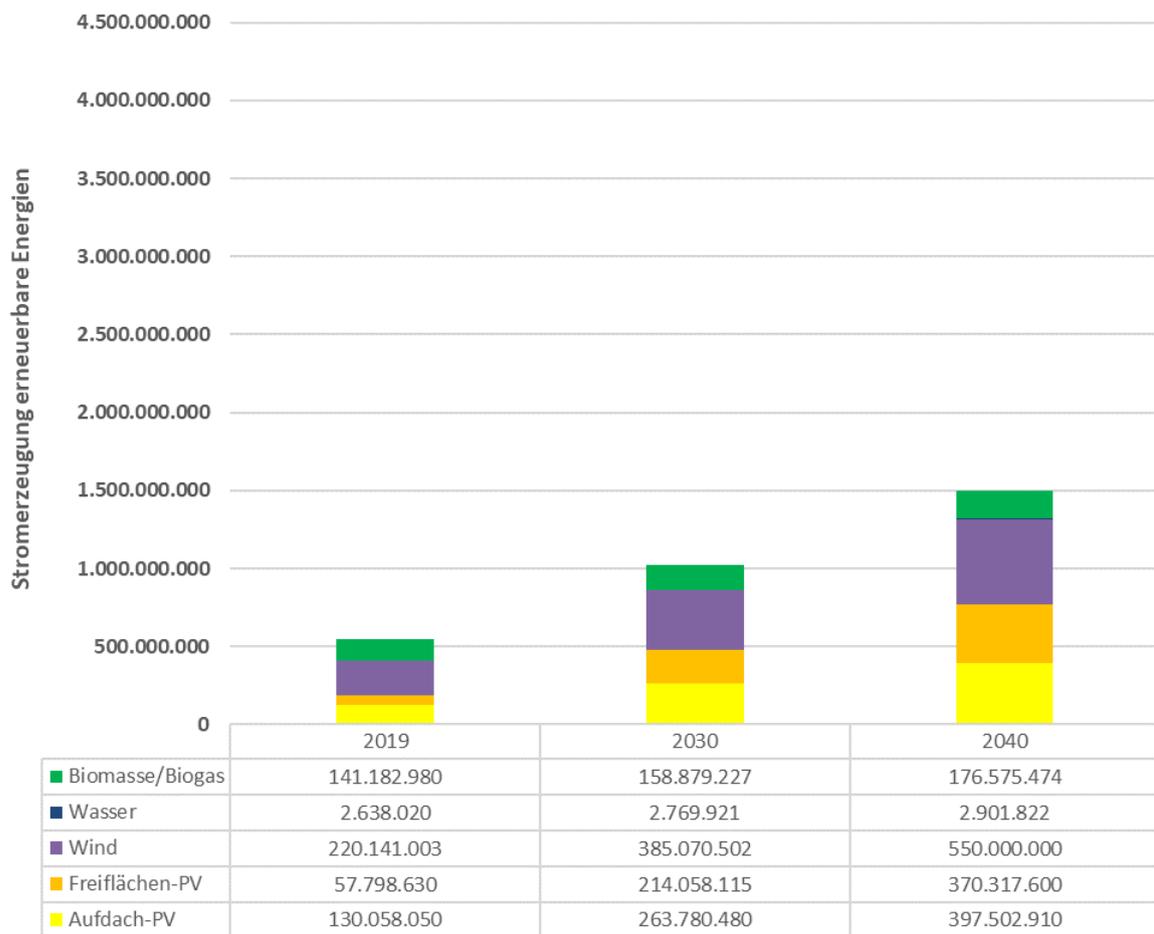


Abbildung 19: Die Entwicklung der Energiemengen aus den verfügbaren Energiequellen

Man erkennt insbesondere das Potenzial in den Bereichen Photovoltaik (Aufdach), Freiflächen-Photovoltaik und Windenergie. Bei Erschließen der Potenziale zu dem zuvor geschilderten Grad, könnte die Menge erneuerbarer Energien von aktuell 556.100 MWh auf rund 1.497.300 MWh im Jahr 2040 gesteigert werden. Das entspräche einem Ausbau auf 270 % des Ist-Zustandes.

Gesamtbild im Jahr 2040

Bedarf und Erzeugung im Jahr 2040 herausgegriffen und gegenübergestellt, ergibt sich das in Abbildung 20 dargestellte Verhältnis aus den jeweiligen Verbrauchssektoren und den regenerativ, regional bereitgestellten erneuerbaren Energie-Mengen. Die Wärme aus regenerativen Energien umfasst dabei die zuvor dargestellten Potenziale aus Solarthermie, der Biomasse und der Wärmenutzung aus Biogas.

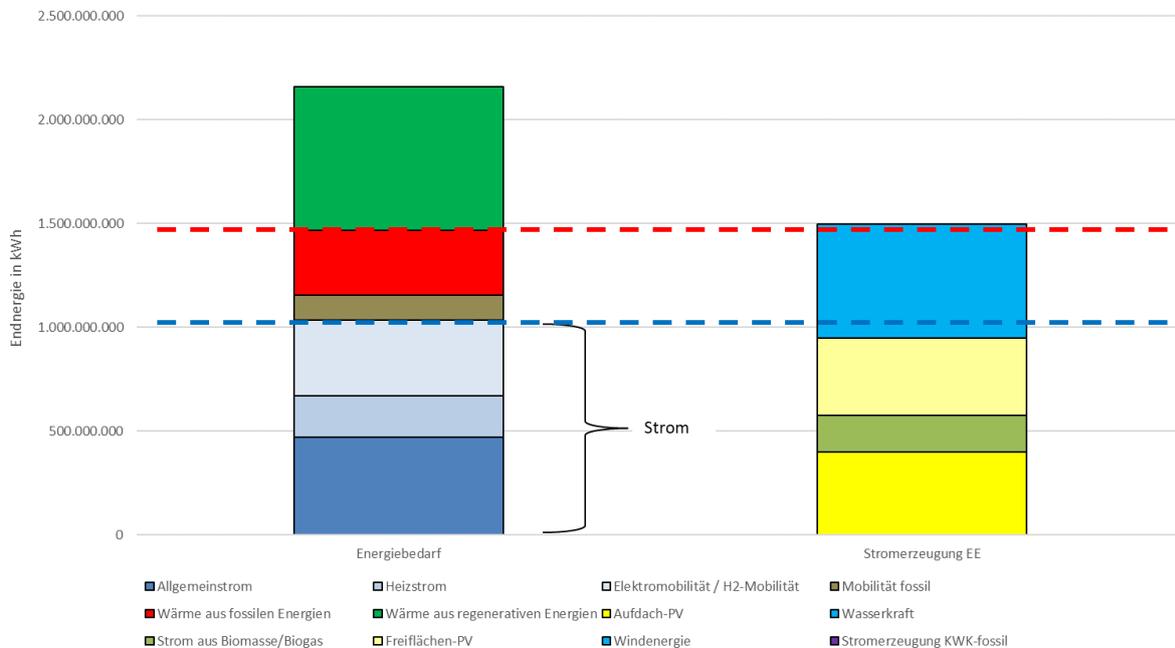


Abbildung 20: Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der Erneuerbaren Energieerzeugung im Jahr 2040

Es ist klar zu erkennen, dass bei Beschreiten des skizzierten Ausbaupfads der Bedarf im Landkreis bilanziell aus regionalen erneuerbaren Energien bereitgestellt werden kann.

Dabei sind rein die jährlich erforderlichen Endenergiemengen beleuchtet, etwaige Wandlungsverluste, die auftreten würden, um fossile Brenn- oder Treibstoffe mittels Strom zu substituieren (zum Beispiel über Wasserstoff), sind in dieser Betrachtung nicht darstellbar.

Zudem handelt es sich wie geschildert um eine bilanzielle Betrachtung, das heißt es kann daraus zunächst keine Aussage darüber abgeleitet werden, wie autark der Landkreis (im Sinne einer jederzeit vorhandenen Eigenversorgung) ist. Tatsächlich ist der zeitliche Verlauf der generierten Energie nie zu einhundert Prozent deckungsgleich mit dem Verlauf des Bedarfs. Eine wirkliche Autarkie ist so nicht möglich, 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 dienen Überkapazitäten zu puffern und bei Bedarf freizugeben. Darüber hinaus wäre ein Speichern von Strom über Zwischenstufen wie 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 durch die regionale Produktion beispielsweise das Erfordernis, das Übertragungsnetz auszubauen reduziert werden. 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

Das Kernziel des digitalen Energienutzungsplans ist die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für die einzelnen Kommunen des Landkreises und den Landkreis selbst aufzeigt. Die Maßnahmenkataloge für die 30 Landkreiskommunen wurden individuell mit jeder Kommune, während der Regionalkonferenzen, ausgearbeitet und übermittelt. Der Maßnahmenkatalog für den Landkreis ist nachfolgend dargestellt und wurde mit den Akteuren des Landratsamts abgestimmt. Die Maßnahmenkataloge der 30 Landkreiskommunen sind im Anhang angefügt.

Tabelle 9: Maßnahmenkatalog für den Landkreis Eichstätt

31 Landkreis Eichstätt				
Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche	Weitere Hinweise
1	PV-Anlage Schulzentrum Eichstätt-Schottenau	Das Schulzentrum Eichstätt-Schottenau ist der größte Stromverbraucher der Landkreisliegenschaften. Um den überwiegend tagsüber benötigten Strom der Gebäude zum Großteil über Eigenstrom decken zu können ist nun die Installation einer PV-Anlage geplant.	Landkreis Eichstätt	- Zeitpunkt der Umsetzung steht noch nicht fest, da derzeit noch nicht absehbar, ob Gebäudekomplex ggf. aufgestockt wird
2	Gesamtenergiekonzept Realschule Kösching	Die Realschule in Kösching ist eine Liegenschaft mit energetischem Sanierungsbedarf. Es bietet sich an, für das Gebäude ein Gesamtenergiekonzept zu erstellen. Dabei sollte unter anderem ein Heizungstausch geprüft werden, da das Gebäude derzeit noch über eine Erdgasheizung aus 2006 beheizt wird. Zudem sollte die Möglichkeit einer PV-Anlage geprüft werden, um den hohen Strombedarf bestenfalls zum Großteil durch eigenerzeugten PV-Strom decken zu können. Des Weiteren sind in der Realschule noch überwiegend alte Leuchtmittel verbaut. Es bietet sich an, ein Beleuchtungskonzept für eine Umstellung auf LED zu erstellen, um den Stromverbrauch weiter zu reduzieren.	Landkreis Eichstätt, IFE	- Teile werden bereits über ein weiteres Konzept des IFE betrachtet und geprüft
3	PV-Anlage Gymnasium Gaimersheim	Das Gymnasium in Gaimersheim wurde erst vor ca. 10 Jahren gebaut, weshalb der energetische Zustand des Gebäudes auf dem aktuellen Stand ist. Bisher ist auf dem Gebäudekomplex nur eine kleine PV-Anlage installiert, die auf Grund ihrer Größe keinen all zu großen Ertrag bringt. Da das Gymnasium der drittgrößte Stromverbraucher der Landkreisliegenschaften ist, soll eine weitere PV-Anlage installiert werden. Auf Grund der hauptsächlich tagsüber genutzten Räumlichkeiten sollte die Anlage so dimensioniert werden, dass eine maximale Stromeigenutzung möglich ist.	Landkreis Eichstätt	
4	Prüfung PV-Anlage staatliche Berufsschule Eichstätt	Die staatliche Berufsschule in Eichstätt gehört mit zu den größten Stromverbrauchern. Bisher ist auf dem Gebäude noch keine PV-Anlage installiert. Um den Strombezug aus dem öffentlichen Netz zu reduzieren, sollte geprüft werden, ob eine Installation möglich wäre. In erster Linie ist dabei zu prüfen, ob die Möglichkeit grundsätzlich besteht, da das Gebäude von der Burg aus einsehbar ist.	Landkreis Eichstätt	
5	Prüfung PV-Anlage 3-fach Turnhalle Gymnasium Gaimersheim	Die 3-fach Turnhalle des Gymnasiums in Gaimersheim weist potenzielle Flächen für die Installation einer PV-Anlage auf. Es sollte geprüft werden, ob eine Installation möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Ggf. könnte der erzeugte Strom dann auch für das Gymnasium mit genutzt werden.	Landkreis Eichstätt	
6	PV-Anlage Schule an der Altmühl Eichstätt	Für die Schule an der Altmühl in Eichstätt ist die Installation einer PV-Anlage geplant. Die Dachflächen des Gebäudes weisen ein sehr hohes solares Potenzial auf, welches bei maximaler Belegung zu einem erheblichen Stromüberschuss für die Liegenschaft führen würde. Es sollte deshalb geprüft werden, ob der erzeugte Strom ggf. für das Schulzentrum Schottenau mitgenutzt werden könnte. Hierbei ist allerdings in erste Linie zu prüfen, ob dies grundsätzlich möglich ist, da das Schulzentrum Schottenau nicht im Eigentum des Landkreises ist. Anderenfalls sollte die Anlage auf der Schule an der Altmühl lediglich für eine maximale Stromeigenutzung dimensioniert werden.	Landkreis Eichstätt, Wasserzweckverband	
7	Kreisbauhof Eichstätt	Der Kreisbauhof wurde in den letzten Jahren bereits nach und nach energetisch saniert. Als nächster Schritt steht ein Fenstertausch an. Zudem ist bereits eine PV-Anlage für die Liegenschaft in Planung. Derzeit wird das Gebäude noch über eine Ölheizung mit Wärme versorgt, welche auch erst vor vier bis fünf Jahren saniert wurde. Mittel- bis langfristig sollte die Heizung aber dennoch durch eine energieeffizientere Variante getauscht werden. Hierfür sollten verschiedene Alternativen, ggf. auch ein Wärmeverbund mit anderen Gebäuden, geprüft werden, um die bestmögliche Wärmeversorgung für das Gebäude zu identifizieren.	Landkreis Eichstätt	- PV-Anlage ca. 200 kWp
8	Alternative Wärmeversorgung Kreisbauhof Beilngries	Der Kreisbauhof in Beilngries wird ebenso noch über eine alte Ölheizung mit Wärme versorgt. Mittelfristig sollten für die Liegenschaften alternative Wärmeversorgungsvarianten geprüft werden und ein Austausch erfolgen. Da für das Gebäude eine PV-Anlage geplant ist, die aller Voraussicht nach zu einem Stromüberschuss führen wird, sollte bei der Prüfung der Heizungsalternative auch eine Wärmepumpe mit in Betracht gezogen werden.	Landkreis Eichstätt	
9	PV-Anlage Atemschutzzentrum Lenting	Für das landkreiseigene Gebäude mit angrenzender Logistikhalle ist eine PV-Anlage inkl. Speicher zur Eigenstromnutzung geplant.	Landkreis Eichstätt	- PV-Anlage ca. 100 kWp

10	PV-Anlage für das Infozentrum Naturpark Altmühltal "Notre Dame"	Durch die Möglichkeit zukünftig PV-Anlagen auf historischen Gebäuden auf nicht-einsehbaren Dachflächen zu installieren, ergibt sich ein Potenzial, einen Teil der Dachflächen des landkreiseigenen Infozentrums mit einer PV-Anlage zu versehen. Das Potenzial soll ermittelt und Konzepte der Eigenstromnutzung in Verbindung mit gezielter Öffentlichkeitsarbeit geprüft und mittelfristig eine Anlage installiert werden.	Landkreis Eichstätt	- energetisches Potenzial beschränkt (voraussichtlich 15 kWp), aber positive Außenwirkung
11	PV-Anlage Altmühltalrealschule Beilngries	Der Gebäudekomplex ist saniert, verfügt aber bisher über keine PV-Anlage. Auf Grund der tagsüber genutzten Räumlichkeiten würde sich eine PV-Anlage mit Eigenstromnutzung anbieten. Die Stromerzeugung ist vor allem auch im Bezug auf das Hallenbad der Schule interessant.	Landkreis Eichstätt	- PV-Anlage ca. 175 kWp
12	PV-Überdachungen für Parkplatzbereiche	Die Liegenschaften des Landkreises verfügen über diverse Parkplatzflächen. Diese könnten durch teilweise Überdachung mit PV-Modulen zur Energiegewinnung genutzt werden. Zudem könnten dadurch gleichzeitig die Stellplätze aufgewertet werden. Bei Sanierungs- und generellen Bauarbeiten bezüglich der Liegenschaften sollen zukünftig Potenziale ermittelt und, wenn möglich, Anlagen installiert werden.	Landkreis Eichstätt	
13	Alternative Wärmeversorgung Landkreisliegenschaften Eichstätt Altstadt	Im Altstadtbereich Eichstätt verfügt das Landratsamt über diverse historische Gebäude (Verwaltungsgebäude Residenzplatz 1 und 2, Infozentrum Naturpark Altmühltal). All diese Gebäude werden ganzjährig genutzt und weisen einen hohen Wärmebedarf auf. Aktuell werden sie über Gasheizungen beheizt. Mittelfristig sollen Konzepte für alternative Heizmethoden entwickelt und neue Anlagen installiert werden. Zudem wird ein Nahwärmenetz für den Innenstadtbereich in Betracht gezogen. Als temporäre Alternativlösung wird eine mobile Heizanlage (Brennstoff regenerativ Hackschnitzel Holz) derzeit geprüft, geplant und im Falle eines positiven Ergebnisses installiert.	Landkreis Eichstätt, Stadtwerke Eichstätt, IFE	
14	Alternative Antriebe für Landkreisflotte	Für die Fahrzeugflotte des Landkreises sollen bevorzugt Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zum Einsatz kommen. Die Antriebsart richtet sich nach der Nutzung und Größe des Fahrzeuges (Elektroantrieb für Dienst-PKW und kleinere Fahrzeuge, wasserstoffbasierte Antriebstechnologien für Nutzfahrzeuge mit hohen Verbräuchen). Bei Neuanschaffungen wird die Marktverfügbarkeit geprüft und es wird sich über neue Technologien im Fahrzeugbereich informiert. Die Umstellung der Flotte geht einher mit dem Aufbau der nötigen Infrastruktur. Hierzu zählen Ladesäulen, Elektrolyseure, Wasserstofftankstellen und angepasste Werkstatteinrichtungen.	Landkreis Eichstätt	
15	Inselanlage Zukunftsgarten	Das Schulungsgebäude des vom Landkreis geplanten Zukunftsgartens (Kreislehrgartens) soll energieneutral betrieben werden und hierbei einen möglichst hohen Autarkiewert aufweisen. Aufgrund relativ niedriger Verbräuche ist das Einsparpotenzial begrenzt, aber durch eine Einbindung der Energiethemen und verwendeten Technologien in das Schulungskonzept wird ein wichtiger Beitrag zur Bewusstseinsbildung geleistet.	Landkreis Eichstätt	Schwerpunktprojekt ENP

7 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans für den Landkreis Eichstätt zusammen. Mit dem digitalen Energienutzungsplan wurde ein 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 in den einzelnen Kommunen des Landkreises zu forcieren. Der Energienutzungsplan wurde hierbei nach dem Bottom-up-Prinzip ausgearbeitet. Dies bedeutet, dass sämtliche Berechnungen zunächst für die einzelnen Kommunen des Landkreises durchgeführt und abgestimmt wurden. Die Summe der Ergebnisse aller Kommunen stellt dann die Ergebnisse für den Landkreis dar.

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurde zunächst detailliert die kommunenscharfe Energiebilanz für die Sektoren Wärme und Strom im Ist-Zustand (Jahr 2019) erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Die Berechnungen zeigen, dass bilanziell bereits annähernd so viel Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird, als im gleichen Zeitraum verbraucht wird (85 % bilanzielle Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien). Die Wärmeerzeugung hingegen erfolgt noch zu rund 69 % aus fossilen Energiequellen (Heizöl und Erdgas). Sämtliche Energieverbrauchsdaten wurden hierbei gebäudescharf erfasst und in ein gebäudescharfes Wärmekataster überführt. Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzung, Baustruktur und Wärmebedarf.

Auf Basis der energetischen Ausgangssituation wurde eine umfassende Potenzialanalyse zur Minderung des Energieverbrauchs und dem Ausbau erneuerbarer Energien ausgearbeitet. Für die Potenzialanalyse zur energetischen Sanierung wurde ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Für jedes Gebäude stellt das Sanierungskataster die mögliche Energieeinsparung für definierte Sanierungsvarianten bzw. Sanierungstiefen dar. Im Bereich der regenerativen Stromerzeugung besteht das größte Ausbaupotenzial bei der solaren Stromerzeugung und dem Ausbau der Windkraft.

Durch den weiteren Ausbau der regenerativen Stromerzeugung könnten die hohen bilanziellen Überschüsse durch den Einsatz von Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung genutzt werden und den Bedarf an Heizöl und Erdgas mindern. Des Weiteren ergeben sich durch Sektorenkopplung und den gezielten Einsatz von Elektrolyseuren zur Wasserstoffproduktion zukünftig weitere Potenziale zur Reduzierung fossiler Energieträger.

Das Kernziel des Energienutzungsplans war die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für jede Kommune im Landkreis und den Landkreis selbst aufzeigt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Akteuren ausgearbeitet, konkretisiert und abgestimmt. In Summe konnten über 300 konkrete Projektideen identifiziert werden.

Auf Basis der für die einzelnen Kommunen ausgearbeiteten Maßnahmenkataloge, wurden im Rahmen des Energienutzungsplans drei ausgewählte Maßnahmen als Pilotprojekte detailliert untersucht. Die drei Pilotprojekte repräsentieren konkrete Maßnahmen, deren Erkenntnisse äquivalent für zahlreiche weitere Kommunen im Landkreis als Musterbeispiel dienen können.

- Fernwärmenetz mit Wärmenutzung des geplanten Biomasseheizkraftwerks Kösching
- Gegenüberstellung verschiedener Nahwärmeverbundvarianten und dezentraler Versorgung im Neubaugebiet
- Simulation einer energieautarken Energieversorgung für den das Schulungs-gebäude Zukunftsgarten

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wurden die im Zusammenhang mit der Energiewende bisher klassischerweise relevanten Sektoren Strom und Wärme detailliert betrachtet. Der Sektor Verkehr hat jedoch ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch im Landkreis. Zudem stellt er über die steigende Elektromobilität einen wesentlichen Baustein der künftigen Sektorkopplung dar. Daher wurde Sektor Verkehr in die Szenariobetrachtung des Energienutzungsplans integriert und ein Entwicklungsszenario bis zum Jahr 2040 mit gemeinsamer Betrachtung der Sektorkopplung Wärme / Strom / Verkehr entwickelt. Auf Basis des Ist-Zustandes, der ermittelten Potenziale im Bereich der Einsparung und der erneuerbaren und der prognostizierten Transformationen von Verkehr (fossile Kraftstoffe hin zum Strom und H₂) bzw. Wärme (Einsatz von Wärmepumpen) wurden die die zukünftigen Energieströme gegenübergestellt und die notwendigen Ausbaustufen abgeleitet.

Der digitale Energienutzungsplan für den Landkreis Eichstätt wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

8 Quellenverzeichnis

[AbfaBa]	Bayerisches Landesamt für Umwelt LfU, Webseite: https://www.abfallbilanz.bayern.de/
[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.
[BMVI]	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen 2020/2021
[BMWi]	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Stellungnahme des Bundesverbands Wärmepumpe (BWP) e. V. vom 15.3.2022
[CARMEN E]	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e.V.; https://www.carmen-ev.de/2020/11/03/haben-wir-genug-holz-energieholzmarktbericht-2018-zeigt-potentiale-auf/
[EnEV]	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung)
[EVU Erdgas]	Netzabsatzdaten Erdgas durch lokale Energieversorgungsunternehmen
[Fraunhofer ISE]	https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Daten/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Wirtschaft/Wasserstoff-Infrastruktur_nachhaltige_Mobilitaet.pdf
[KEA Emission]	https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung
[LfU Wind]	Bayerisches Landesamt für Umwelt; Energie-Atlas Bayern: Spezielle Planungsgrundlagen Windenergie - WMS
[FNR]	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V, Leitfaden Biogas - Von der Gewinnung zur Nutzung
[Sta Kom]	Statistik Kommunal 2019
[STATISTA B]	Statistisches Bundesamt; https://de.statista.com/statistik/daten/studie/70094/umfrage/wohngebaeude-bestand-in-deutschland-seit-1994/

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektablauf und Einbindung der Akteure	7
Abbildung 2: Exemplarischer Auszug des gebäudescharfen Wärmekatasters	14
Abbildung 3: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärme-katasters	15
Abbildung 4: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2019.....	16
Abbildung 5: Wärmebedarf: Anteil der Energieträger im Jahr 2019	16
Abbildung 6: Der Strombezug im Landkreis Eichstätt nach Verbrauchergruppen	18
Abbildung 7: Strombezug und Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien / KWK im Jahr 2019 ...	19
Abbildung 8: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet.....	20
Abbildung 9: Beispielhafter Ausschnitt des Sanierungskatasters mit Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale (links Jahr 2019 – rechts Jahr 2040).....	25
Abbildung 10: Kartografische Darstellung der Energieeffizienz im Ausgangszustand sowie den Szenarien „100“ und „70“ (Wärmekataster; Sanierungskataster 2040 mit Sanierung auf Wärmebedarf 100 kWh/m ² a bzw. 70 kWh/m ² a; 1,5 % für Nicht-Wohngebäude; statistische Erhebung; mit OSM-Layer)	28
Abbildung 11: Auszug Solarpotenzialkataster für den Landkreis Eichstätt.....	37
Abbildung 12: Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete im Landkreis.....	40
Abbildung 13: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Übersichtskarte	41
Abbildung 14: Übersicht bestehender Biogasanlagen im Landkreis Eichstätt.....	45
Abbildung 15: Potenzialanalyse Windkraft auf Basis der Gebietskulisse Windkraft des LfU [LfU Wind]; Anpassung IfE	50
Abbildung 16: Standorteignung oberflächennaher Geothermieanlagen (Erdsonden und Erdkollektoren) [Energieatlas, eigene Bearbeitung]	52
Abbildung 17: Standorteignung bzw. Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpenanlagen [Energieatlas, eigene Bearbeitung]	53
Abbildung 18: Entwicklung des Energiebedarfs in den verschiedenen Sektoren	57

Abbildung 19: Die Entwicklung der Energiemengen aus den verfügbaren Energiequellen.....	59
Abbildung 20: Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der Erneuerbaren Energieerzeugung im Jahr 2040.....	61

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die CO ₂ -Äquivalente der jeweiligen Energieträger [GEMIS 4.9; Berechnungen IfE]	22
Tabelle 2: Der CO ₂ -Ausstoß im Landkreis Eichstätt aufgeteilt auf die verschiedenen Energieträger ...	23
Tabelle 3: Zusammenfassung der Effizienzsteigerungs- und Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen [EVU Erdgas; EVU Strom; EVU Fernwärme; Energieatlas].....	24
Tabelle 4: Potenzial erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik.....	39
Tabelle 5: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Kriterien.....	41
Tabelle 6: Zusammenfassung des Gesamtpotenzials im Bereich feste Biomasse (Wärme)	44
Tabelle 7: Zusammenfassung des rechnerischen Gesamtpotenzials im Bereich Biogas	48
Tabelle 8: Künftige Verteilung der Wärmepumpen anhand eingesetzter Umweltwärmequellen [BWP/BDH]	54
Tabelle 9: Maßnahmenkatalog für den Landkreis Eichstätt.....	64