

Digitaler Energienutzungsplan

Gemeinde Neuendettelsau

2
0
2
1

Impressum

Auftraggeber

Gemeinde Neuendettelsau
Johann-Flierl-Straße 19
91564 Neuendettelsau

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

April 2020 bis September 2021

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung	5
2 Projektablauf und Akteursbeteiligung	6
3 Analyse der energetischen Ausgangssituation	7
3.1 Methodik und Datengrundlage.....	7
3.1.1 Definition der Verbrauchergruppen	7
3.1.2 Datengrundlage und Datenquellen.....	8
3.2 Sektor Wärme	9
3.2.1 Gebäudescharfes Wärmekataster	9
3.2.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien	12
3.3 Sektor Strom	13
3.4 Gesamtenergiebilanz im Ist-Zustand	16
4 Potenzialanalyse	18
4.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz	19
4.1.1 Private Haushalte	19
4.1.2 Kommunale Liegenschaften.....	20
4.1.3 Wirtschaft.....	20
4.1.4 Gebäudescharfes Sanierungskataster.....	21
4.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien	22
4.2.1 Solarthermie und Photovoltaik.....	22
4.2.2 Wasserkraft.....	26
4.2.3 Biomasse	26
4.2.4 Windkraft	27

Szenarien.....	29
5.1 Szenario Strom	29
5.2 Szenario Wärme	30
6 Maßnahmenkatalog	31
7 Leuchtturmprojekt: Wasserstofferzeugung und -nutzung.....	34
7.1 Wasserstofferzeugung mittels Elektrolyse	35
7.2 Speichermöglichkeiten und Transport von Wasserstoff.....	36
7.3 Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoff	38
7.4 Fazit und Ausblick.....	40
8 Zusammenfassung	41
9 Quellenverzeichnis	43
10 Abbildungsverzeichnis.....	44
11 Tabellenverzeichnis.....	45

1 Einleitung

Mit dem digitalen Energienutzungsplan für die Gemeinde Neuendettelsau wird ein gemeindespezifisches 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.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans zusammen. Durch die hohe Detailschärfe ist der digitale Energienutzungsplan nicht nur ein Instrument für die kommunale Energieplanung, sondern auch eine Unterstützung für die Gemeindewerke, Wirtschaftsbetriebe und alle Bürgerinnen und Bürger bei der Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energien.

Der digitale Energienutzungsplan wird 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). Auch wenn es sich dabei ausschließlich um energierelevante Informationen handelt und nicht um Informationen zu Personen selbst, unterliegen die Daten und das ausgearbeitete Kartenmaterial dem Datenschutz. Der vorliegende Bericht dient entsprechend nur dem internen Gebrauch.

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 bis zum Jahr 2030 realistisch ausgeschöpft werden können. Ebenso wurden die erschließbaren Ausbaupotenziale regionaler erneuerbarer Energieträger analysiert. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden strategische Szenarien für Strom und Wärme erarbeitet, aus denen Handlungsoptionen und der Entwicklungspfad zur Senkung des Energieverbrauchs und für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 abgeleitet werden können.

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

Auftaktveranstaltung:

Die grundlegende strategische Organisation, Zeitplanung und fachliche Ausrichtung des digitalen Energienutzungsplans wurde bei einer Auftaktveranstaltung getroffen.

Abstimmungstermine:

Im Rahmen von mehreren Terminen wurden in enger Abstimmung mit den lokalen Akteuren (Verwaltung, Gemeindewerke, Projektbeteiligte der Auftragnehmer) regelmäßig die Zwischenergebnisse abgestimmt sowie der Maßnahmenkatalog erarbeitet und fortgeschrieben.

Abschlussveranstaltung:

Die Endergebnisse des digitalen Energienutzungsplans wurden dem Gemeinderat vorgestellt und der Abschlussbericht übergeben.

3 Analyse der energetischen Ausgangssituation

3.1 Methodik und Datengrundlage

Im Rahmen dieses digitalen Energienutzungsplans wird nach dem sogenannten Territorialprinzip bilanziert. Hierbei werden die Energieverbräuche sowie die Potenziale (Strom und Wärme) jeweils nur innerhalb des eigenen Gemeindegebietes 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 Gemeindegebiet zusammensetzt.

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 Gemeinde 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.

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. Aufgrund der rollierenden Abrechnung des Energieversorgungsunternehmens (EVU) standen die Daten während der Projektbearbeitungsphase nicht vollumfänglich zur Verfügung, weshalb ggf. auch einzelne neuere Datensätze nicht mehr in die Energiebilanz des Energienutzungsplans mit eingeflossen sind. Seit 2019 realisierte Projekte, z. B. im Bereich des Ausbaus erneuerbarer Energien, sind, sofern bekannt, daher bei den Ausbaupotenzialen mitberücksichtigt worden.

Die Analyse des Energieverbrauchs stützt sich auf die nachfolgenden Datenquellen:

- Energieabsatz- und Einspeisedaten der lokal tätigen Energieversorgungsunternehmen für die leitungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas. Hierfür wurden exakte Netzabsatzdaten für das Jahr 2018 bzw. 2019 zur Verfügung gestellt [EVU Strom], [EVU Erdgas].
- Daten der örtlichen Kaminkehrer zu den installierten Wärmeerzeugern (anonymisiert). Der Endenergieeinsatz wurde auf Basis der anonymisierten Kaminkehrerdaten [Kaminkehrer] 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 aller gemeindeeigenen Liegenschaften mittels Erfassungsbogen.
- Gebäudescharfe Erfassung des Energieverbrauchs der Wirtschaftsbetriebe mittels Erfassungsbogen.
- Datenabfrage Solarthermie: Die Gesamtfläche, der im Betrachtungsgebiet installierten Solarthermieranlagen, wurde mit Hilfe des Solaratlas, einem interaktiven Auswertungssystem für den Datenbestand aus dem bundesweiten „Marktanreizprogramm Solarthermie“, ermittelt [BAFA Sol]. 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 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 Gebäudekatasters und der solaren Einstrahlung.

3.2 Sektor Wärme

3.2.1 Gebäudescharfes Wärmekataster

Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung. Es erfasst alle beheizten Gebäude im Stadtgebiet 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.

Datengrundlagen

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

Ergebnisse

Die Wärmedichte fasst den Wärmebedarf mehrerer Gebäude zusammen und hebt somit Siedlungsgebiete mit einem hohen Wärmebedarf hervor. Abbildung 1 zeigt exemplarisch den Raumwärme- und Warmwasserbedarf von Gebäuden als Wärmedichtekarte.



Abbildung 1: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters

Auf Basis der anonymisierten Kaminkehrerdaten konnte berechnet werden, in welchen Gebieten im Ist-Zustand ein hoher Anteil an Heizöl für die Wärmebereitstellung benötigt wird (siehe Abbildung 2). Gebiete mit hohem Heizölverbrauch sollten im nächsten Schritt näher analysiert und Möglichkeiten zu einer Umrüstung der Heizkessel geprüft werden. Eine Möglichkeit könnte z. B. der Aufbau von Wärmeverbundlösungen mit regenerativer Wärmeerzeugung darstellen.

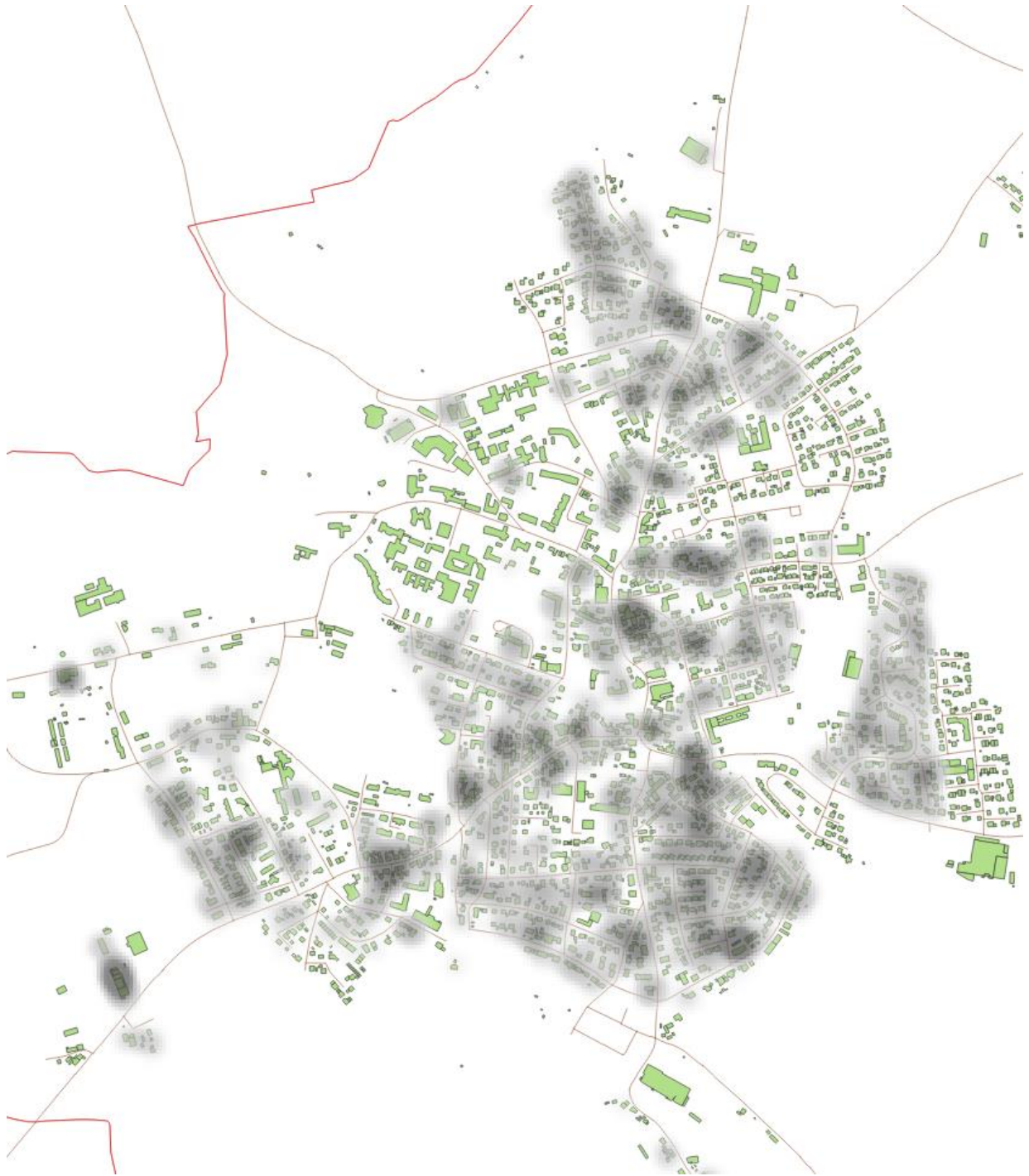


Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Gebiete mit hohem Heizölbedarf

3.2.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien

Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 100.763 MWh pro Jahr. In Abbildung 3 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Den höchsten Wärmebedarf weist die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ auf.

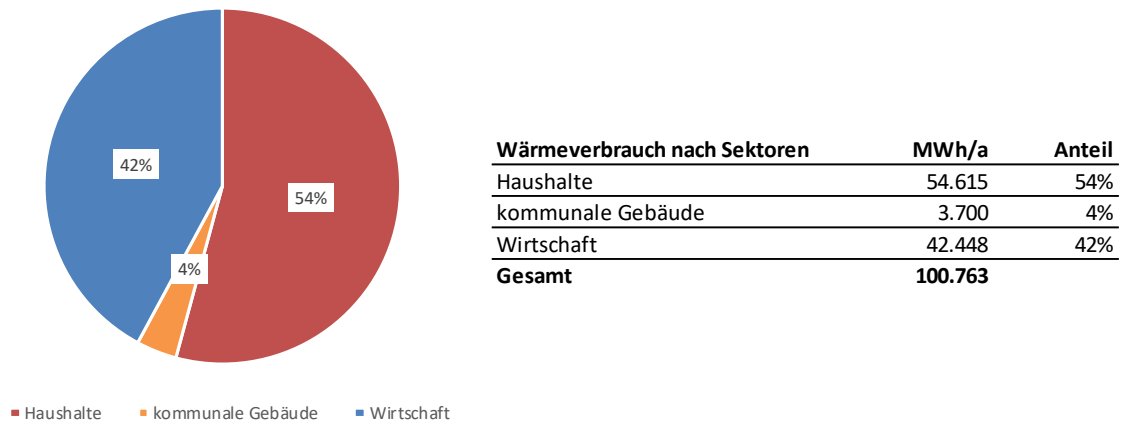


Abbildung 3: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2019 in MWh

Von den insgesamt 100.763 MWh Wärmebedarf werden rund 17 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt, insbesondere über Biomasse (Holz). Mit einem Anteil von 47 % bzw. 34 % dominieren jedoch Erdgas und Heizöl die Wärmebereitstellung.

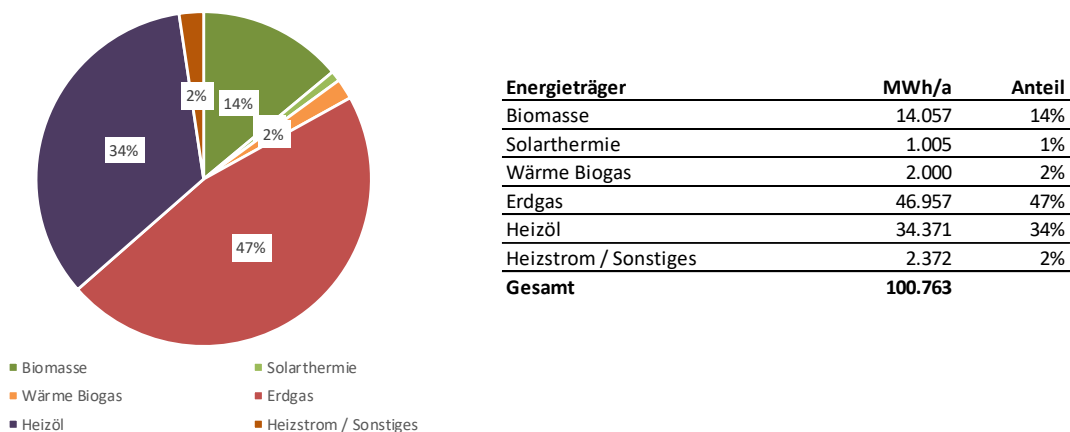
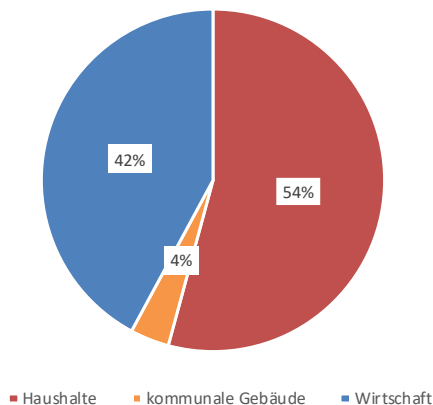


Abbildung 4: Wärmeverbrauch und Anteil der Energieträger im Jahr 2019 in MWh

3.3 Sektor Strom

Der Strombedarf in der Gemeinde Neuendettelsau im Jahr 2019 beläuft sich in Summe auf rund 21.027 MWh. Zur Ermittlung des Strombedarfs wurden die Daten der Stromnetzbetreiber (Gemeindewerke Neuendettelsau und N-ERGIE Netz GmbH) herangezogen. Die Aufteilung des Strombedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt, dass der Sektor „Wirtschaft“ mit 49 % den größten Anteil einnimmt, gefolgt von den privaten Haushalten mit 43 % (Abbildung 5).



Strombezug nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Haushalte	9.031	43%
kommunale Gebäude	1.700	8%
Wirtschaft	10.296	49%
Gesamt	21.027	

Abbildung 5: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2019 in MWh

Anschließend wurde der Strombezug den Erzeugungsmengen der jeweiligen Energieträger gegenübergestellt. Hierfür wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet 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 im Gemeindegebiet erzeugte und eingespeiste Strommenge aus erneuerbaren Energien berücksichtigt und dem Strombezug gegenübergestellt.

Die Stromeigennutzung führt in dieser Betrachtung zu einer Minderung des Strombezugs aus dem Stromnetz. In einer Gemeinde, in der viele Anlagen zur Stromeigennutzung (z. B. Photovoltaik) betrieben werden, ist somit der tatsächliche Stromverbrauch größer als der Strombezug aus dem Netz. Ebenso kann hier von einem höheren Anteil erneuerbarer Energien ausgegangen werden.

Die angewandte Bilanzierungsmethodik ist jedoch entscheidend für eine kontinuierliche Fortschreibung des digitalen Energienutzungsplans und der Energiebilanz, da nur diese Daten den EVU exakt und vollumfänglich vorliegen.

Hinweis: Aufgrund der Festlegung auf das Bilanzjahr 2019 wurden die im Jahr 2020 und später neu errichteten EEG- und KWK-Anlagen nicht mehr berücksichtigt.

Abbildung 6 zeigt die eingespeisten Strommengen aus erneuerbaren Energien im Jahr 2019. In Summe wurden im Bilanzjahr 2019 innerhalb des Gemeindegebiets bilanziell rund 26.289 MWh in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Dem gegenüber steht ein Strombezug im Jahr 2019 in Höhe von 21.027 MWh. In Summe wird im Gemeindegebiet bilanziell mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt als im gleichen Zeitraum aus dem Netz bezogen wurde.

→ **Bilanzieller Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung rund 125 %**

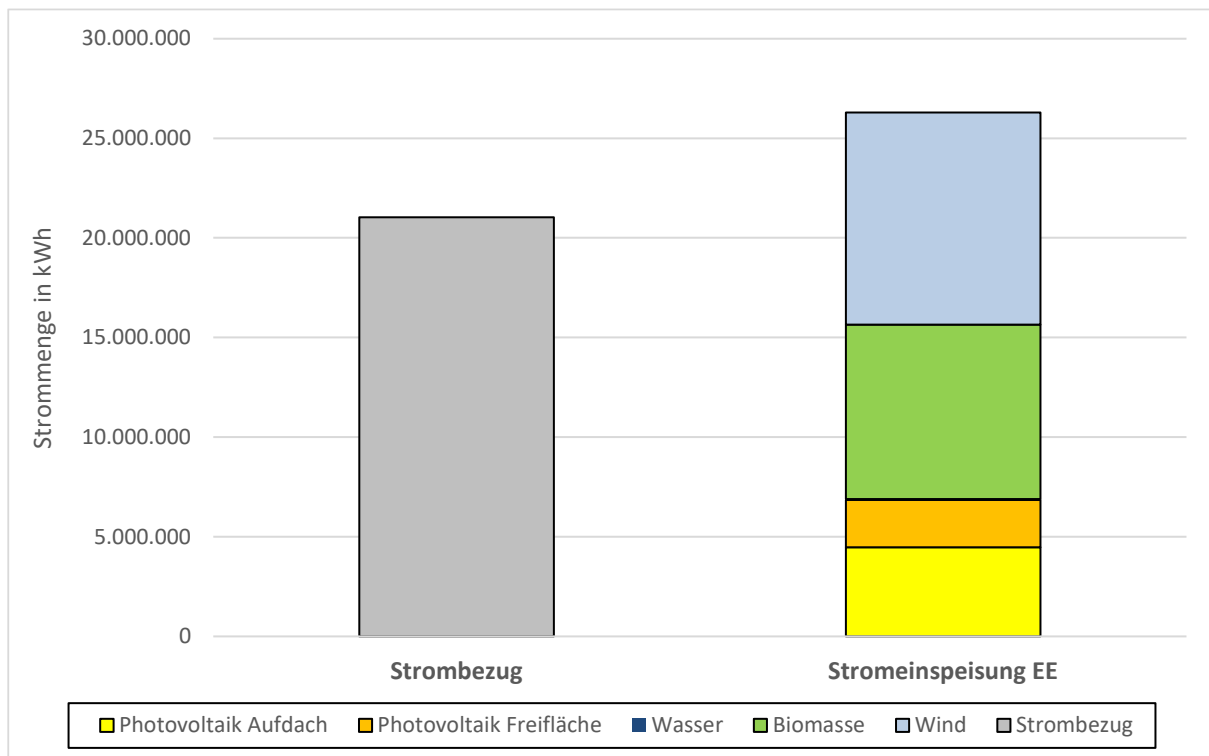


Abbildung 6: Stromeinspeisung erneuerbarer Energieträger und KWK im Jahr 2019 in kWh/a

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen im Bilanzgebiet detailliert erfasst und analysiert. Abbildung 7 zeigt eine Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet, wobei PV-Anlagen kleiner als $30 \text{ kW}_{\text{peak}}$ ausgeklammert wurden, um die Übersichtlichkeit zu wahren.

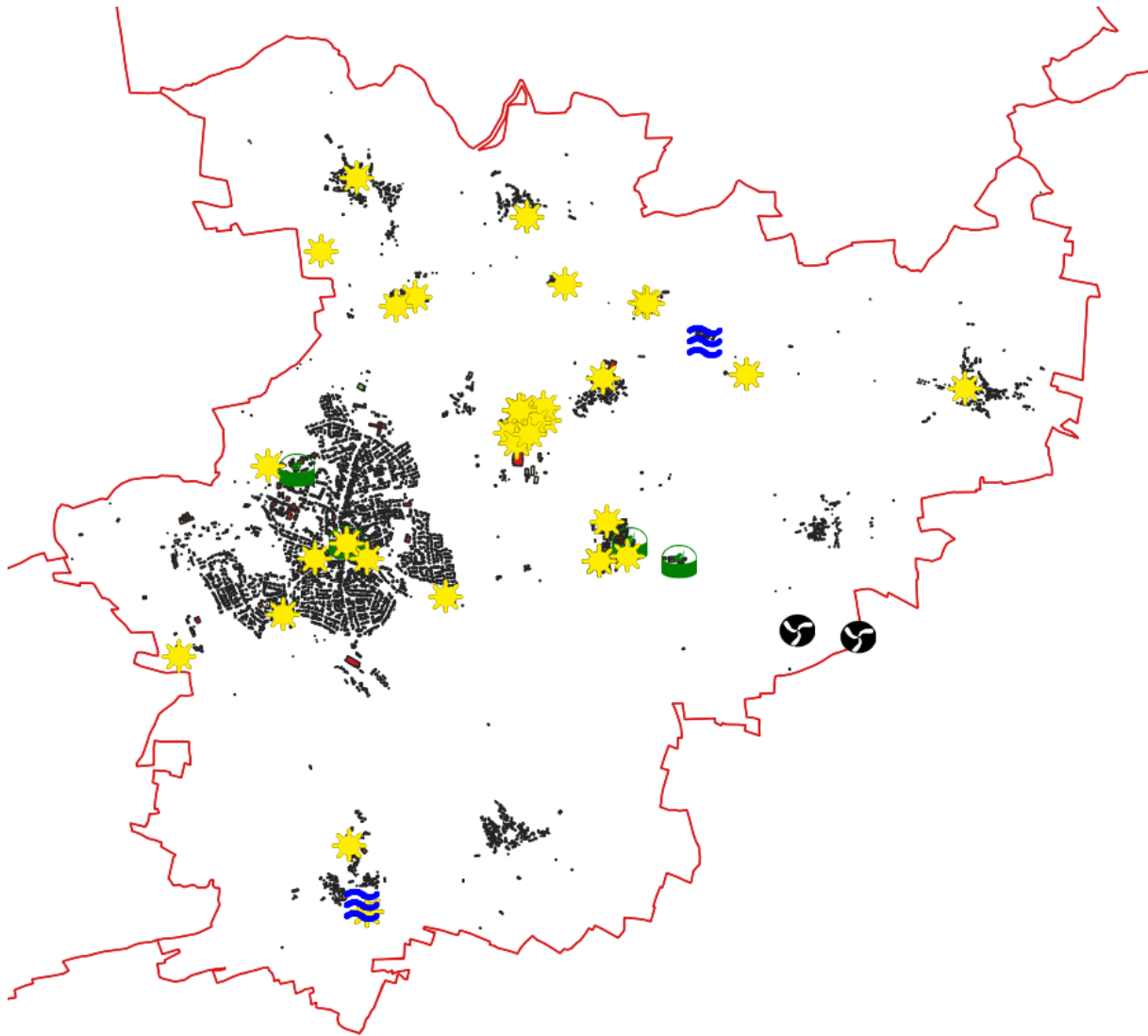


Abbildung 7: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet

3.4 Gesamtenergiebilanz im Ist-Zustand

In Abbildung 8 sind als Ergebnis der Datenanalyse die Endenergieeinsatzmengen im Betrachtungsgebiet, aufgeschlüsselt nach Energieträgern, dargestellt. In Summe beläuft sich der Endenergiebedarf auf rund 121.789 MWh pro Jahr. Davon werden rund 100.762 MWh pro Jahr für die Wärmeversorgung aufgewendet. Der elektrische Endenergiebedarf beläuft sich auf rund 21.027 MWh.

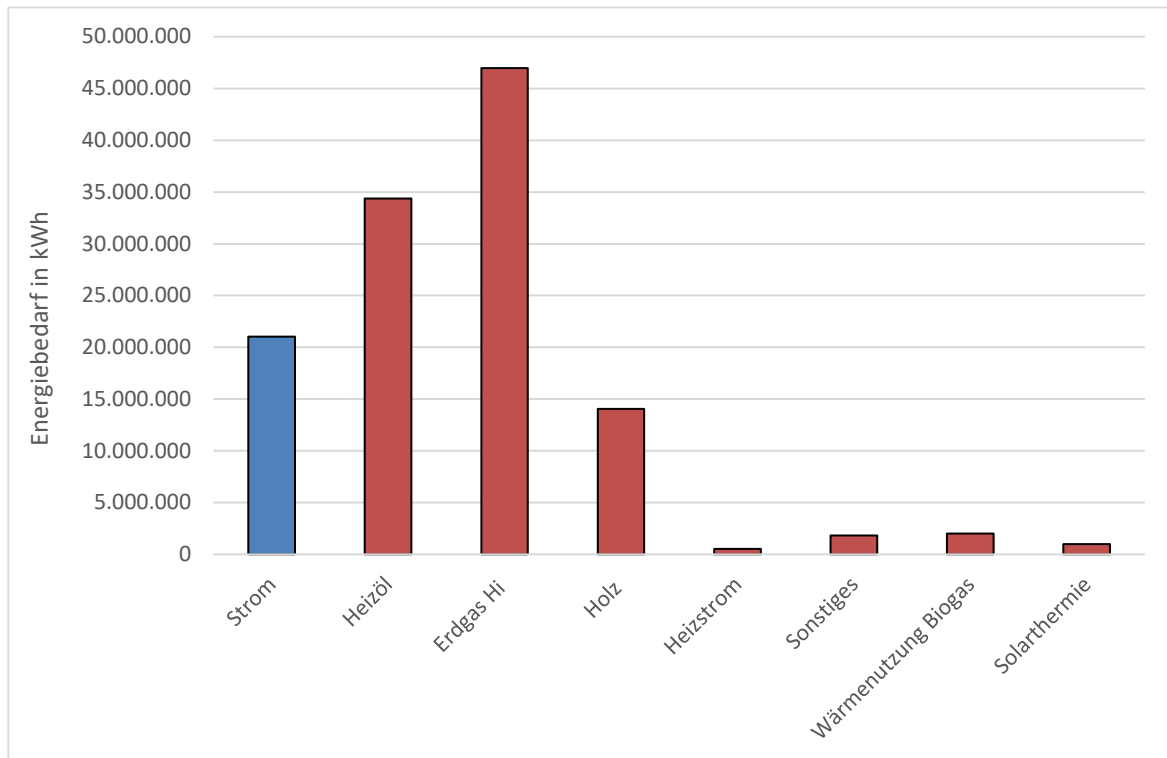


Abbildung 8: Endenergieeinsatz aufgeschlüsselt nach den Energieträgern

In Abbildung 9 ist dargestellt, wie sich der Endenergiebedarf auf die betrachteten Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“ und „Wirtschaft“ (Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft) verteilt.

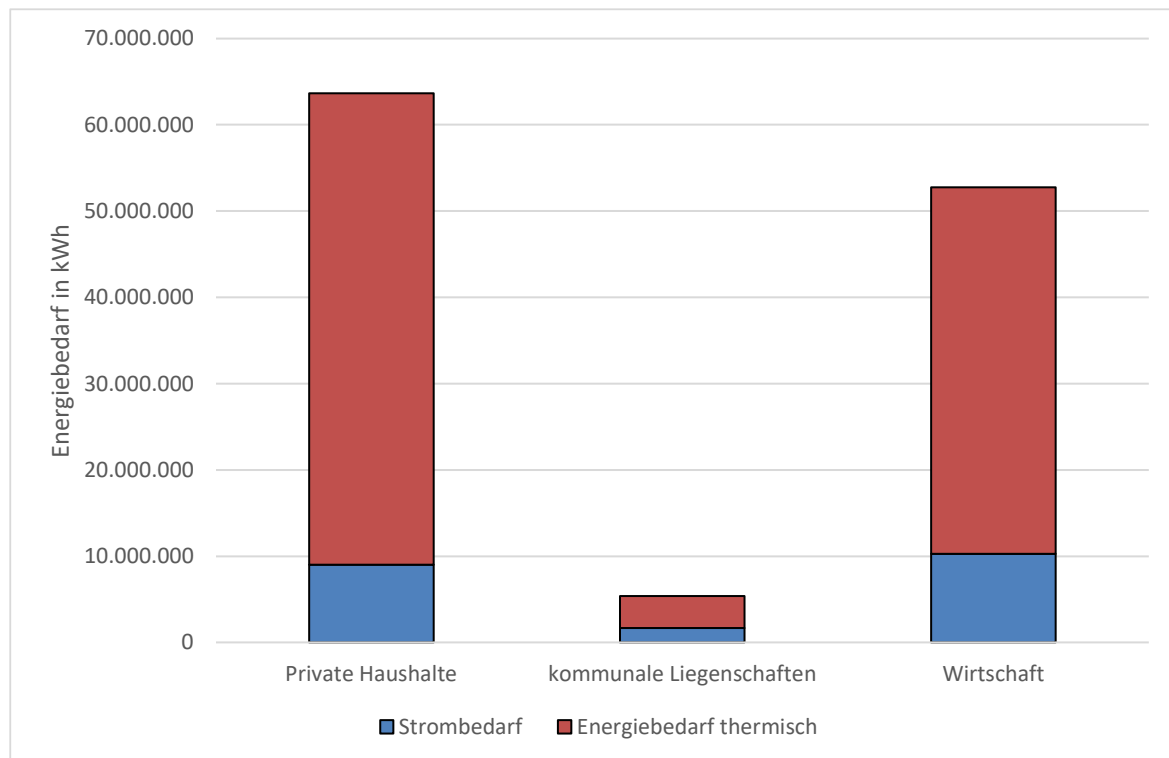


Abbildung 9: Endenergieeinsatz aufgeschlüsselt nach den Verbrauchergruppen

Den höchsten Energieverbrauch weist im Vergleich die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ auf und ist überwiegend von thermischem Energiebedarf geprägt. Demzufolge wird dieser Verbrauchergruppe zukünftig im Bereich Effizienzsteigerung bzw. Energieeinsparung, durch z. B. Sanierung, eine wichtige Aufgabe zukommen.

Die kommunalen Liegenschaften spielen hinsichtlich des Gesamt-Endenergiebedarfs im Vergleich eine eher untergeordnete Rolle. Jedoch kommt dieser Verbrauchergruppe insofern ein besonderes Augenmerk zu, als dass hier für die Kommunen die Handlungsmöglichkeiten am unmittelbarsten gegeben sind und die Kommune hier mit konkreten Maßnahmen gegenüber dem Bürger eine Vorbildfunktion ausüben kann. Der im Rahmen des Energienutzungsplans erarbeitete kommunenspezifische Maßnahmenkatalog hat viele Ansatzpunkte ergeben, um vor allem in diesem Sektor Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs bzw. zur Versorgung mit erneuerbaren Energien voranzutreiben.

Auch der Sektor „Wirtschaft“ wird in Neuendettelsau vom thermischen Sektor geprägt. Der im digitalen Energienutzungsplan erarbeitete Maßnahmenkatalog zeigt konkrete Ansatzpunkte auf, um den Verbrauch (Wärme und Strom) durch gezielte Maßnahmen zu reduzieren.

4 Potenzialanalyse

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 **technisch-wirtschaftlichen 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.

- ➔ Der angenommene Betrachtungszeitraum zur Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz erstreckt sich bis zum Zieljahr 2030. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich stets auf den Endzustand im Jahr 2030 (Ausbauziel) im Vergleich zum Ausgangszustand im Bilanzjahr 2019. Als Normierungsbasis dient der Zeitraum eines Jahres, d. h. alle Ergebnisse sind als Jahreswerte nach Umsetzung der Ausbauziele angegeben (z. B. jährlicher Energieverbrauch in MWh/a und jährliche CO₂-Emissionen in t/a).

- ➔ 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 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

4.1.1 Private Haushalte

Für die Sanierungsvarianten im Wohngebäudebestand wurden Berechnungen mit der Maßgabe einer ambitionierten, aber realistischen Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von 2 % pro Jahr durchgeführt. Durch die Einsparmaßnahmen wird in diesem Szenario ein energetischer Stand von im Mittel 100 kWh/m² erzielt, was einem etwas schlechteren Energiestandard als in einem KfW-Effizienzhaus 100-Standard entspricht. Übertragen bedeutet dies eine jährliche energetische Sanierung von etwa 50 Gebäuden im Gemeindegebiet. Insgesamt könnten somit rund 10 % des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude bis 2030 eingespart werden, was einer Reduktion von derzeit ca. 54.615 MWh/a auf etwa 49.154 MWh/a entspricht. Die hier zu Grunde gelegte Sanierungsrate und Sanierungstiefe liegt über dem Bundesdurchschnitt, könnte jedoch über entsprechende Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen erreicht werden. Diese sind mit den Ausbauzielen und der bestehenden Fernwärmeinfrastruktur abzustimmen.

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) [EED]. Es wird angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand bis zum Zieljahr 2030 jährlich 1,5 % des Strombedarfs eingespart werden können. In Summe kann der Stromverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ bis zum Jahr 2030 von derzeit 9.031 MWh pro Jahr auf 7.648 MWh gesenkt werden (rund 15 %).

4.1.2 Kommunale Liegenschaften

Aus Sicht des Bundes kommt den Städten und 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 Städte und 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“ in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie (EED) [EED]. Es wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2030 jährlich:

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

eingespart werden können. Konkrete Projektideen zur Erreichung dieser Zielvorgabe wurden im Rahmen der drei Regionalkonferenzen ausgearbeitet und sind im Maßnahmenkatalog (Kapitel 6) dargestellt.

Als Ergebnis können bei Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften der Stromverbrauch von derzeit 1.700 MWh/a auf rund 1.440 MWh jährlich und der Wärmebedarf von rund 3.700 MWh/a auf ca. 3.133 MWh/a gesenkt werden.

4.1.3 Wirtschaft

Da gewerblich genutzte Gebäude je nach Betrieb und Branche sehr unterschiedlichen Nutzungen unterliegen, kann eine genaue Analyse der Energieeinsparpotenziale nur durch eine ausführliche Begehung sämtlicher Betriebe sowie der damit verbundenen, umfangreichen 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 (EED) [EED].

Es wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2030 jährlich:

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

eingespart werden können.

Mit dieser Zielstellung könnten bis zum Zieljahr 2030 auch der thermische Energiebedarf von 42.448 MWh pro Jahr im Ist-Zustand auf in etwa 35.946 MWh jährlich reduziert werden. Der Strombedarf könnte von 10.296 MWh/a auf 8.719 MWh/a reduziert werden.

4.1.4 Gebäudescharfes Sanierungskataster

Für die Entwicklung von Zukunftsstrategien für Fernwärme- oder Gasversorgungsinfrastrukturen bildet das Sanierungskataster Szenarien einer künftigen Nachfrage ab. Hierbei wurden die in den Verbrauchergruppen beschriebenen Einsparpotenziale kartografisch dargestellt.

Das Sanierungskataster bietet damit strategisch-technische Entscheidungsgrundlagen für Netzausbaustrategien in Kommunen. 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 Erstellungen 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.

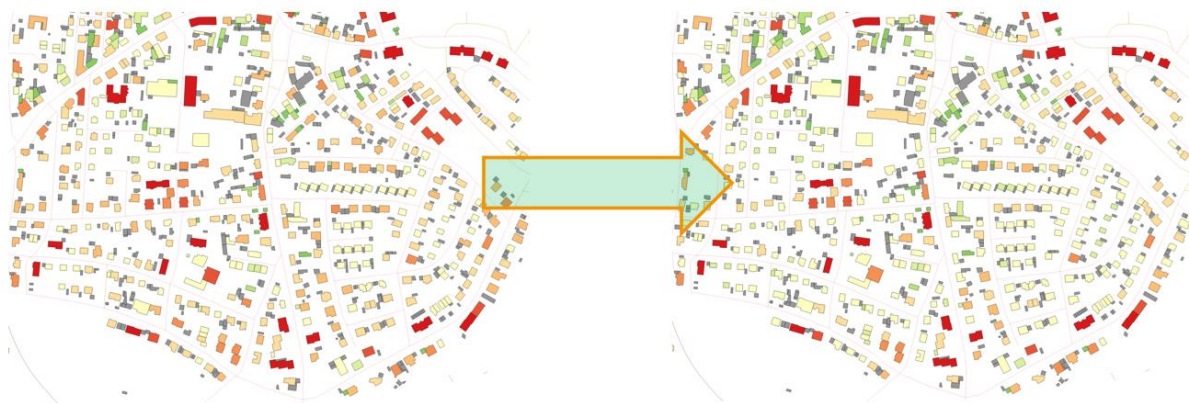


Abbildung 10: Beispielhafter Ausschnitt des Sanierungskatasters vor und nach der Sanierung (Szenario 2 % Sanierungsrate bis zum Jahr 2030 mit Sanierungstiefe 100 kWh/m²)

4.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

4.2.1 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).

4.2.1.1 Solarkataster

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiepotenziale auf Dachflächen wurde ein gebäudescharfes Solarkataster ausgearbeitet. 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 Solarkataster dient als Basis der Potenzialanalyse für Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen im Gemeindegebiet Neuendettelsau.

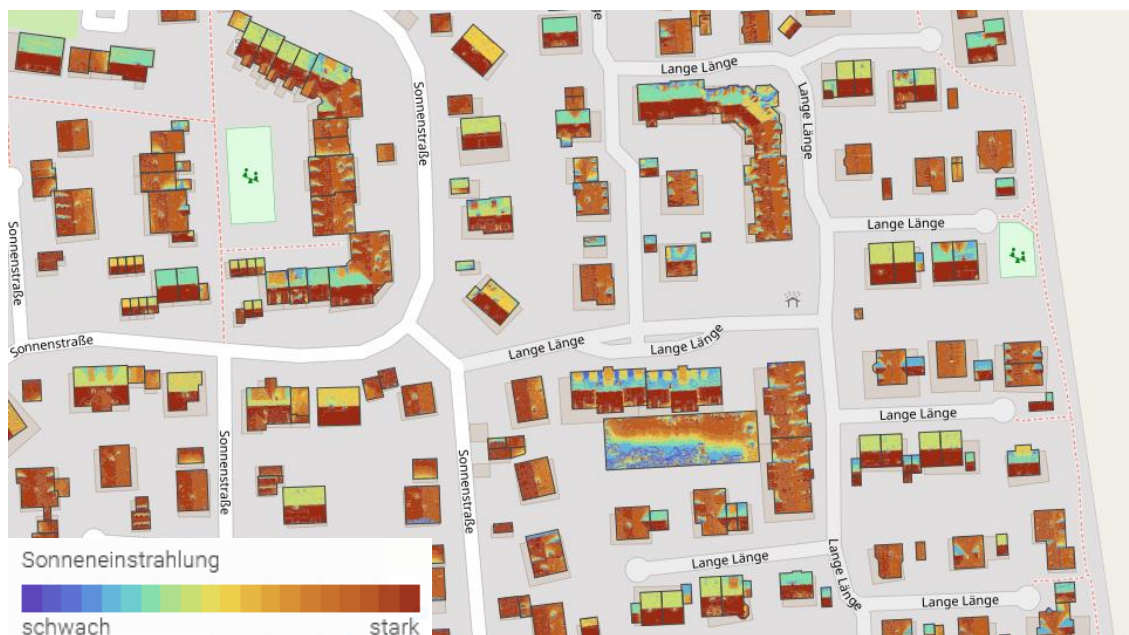


Abbildung 11: Auszug Solarkataster

4.2.1.2 Solarthermie auf Dachflächen

Viele der für die solare Nutzung geeigneten Dachflächen (siehe Solarkataster) 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 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 $4.267 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für die Wassererwärmung. Das angestrebte Deckungsziel wird auf 60 % festgelegt. Dies entspricht einem Energiebedarf von rund $2.560 \text{ MWh}_{\text{th}}$, der durch Solarthermie gedeckt werden soll. Um dies zu erreichen, werden insgesamt rund 6.400 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 2.890 m^2 installiert, sodass noch ein Ausbaupotenzial von rund 3.510 m^2 besteht. Das Ausbaupotenzial für Solarthermie auf Dachflächen beträgt somit 3.075 MWh .

4.2.1.3 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 38.723 MWh/a . In Absprache mit den beteiligten Akteuren wurde ein realistisches Szenario zum weiteren Ausbau von PV-Anlagen bis zum Jahr 2030 erarbeitet, das sich bei 25 % der grundsätzlich für Photovoltaik verfügbaren Dachfläche bewegt. Hierdurch könnten im Jahr 2030 rund 9.681 MWh Strom pro Jahr produziert werden. Dies entspricht einer Gesamtleistung in Höhe von rund 10.190 kW_p .

Im Bilanzjahr 2019 waren bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 4.700 kW_p installiert, sodass unter den beschriebenen Annahmen noch ein Ausbaupotenzial von rund 5.490 kW_p besteht.

4.2.1.4 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. Nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz ist die Installation von PV-Anlagen aktuell 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. Das Gemeindegebiet Neuendettelsau liegt in diesem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet.

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

Tabelle 4-1: 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 (Sumpfbereich, 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.

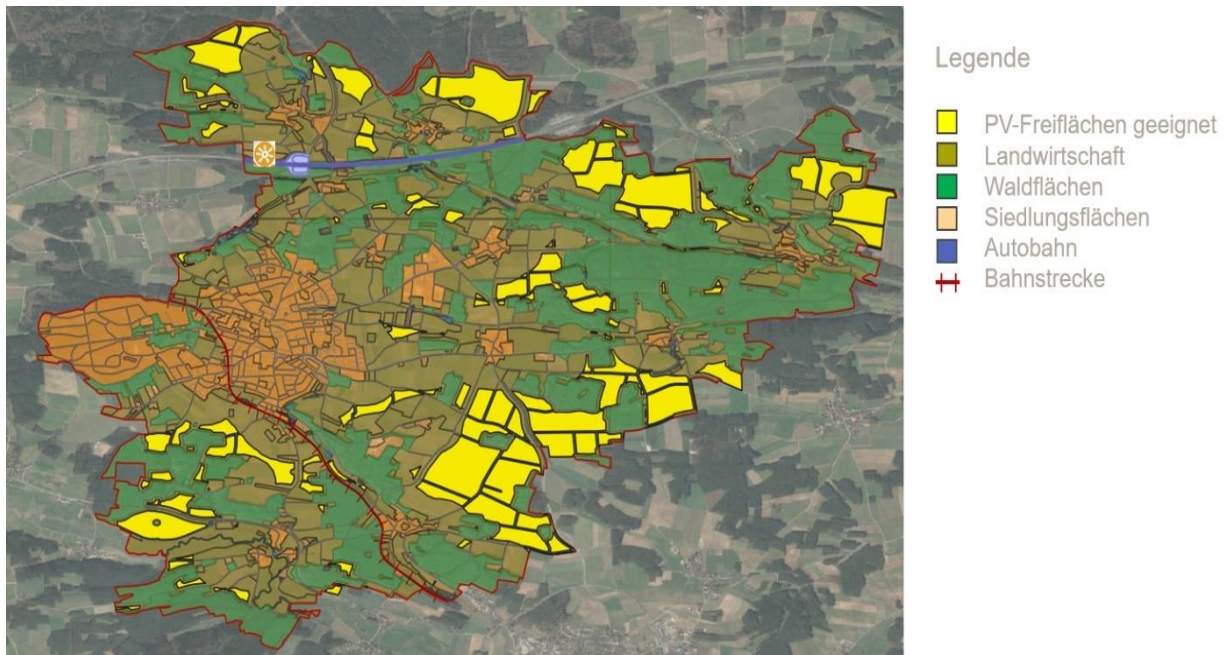


Abbildung 12: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Übersichtskarte

Im Bilanzjahr 2019 war bereits eine Freiflächen-PV-Anlage mit einer Gesamtleistung von 1.980 kW_p installiert. Im Rahmen des Energienutzungsplans wird als Ausbauziel die Installation von weiteren PV-Freiflächenanlagen mit einer Leistung von 15.000 MW bis zum Jahr 2030 angesetzt. Hierdurch könnten weitere rund 15.000 MWh an regenerativem Strom erzeugt werden.

Hinweis: Aufgrund der Vielzahl an potenziellen Flächen wird empfohlen, einen Leitfaden / Kriterienkatalog 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 zufallsgesteuerter Flächennutzung verhindert werden. Der Leitfaden zeigt potenzielle Flächen für die Installation von PV-Freiflächenanlagen im 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.

4.2.2 Wasserkraft

Im Gemeindegebiet ist eine Wasserkraftanlage installiert. Die Stromerzeugung belief sich im Jahr 2019 auf rund 44 MWh [EVU Strom]. Zur Analyse der Ausbaupotenziale im Bereich der Wasserkraft wurde ein Gespräch mit dem Wasserwirtschaftsamt [WWA] geführt und erörtert, ob Ausbau- oder Repowering-Potenziale im Gemeindegebiet vorhanden sind. Dabei konnten jedoch keine Ausbaupotenziale identifiziert werden.

4.2.3 Biomasse

4.2.3.1 Holz für energetische Nutzung

Energieholz aus Forstwirtschaft

Das Gemeindegebiet weist eine Waldfläche von rund 990 ha auf [Sta Kom]. Zur Analyse der Potenziale wurde ein Gespräch mit dem AELF Ansbach geführt [AELF]. Bei der Ermittlung des maximal zur Verfügung stehenden Potenzials an Energie aus Holz wird von einem durchschnittlichen Holzzuwachs von im Mittel 5,3 Festmetern je Hektar und Jahr ausgegangen. Bei dem zur Verfügung stehenden Potenzial an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann, in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Daher kann nicht der gesamte Holznachwuchs für die energetische Nutzung eingesetzt werden. Das technisch und nachhaltig nutzbare Gesamtpotenzial für die energetische Nutzung (Holzbrennstoffeinsatz) beläuft sich nach Abstimmung mit dem AELF auf rund 40 % des regenerativen Zuwachses. Hieraus ergibt sich eine nutzbare Energiemenge von rund 2.990 MWh/a.

Landschaftspflegeholz / Grüngut gesamt

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 44 kg pro Einwohner [AbfaBa] besteht ein Potenzial von rund 452 MWh pro Jahr.

Altholz

Eine Sonderstellung kommt dem Altholz zu. Pro Einwohner und Jahr fallen laut Abfallbilanz [AbfaBa] im Betrachtungsgebiet 35 kg Altholz an. Unter Berücksichtigung der Einwohnerzahl im Betrachtungsgebiet steht dadurch eine Energiemenge von rund 660 MWh/a zur energetischen Nutzung zur Verfügung ([Sta Kom], [AbfaBa]).

Zusammenfassung

Aktuell (Bilanzjahr 2019) beläuft sich der Endenergieeinsatz an fester Biomasse auf ca. 14.000 MWh/a. Aus den Betrachtungen ergibt sich innerhalb des Stadtgebietes ein nachhaltiges Potenzial von rund 5.100 MWh/a. Nachhaltig in diesem Sinne bedeutet, dass die Holzeinschlagrate nicht die Holznachwuchsrate übersteigt. Somit wird auch zukünftig bilanziell eine Beschaffung der Biomasse über die Bilanzgrenze hinaus stattfinden müssen.

4.2.3.2 Biogas

Im Ist-Zustand erzeugen die bestehenden Biogasanlagen rund 8.768 MWh Strom pro Jahr. Unter der Annahme, dass 25 % aller landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Anbau von Energiepflanzen herangezogen werden und, ergänzend, die Potenziale aus der energetischen Verwertung von Gülle, so ergibt sich ein Gesamtpotenzial zum Betrieb von Biogasanlagen mit einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 7.057 MWh. Dementsprechend ist das territoriale Potenzial in Neuendettelsau bereits ausgeschöpft.

Hinweis: Die Versorgung von Biogasanlagen mit Substrat erfolgt in der Praxis über die Grenzen des Bilanzraumes hinweg, d. h. Substrat wird importiert bzw. exportiert.

Im Bereich der Abwärmenutzung aus Biogasanlagen werden noch weitere Potenziale vermutet. Dies sollte in enger Abstimmung mit den Betreibern der Biogasanlagen erfolgen.

4.2.4 Windkraft

Im Jahr 2019 sind zwei Windkraftanlagen im Stadtgebiet Neuendettelsau installiert, die rund 10.637 MWh an Strom produziert haben. Die weiteren drei Windkraftanlagen des Windparks speisen zwar in das Stromnetz der Gemeinde Neuendettelsau ein, liegen jedoch auf dem Gemeindegebiet der Nachbargemeinde Windsbach.

Für die Potenzialanalyse im Bereich Windkraft wurde auf die Gebietskulisse Windkraft des Bayerischen Landesamts für Umwelt zurückgegriffen [Gebietskulisse Windkraft]. Die Gebietskulisse Windkraft bietet eine Erstbewertung windhöffiger 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 13 sind in Rot die Flächen mit voraussichtlich ausreichender Windhöffigkeit (mittlere Windgeschwindigkeit ab 5 m/s in 130 m Höhe) gemäß Gebietskulisse Windkraft dargestellt. Die pinken Punkte kennzeichnen potenzielle Standorte für Windkraftanlagen in den potenziellen Flächen – hierbei wurde ein Mindestabstand der Windkraftanlagen von 750 m zueinander festgelegt.

Im Rahmen des Energienutzungsplans wird, in Abstimmung mit dem Auftraggeber, der Ausbau der Windkraft um weitere zwei Anlagen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt. Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung wurden die Rahmenbedingungen für den Bau von Windkraftanlagen auf Bundesebene überarbeitet, sodass das hier ausgewiesene Potenzial nur als Orientierung dienen kann. Die beiden weiteren Windkraftanlagen würden jährlich rund 10.800 MWh an Strom erzeugen, was rund 50 % des gesamten Strombedarfs in Neuendettelsau im Jahr 2019 entspricht.

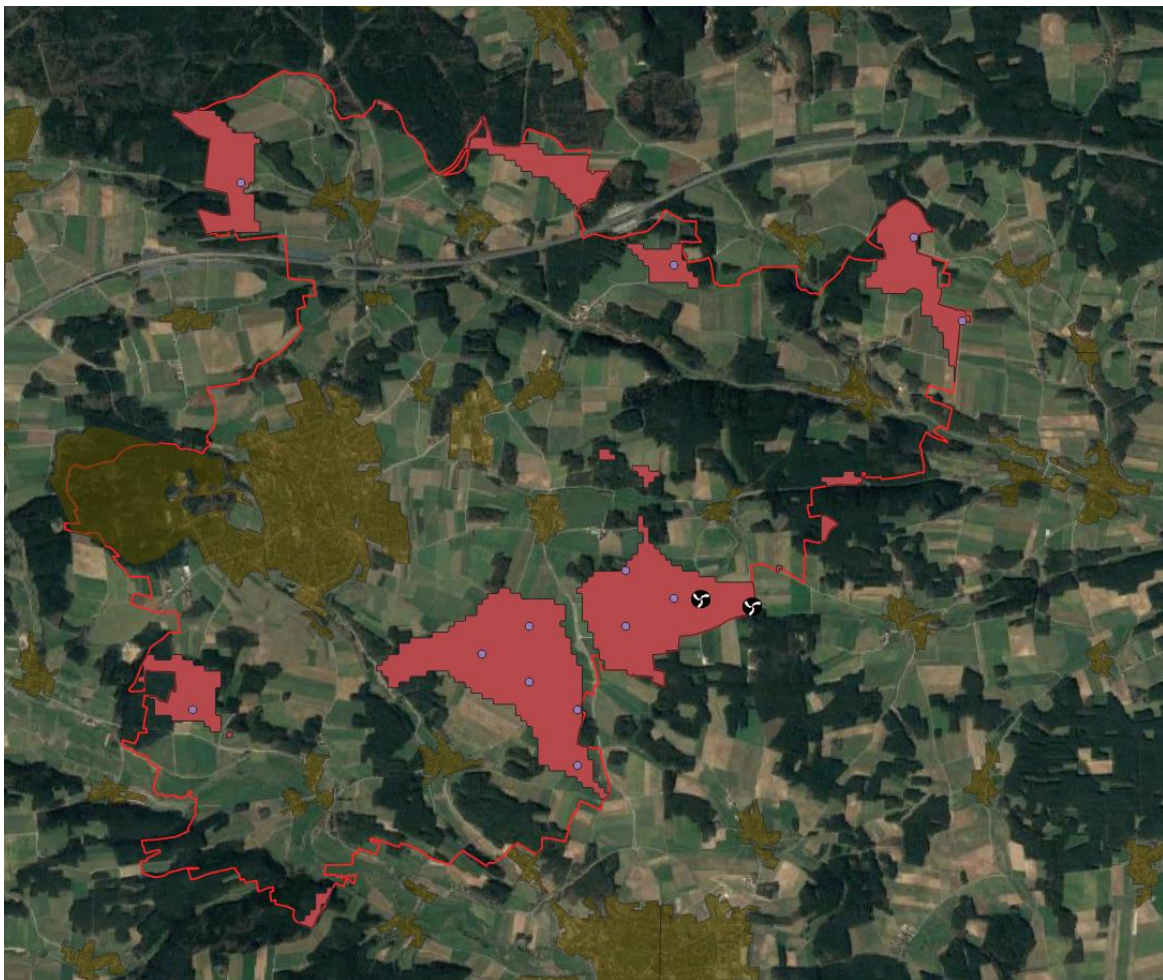


Abbildung 13: Potenzialanalyse Windkraft auf Basis der Gebietskulisse Windkraft des LfU; Anpassung IfE

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.

5 Szenarien

Basierend auf der Analyse der energetischen Ausgangssituation (siehe Kapitel 3) und der Potenzialanalysen (siehe Kapitel 4) wurden strategische Szenarien für Strom und Wärme erarbeitet, aus denen Handlungsoptionen und der Entwicklungspfad zur Senkung des Energieverbrauchs und für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 abgeleitet werden können. Bezugsjahr für die Szenarien ist das Jahr 2019. Die Szenarien stellen zugleich die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln dar.

5.1 Szenario Strom

Nachfolgend sind das im Rahmen des Energienutzungsplans ermittelte Potenzial zur Energieeinsparung und das Potenzial zum Ausbau erneuerbarer Energien im Strombereich als Szenario bis zum Jahr 2030 dargestellt. Das Strom-Szenario wird auf Basis des in der Energiebilanz dargestellten Stromverbrauchs im Jahr 2019, der zu diesem Zeitpunkt genutzten Anteile erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung und der ermittelten realisierbaren Energieeinsparpotenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien berechnet. Um die Besonderheiten der Energieversorgung abbilden zu können werden im Folgenden zwei Szenarien dargestellt:

In Summe kann der Strombezug durch die im Kapitel 4.1 beschriebenen Annahmen der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung von ca. 21.027 MWh im Jahr 2019 auf rund 17.806 MWh im Jahr 2030 reduziert werden. Durch Ausschöpfen der im Kapitel 4.2 beschriebenen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien kann die regenerative Stromerzeugung von aktuell 26.289 MWh auf rund 58.926 MWh ausgebaut werden. Hierdurch würde sich im Jahr 2030 ein bilanzieller Überschuss in Höhe von ca. 41.120 MWh/a ergeben.

Die Stromüberschüsse können beispielsweise für den Einsatz von Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung oder durch Sektorenkopplung und den gezielten Einsatz von Elektrolyseuren zur Wasserstoffproduktion genutzt werden. Zudem kann der Überschussstrom für den steigenden Strombedarf der Elektromobilität genutzt werden.

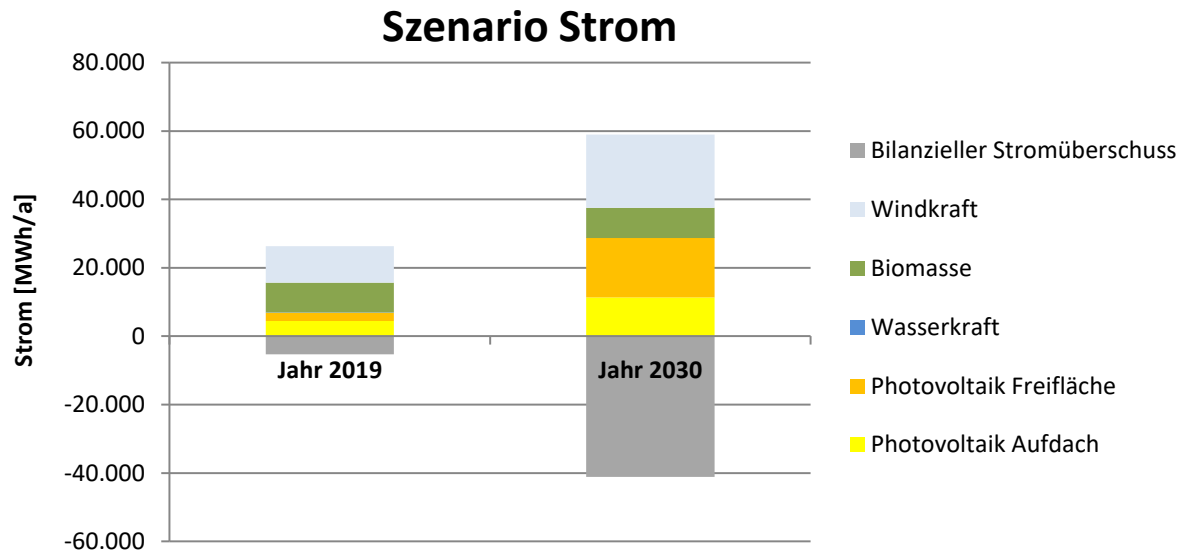


Abbildung 14: Szenario Strom im Jahr 2030

5.2 Szenario Wärme

Nachfolgend sind das im Rahmen des Energienutzungsplans ermittelte Potenzial zur Energieeinsparung und das Potenzial zum Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich als Szenario bis zum Jahr 2030 dargestellt. Der Wärmeverbrauch kann durch die im Kapitel 4.1 beschriebenen Annahmen in Summe aller Verbrauchergruppen von ca. 100.763 MWh im Jahr 2019 auf rund 88.233 MWh im Jahr 2030 gemindert werden. Die regenerative Wärmeerzeugung kann von 17.062 MWh auf rund 22.755 MWh gesteigert werden. Hierdurch würde sich der bilanzielle Deckungsanteil erneuerbarer Energieträger von derzeit 17 % auf 26 % im Jahr 2030 erhöhen.

Wie das Szenario zeigt, verbleibt bei der Wärmeversorgung ein bilanzieller Deckungsanteil, welcher nicht durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden kann. Jedoch ergeben sich durch den in Kapitel 5.1 beschriebenen erzielbaren Stromüberschuss Potenziale, diesen elektrischen Mehrertrag sinnvoll zur Wärmebereitstellung einzusetzen. Dies kann beispielsweise in Form von Wärmepumpen erfolgen. Des Weiteren ergeben sich durch Sektorenkopplung und den gezielten Einsatz von Elektrolyseuren zur Wasserstoffproduktion weitere Potenziale zur Reduzierung fossiler Energieträger im Stadtgebiet.

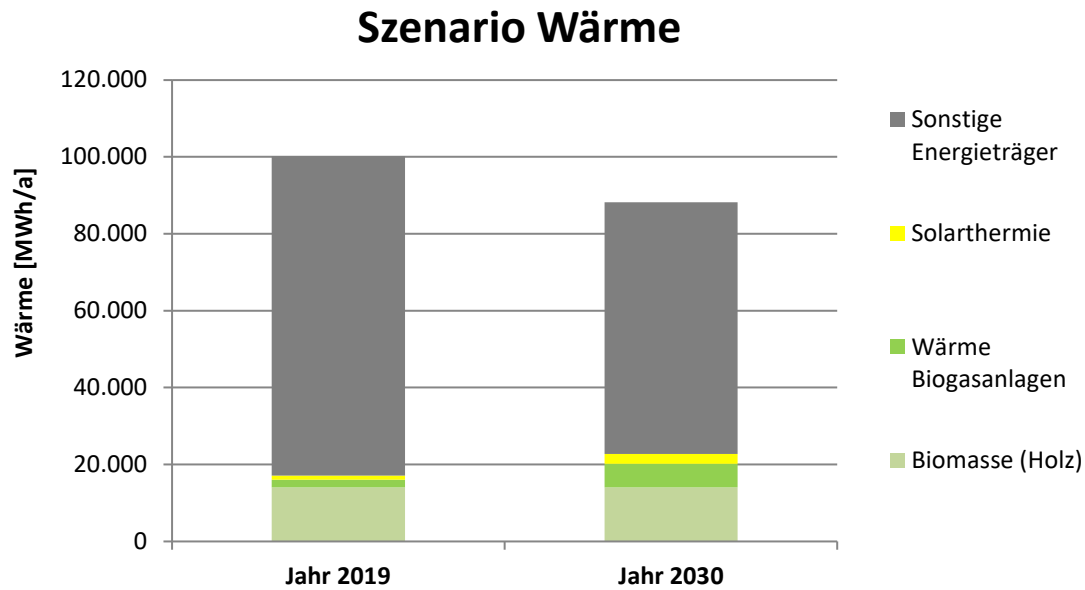


Abbildung 15: Szenario Wärme bis 2030

6 Maßnahmenkatalog

Das Kernziel des digitalen Energienutzungsplans ist die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für die Kommune aufzeigt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Akteuren ausgearbeitet und während des Prozesses in den Regionalkonferenzen konkretisiert.

Das Leuchtturmprojekt „Konzept für die Wasserstoffherzeugung in Neuendettelsau“ wurde im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans als Detailprojekt auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft (siehe Kapitel 7). Tabelle 6-1 enthält eine Übersicht der Maßnahmen.

Tabelle 6-1: Maßnahmenkatalog

Nr.	Maßnahme	Beschreibung und nächste Schritte	Akteure	Weitere Hinweise
1	Erstellung eines gebäudescharfen Solarkatasters	Solkataster als Erstinformation und Hilfestellung für Bürger und Unternehmen vor der Installation einer Photovoltaik- oder Solarthermieanlage erstellen	Gemeinde Neuendettelsau / IFE	Das Solarkataster wird im Rahmen des Energienutzungsplans ausgearbeitet
2	Konzept für die Wasserstoffherzeugung in Neuendettelsau ausarbeiten	Aufgrund der technischen und organisatorischen Gegebenheiten vor Ort (u.a. eigene Gemeindewerke, eigenes Stromnetz, eigenes Erdgasnetz, bereits im Ist-Zustand bilanzielle Überschüsse an Strom aus erneuerbaren Energien) sollte der Aufbau einer eigenen Wasserstoffherzeugung über Elektrolyse geprüft werden.	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke / IFE	Beschreibung des potenziellen Projekts im Rahmen des Energienutzungsplans. Prüfung von Fördermöglichkeiten für die Erstellung eines detaillierten Wasserstoff-Konzepts.
3	Energieversorgungskonzept für den Neubau Grundschule	Für den geplanten Neubau der Grundschule sollte frühzeitig ein integrales Neubaukonzept ausgearbeitet werden. Hierbei sollte auch die künftige Energieversorgung des Gebäudes (u.a. der Anschluss an das Wärmenetz) geprüft werden. Zudem sollten potenzielle Förderungen für die Umsetzung der Maßnahmen frühzeitig sondiert werden.	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke / Effizienzberater	Förderung über Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
4	Ökologisch hochwertiges Pilotneubaugbiet konzipieren	Im geplanten Neubaugbiet soll ein ökologisch hochwertiges Pilotneubaugbiet entstehen. Für die Konzeptionierung sollen sowohl energietechnische als auch ökologische Aspekte untersucht und idealerweise direkt in die Bauleitplanung mit einfließen.	Gemeinde Neuendettelsau / IFE	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWi möglich
5	Prüfung zum Aufbau weiterer Fernwärmenetze	In Gebieten mit spezifisch hohem Wärmebedarf (siehe Wärmekataster) sollte der Aufbau weiterer Wärmeverbundlösungen geprüft werden. Hierfür sollte eine umfassende Analyse des gebäudescharfen Wärmekatasters im Energienutzungsplan erfolgen. Sollte sich bei einer Grobanalyse eine Umsetzung als grundsätzlich denkbar zeigen, sollte eine fundierte technische Betrachtung mit Wirtschaftlichkeitsanalyse ausgearbeitet werden	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWi möglich
6	Kampagne zur Umrüstung von Heizkesseln	Auf Basis der energetischen Ist-Analyse konnten Gebiete mit spezifisch hohem Heizölverbrauch identifiziert werden (siehe Wärmekataster). Ab 2026 ist der Einbau neuer Heizkessel nicht mehr gestattet. In enger Abstimmung mit den Gebäudeeigentümern sollten frühzeitig alternative Versorgungsvarianten geprüft werden. Ggf. bietet sich in Gebieten mit spezifisch hohem Wärmebedarf (siehe Wärmekataster) auch der Aufbau weiterer Wärmeverbundlösungen an.	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke / Bürger / Unternehmen	
7	Prüfung zum Aufbau von Nachbarschafts-Wärmeverbundlösungen	Insbesondere in den Ortsteilen könnte der Aufbau von kleinen Nachbarschafts-Wärmeverbundlösungen eine Möglichkeit zur Minderung des fossilen Energiebedarfs darstellen. Hierunter ist der Aufbau von Wärmeverbundlösungen zwischen wenigen Gebäuden in einem begrenzten Gebietsumfang zu verstehen, die von einer Heizzentrale aus (z.B. bestehende Scheune) über einen Nahwärmeverbund versorgt werden. Es sollte ein Best-Practice Projekt gesucht und eine Besichtigung mit interessierten Bürgern organisiert werden	Gemeinde Neuendettelsau / Bürger	
8	Prüfung von Maßnahmen zur Optimierung des bestehenden Wärmenetzes Froschlach-Birkig	Das bestehende Wärmenetz läuft wirtschaftlich defizitär. Anstatt der Gasturbine soll ein Pelletkessel installiert werden. Der Neubau der Grundschule ist auf dem Grundstück neben Heizzentrale vorgesehen. Anschluss des Neubaus Schule an das Wärmenetz könnte insgesamt ggf zur Verbesserung der Gesamtwirtschaftlichkeit führen. Die Leistung des neuen Pelletkessels müsste darauf angepasst werden	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke	Maßnahme sollte gemeinsam mit Maßnahme 3 betrachtet werden
9	Prüfung von Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung auf der Kläranlage	Die Kläranlage in Neuendettelsau weist einen hohen Energieverbrauch auf. Im ersten Schritt wird die Ausarbeitung eines Energiechecks empfohlen. Sollte sich ein im Vergleich zu ähnlichen Kläranlagen überproportional hoher Energiebedarf, sollte ein integrales Energiekonzept ausgearbeitet werden. Ggf kann auch die Umstellung der Kläranlage auf Klärgasfaulung erfolgen. Dies muss jedoch im Detail geprüft werden	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWi möglich. Auch Förderung über Kommunalrichtlinie des Bundes möglich
10	Energieversorgung Freizeitbad novamare	Die installierten BHKW dienen primär zur Reduzierung von Leistungsspitzen im Stromnetz der Gemeindewerke gegenüber der vorgelagerten Netzebene. Die BHKW müssen aufgrund ihres Baualters zeitnah ersetzt werden. Es sollte ein Gesamtenergiekonzept für das Freizeitbad ausgearbeitet werden	Gemeindewerke Neuendettelsau	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWi möglich
11	Regelmäßige Aktualisierung und Evaluation der Energiebilanz aus dem Energienutzungsplan	Die im Rahmen des Energienutzungsplan ausgearbeitete Energiebilanz sollte regelmäßig aktualisiert und analysiert werden. Hierdurch kann eine Evaluation der Energieeinsparungen bzw. der Ausbau erneuerbarer Energien stattfinden. Hierfür wird ein Zeitraum von 3 Jahren zwischen den Analysen vorgeschlagen	Gemeinde Neuendettelsau	
12	Prüfung von Möglichkeiten zur weiteren Wärmenutzung der bestehenden Biogasanlagen	In enger Abstimmung mit den Anlagenbetreibern sollten Möglichkeiten für eine weitere und langfristige Abwärmenutzung geprüft werden.	Gemeinde Neuendettelsau / Biogasanlagenbetreiber	
13	Energieversorgungskonzept für das Rathaus	Für das Rathaus sollte ein ganzheitliches Energieversorgungskonzept ausgearbeitet werden. Hierbei sollte u.a. eine Optimierung der Heizungsverteilung und der Heizungsregelung geprüft werden.	Gemeinde Neuendettelsau	Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme mit bis zu 80% Zuschuss möglich
14	Energieversorgungskonzepte für die FFW-Gebäude	Es wird eine Vor-Ort Begehung aller Feuerwehnhäuser durch einen Energieberater empfohlen. Darauf basierend sollte eine Prioritätenliste für durchzuführende Sanierungsmaßnahmen / Optimierungsmaßnahmen ausgearbeitet werden	Gemeinde Neuendettelsau	Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme mit bis zu 80% Zuschuss möglich
15	Energieversorgungskonzept für das Bahnhofsgebäude	Sobald die künftige Nutzung des Gebäudes feststeht, sollte ein integrales Energieversorgungskonzept ausgearbeitet werden	Gemeinde Neuendettelsau	Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme mit bis zu 80% Zuschuss möglich
16	Sanierungsmaßnahmen und Maßnahmen zur Energieversorgung für die kommunalen Wohngebäude prüfen	Die Gemeinde Neuendettelsau verfügt über eine Vielzahl an kommunalen Wohngebäuden. Es wird empfohlen, zunächst ein Energiebenchmarking für alle Liegenschaften durchzuführen und darauf basierend eine Prioritätenliste für Sanierungsmaßnahmen auszuarbeiten. Viele der kommunalen Wohngebäude liegen im direkten Gebietsumfang (bzw. als Reihenhäuser) zueinander, weshalb der Aufbau einer gemeinsamen Energieversorgung geprüft werden sollte	Gemeinde Neuendettelsau	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWi möglich. Ggf. auch Förderung als Integriertes Quartierskonzept mit bis zu 75% Förderung über Bund möglich
17	Energieversorgungskonzept für die Dreifachhalle	Thermische Einsparpotenziale werden vermutet. Im Rahmen eines integralen Sanierungskonzepts sollten Maßnahmen zur Energieeinsparung (z.B. Umrüstung der Beleuchtung), die Umrüstung der Heizung und die Installation einer PV Anlage geprüft werden.	Gemeinde Neuendettelsau	Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme mit bis zu 80% Zuschuss möglich
18	Prüfung von Maßnahmen zur Optimierung der Einfachhalle	Die Einfachhalle wurde bereits saniert. Es sollte ein Energiecheck (Benchmarking) zur Einordnung des Energiebedarfs durchgeführt werden	Gemeinde Neuendettelsau	Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme mit bis zu 80% Zuschuss möglich

Nr.	Maßnahme	Beschreibung und nächste Schritte	Akteure	Weitere Hinweise
19	Sanierungskonzept für den Kindergarten Bunte Oase mit Prüfung PV Anlage	Im Rahmen eines integralen Sanierungskonzepts sollten Maßnahmen zur Energieeinsparung (z.B. Umrüstung der Beleuchtung), die Umrüstung der Heizung und die Installation einer PV Anlage geprüft werden.	Gemeinde Neuendettelsau	Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme mit bis zu 80% Zuschuss möglich
20	Erweiterung der PV-Anlage auf dem Bauhof für Stromeigennutzung	Auf dem Bauhof ist bereits eine PV-Anlage installiert. Es sollte geprüft werden, ob eine weitere PV-Anlage für maximale Stromeigennutzung installiert werden kann	Gemeinde Neuendettelsau	
21	Sukzessive Umrüstung der Straßenbeleuchtung	Sukzessive weitere Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED durchführen	Gemeindewerke Neuendettelsau	
22	Kommunales Energiemanagement für kommunale Gebäude fortführen	Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde eine Übersicht der Energieverbrauchsdaten und Daten zu den Wärmeerzeugern der kommunalen Liegenschaften und Liegenschaften der Gemeindewerke ausgearbeitet. Es wird empfohlen, diese Übersicht mindestens jährlich zu aktualisieren und als Basis eines kommunalen Verbrauchsmonitoring zu nutzen. Alternativ kann für das kommunale Energiemanagement auch eine professionelle Software genutzt werden	Gemeinde Neuendettelsau	
23	Ausarbeitung einer Detailstudie für PV-Freiflächenanlagen	Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde eine erste Abschätzung potenzieller Flächen anhand einer GIS-Analyse ausgearbeitet. Aufgrund der Lage im landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet, mit einer Bahnstrecke und einer Autobahn bietet die Gemeinde Neuendettelsau viele potenziell geeignete Flächen für die Installation von Freiflächenanlagen. Es sollte eine Detailstudie mit Festsetzung von Kriterien für den sinnvollen weiteren Ausbau der Photovoltaik geprüft werden	Gemeinde Neuendettelsau	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWI möglich
24	Ausarbeitung einer Detailstudie für Windkraftanlagen	Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde eine erste Abschätzung potenzieller Flächen anhand einer GIS-Analyse ausgearbeitet. Aktuell sind in Neuendettelsau Vorranggebiete für Windkraft vorgesehen. Grundsätzlich ergeben sich laut GIS-Analyse viele weitere, potenziell geeignete Standorte (technisches Potenzial). Um die weitere Vorgehensweise festlegen zu können, wird die Ausarbeitung einer Detailstudie empfohlen	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke	Anschlussförderung Umsetzungsbegleitung mit 70% Förderung über StMWI möglich
25	Nutzung des bereits produzierten Windkraftstroms im Netz der Gemeindewerke	Die vorhandenen Windkraftanlagen speisen in das Stromnetz der n-ergie ein. Der Netzanschlusspunkt der Gemeindewerke Neuendettelsau liegt in räumlicher Nähe zu den Windkraftanlagen. Es sollte geprüft werden, ob die Möglichkeit eines Flexibilisierungsvertrags mit der n-ergie möglich ist, um eine direkte Stromnutzung im Stromnetz der Gemeindewerke zu ermöglichen	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke / n-ergie	
26	Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft	Der weitere Ausbau der Photovoltaik und der Windkraft soll in enger Kooperation mit den Bürgern stattfinden. Aus diesem Grund sollte die Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft (oder ähnlich) geprüft werden	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke / Bürger	
27	Energieberatung für private Wohngebäude und Unternehmen	Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Das Sanierungskataster zeigt Einsparpotenziale durch energetische Sanierung an Wohngebäuden. Es sollte eine enge Kooperation mit Energieberatern angestrebt werden, um den Bürgern gezielte Informationen / Beratungen anbieten zu können. Auch das erstellte Solarkataster kann als Basis der Beratungen herangezogen werden.	Gemeinde Neuendettelsau / Gemeindewerke / Energieberater	
28	Regelmäßige Sensibilisierung und Information zu Förderprogrammen	Sowohl auf Bundesebene als auch auf Landesebene gibt es eine Vielzahl von Förderprogrammen, die bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und dem effizienten Neubau in Anspruch genommen werden können. Es wird empfohlen, regelmäßig über aktuelle Förderprogramme zu informieren, z.B. über Homepage der Gemeinde, soziale Medien oder Mitteilungsblättern. Hierbei kann auch auf das vorhandene Solarkataster verwiesen werden.	Gemeinde Neuendettelsau	

7 Leuchtturmprojekt: Wasserstoffherzeugung und -nutzung

Das Thema Wasserstoff (H_2) gewinnt im Zuge ambitionierter Diskussionen und Maßnahmen zum Klimaschutz enorm an Bedeutung, da bei dessen energetischer Umsetzung in Form von Verbrennung (in einem Motor) bzw. elektrochemischer Oxidation (in einer Brennstoffzelle) keine umweltschädlichen Treibhausgase wie CO_2 , Schwefeloxide oder Rußpartikel entstehen. Neben eventuell anfallenden, sehr geringen Mengen an Stickoxiden, ist das einzige relevante Reaktionsprodukt Wasser(dampf). Der Ersatz konventioneller, fossiler Energieträger, bietet damit das für den Klimaschutz notwendige Dekarbonisierungs- bzw. Defossilierungspotenzial in allen relevanten Sektoren. Vor allem aber im Sektor Mobilität (Bus-, Schienen-, Schwerlast- und Langstreckenverkehr), der Industrie und dem Wärmesektor (siehe Abbildung 16).

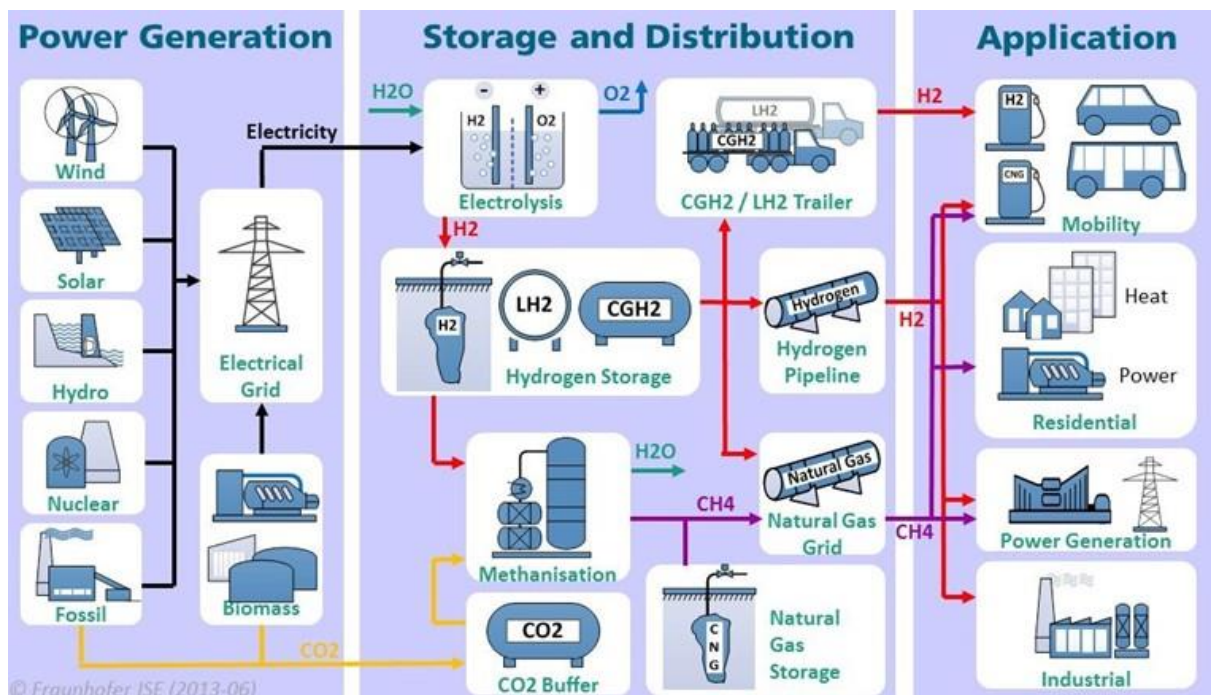


Abbildung 16: Sektorübergreifende Wasserstoffwirtschaft [Fraunhofer ISE]

Der Energieträger Wasserstoff kann prinzipiell dezentral erzeugt und sowohl über (Erd-)Gas- oder Wasserstoff-Netze als auch mithilfe von Trailern an strom- und gasnetzferne Abnehmer verteilt werden. Dieses Detailprojekt soll dazu dienen, grundsätzlich die Potenziale der H_2 -Erzeugung (mittels erneuerbaren Stroms) in Neuendettelsau abzuschätzen, sowie die Möglichkeiten der Speicherung, Verteilung und Nutzung von Wasserstoff aufzuzeigen.

7.1 Wasserstoffherzeugung mittels Elektrolyse

Zur Gewinnung molekularen Wasserstoffs (H₂) steht technisch eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Verfügung. Um mit einem Wort beschreiben zu können, auf welche technische Art eine bestimmte Menge Wasserstoff produziert wurde, hat sich in diesem Themengebiet die sog. „Farbenlehre“ etabliert. Hierbei wird vor den Begriff „Wasserstoff“ eine entsprechend definierte Farbbezeichnung gesetzt. Das größte Klimaschutzpotenzial besitzt der sog. „grüne“ Wasserstoff, für den in der Elektrolyse nur regenerativ erzeugter Strom verwendet wird, sodass weder bei der Strom- noch bei der Wasserstoffproduktion umweltschädliche Schadstoffe anfallen.

Basisannahmen zur Potenzialbetrachtung

Grundlage dieser Betrachtung bildet das Stromszenario im Jahr 2030. Auf der Erzeugerseite wird dabei die Annahme getätigt, dass die im digitalen Energienutzungsplan ausgewiesenen Potenziale erneuerbarer Stromproduktion tatsächlich erschlossen werden. Ebenfalls werden EEG-geförderte Anlagen, die bis zum Jahr 2030 aus der Förderung fallen (Post-EEG-Anlagen), als theoretisch nutzbare Kapazitäten für die Wasserstoffproduktion angesehen.

Den Erzeugungskapazitäten erneuerbaren Stroms stehen die elektrischen Verbraucher im Jahr 2030 gegenüber. Trotz Energieeffizienz- und -einsparmaßnahmen wird aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung – insbesondere im Mobilitäts- und Gebäudesektor – zukünftig von einem steigenden Strombedarf ausgegangen. Um den erhöhten Stromverbrauch im Jahr 2030 abzubilden und eine Nutzungskonkurrenz erneuerbaren Stroms auszuschließen, werden die künftigen Strombedarfe in den beiden größten Verbrauchergruppen „Wärmepumpe“ und „E-Mobilität“ schätzungsweise ermittelt.

Im Bereich der Gebäudewärme wird sich hierbei an dem bundespolitischen Ziel orientiert, den Bestand an Wärmepumpen in Deutschland bis 2030 auf sechs Millionen Anlagen zu erhöhen [BMWi]. Dies entspricht in etwa 37 % aller Wohngebäude. Für den Verkehrssektor wird hierbei davon ausgegangen, dass bereits bis zum Jahr 2030 eine umfassende Transformation der Mobilitätsstruktur hin zur Elektrifizierung erfolgt [vgl. BDI].

Potenziale der Wasserstoffherzeugung in Neuendettelsau

In Abbildung 17 sind für das Jahr 2030 die Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen und der Stromverbrauch im Gemeindegebiet unter den getroffenen Annahmen gegenübergestellt. Die Differenz, also der bilanzielle Stromüberschuss, ist als maximal theoretisches Potenzial an Strom zur Wasserstoffherstellung zu verstehen.

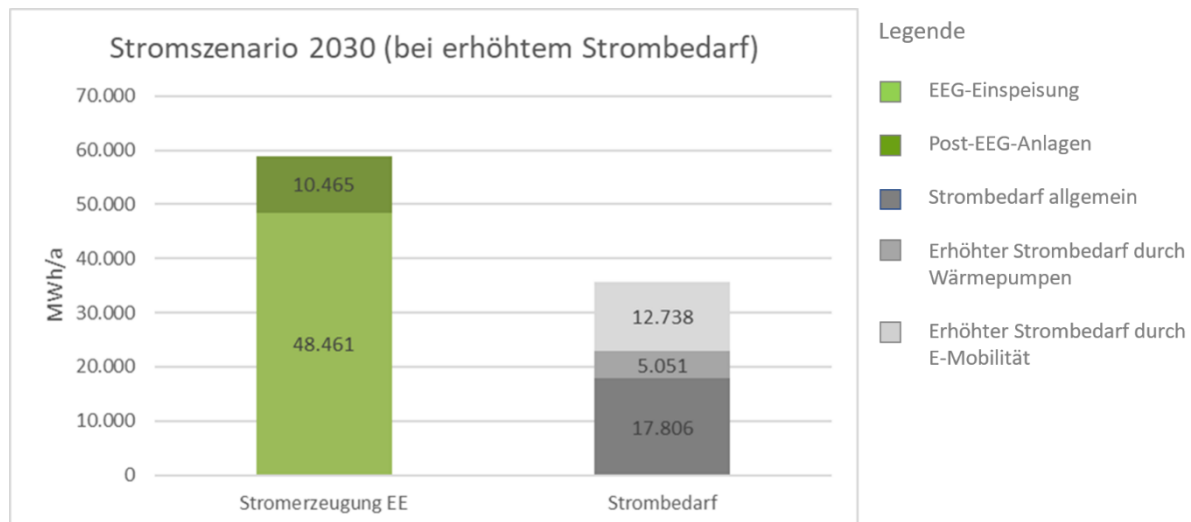


Abbildung 17: Stromszenario 2030 unter Berücksichtigung einer Strombedarfssteigerung

Die EE-Stromerzeugung beträgt im Jahr 2030 etwa 58.926 MWh_{el}, (siehe Szenario Strom), wobei rund 10.465 MWh_{el} (ca. 18 %) von Post-EEG-Anlagen bereitgestellt werden. Für diese bis zum Jahr 2030 ausgeführten Anlagen kann eine Wasserstoffherzeugung als weiterführendes Betreibermodell besonders von Interesse sein. Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten (möglichen) Entwicklungen im Mobilitäts- und Gebäudewärmesektor kann für das Jahr 2030 ein Strombedarf von rund 35.595 MWh_{el} angesetzt werden.

Somit ergibt sich ein bilanzieller Überschussstrom von ca. 23.331 MWh_{el}, welcher demnach potenziell zur Erzeugung von Wasserstoff genutzt werden kann. Dies entspräche bei einem Wirkungsgrad der Elektrolyse von 70 % in etwa 16.331 MWh_{HS} (414 t) Wasserstoff im Jahr 2030.

7.2 Speichermöglichkeiten und Transport von Wasserstoff

H₂-Speicher und mobile Transportanwendungen

Es existieren verschiedene Möglichkeiten, Wasserstoff zu speichern. Die Auswahl der im konkreten Anwendungsfall geeignetsten Technologie richtet sich im Wesentlichen nach der zu speichernden Menge, der Dauer der Speicherung sowie dem finalen Verwendungsort des Wasserstoffs. In der Regel werden die verschiedenen Möglichkeiten nach der chemischen Form des gespeicherten Wasserstoffs unterschieden. Zum einen kann Wasserstoff gasförmig unter Druck (compressed gaseous H₂, kurz CGH₂) entweder in verschieden großen Druckbehältern oder in sehr großen unterirdischen Kavernen, die in überregionale Gasnetze integriert sind, gespeichert werden.

Zum anderen kann Wasserstoff verflüssigt werden (liquid H₂, kurz LH₂), um durch die erhöhte Dichte in einem bestimmten Volumen eine größere Menge einspeichern zu können. Diese Möglichkeit ist jedoch sehr energieintensiv, da hierfür eine Temperatur von – 253 °C erzeugt und gehalten werden muss. Denkbar ist diese Form der Speicherung z. B. für den Transport in Trailern oder in großen, stationären Kugelspeichern.

Die dritte Möglichkeit besteht darin, den Wasserstoff reversibel in einem anderen Material chemisch einzuspeichern. Bisher erforscht und diskutiert werden zum einen Metallhydridspeicher und zum anderen flüssige, organische H₂-Träger-Öle (sog. liquid organic hydrogen carrier, LOHC). Auch diese Technologien ermöglichen eine Reduktion des Volumen-Bedarfs im Vergleich zur gasförmigen Speicherung, benötigen jedoch Energie bei der Zurückgewinnung des Wasserstoffs aus dem Trägermaterial.

Leitungsgebundener Transport

Neben mobilen Wasserstofftrailern kann der erzeugte Wasserstoff ebenfalls in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden. Hierbei gilt zu beachten, dass nach den technischen Regelwerken eine H₂-Beimischung in das Erdgasnetz aktuell auf 10 Vol-% begrenzt ist. Dies liegt an der fehlenden H₂-Kompatibilität einzelner Komponenten der bestehenden Gasinfrastruktur. Bei der Dimensionierung eines Elektrolyseurs muss demnach gewährleistet sein, dass diese Einspeisegrenze selbst bei minimaler Gaslast (Sommerfall) nicht überschritten wird. Aufgrund des sehr guten Teillastverhaltens von PEM-Elektrolyseuren kann jedoch angenommen werden, dass Leistungsminderungen von bis zu 10 % der Nennleistung realisiert werden können, ohne hohe Wirkungsgradverluste zu erleiden.

Aus dem Gaslastgang des Jahres 2019 (siehe Abbildung 18) der Gemeindewerke Neuendettelsau lässt sich eine minimale Gaslast von 896 kW_{HS} an der Gasübergabestation (GÜS) Neuendettelsau auslesen.

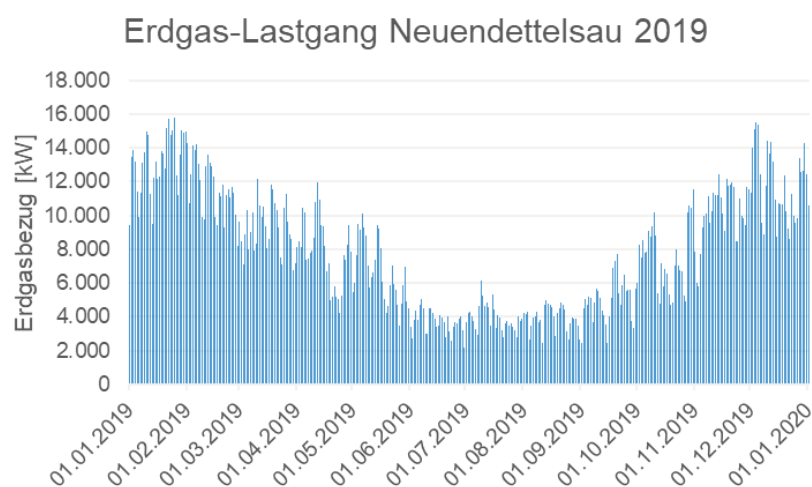


Abbildung 18: Erdgas-Lastgang Neuendettelsau im Jahr 2019 [EVU Erdgas]

Unter den genannten Bedingungen lässt sich eine maximale Beimischung von 277 kW_{H₂} ermitteln, um eine ganzjährige Einspeisung in das Erdgasnetz zu gewährleisten, ohne die Beimischungsgrenze zu überschreiten. Bei einem Wirkungsgrad der Elektrolyse von ca. 70 % entspricht das einer elektrischen Gesamtleistung von 396 kW_{el}.

7.3 Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoff

Sektor Verkehr

Einer der Hauptanwendungsfälle ist politisch derzeit in der Mobilität angedacht. Wasserstoff dient hier der Dekarbonisierung aller Transportmittel, die nicht direkt-elektrisch mit einer Batterie betrieben werden können, weil die erforderliche Energiespeicherkapazität und damit das Gewicht der Batterie zu groß wären oder die Einsatzzeiten des Fahrzeugs keine langen Ladevorgänge zulassen. Letztgenanntes kann beispielsweise bei Taxis, Flurförderzeugen oder Linienbussen des ÖPNV der Fall sein. Der erstgenannte Punkt begründet hingegen den Einsatz von Wasserstoff im LKW-, Langstrecken-, Schwerlast-, Zug- und Schiffsverkehr, aber auch für Abfallsammelfahrzeuge oder Kehrmaschinen mit häufigen Anfahrvorgängen.

Unter der Annahme aktuell üblicher Jahreslaufleistungen (JFL) und Wasserstoffverbräuche ausgewählter Brennstoffzellenfahrzeuge (siehe Tabelle 7-1) kann nachfolgend exemplarisch das Potenzial an Brennstoffzellenfahrzeugen im Schwerlastbereich aufgezeigt werden.

Tabelle 7-1: Laufleistungen und Wasserstoffverbrauch ausgewählter Brennstoffzellenfahrzeuge

Brennstoffzellenfahrzeuge	Einheit	H ₂ -Bus	H ₂ -Sattelzugmaschine (SZM)	H ₂ -Abfallsammelfahrzeug
Jährliche Laufleistung je FZ	km/a	57.000	93.000	26.000
H ₂ -Bedarf je FZ auf 100 km	kgH ₂ /100km	8,2	7,3	14,0

Die in Kapitel 0 ermittelten Wasserstoffpotenziale von rund 414 t/a würden unter diesen Bedingungen (inklusive einer sinnvollen Einspeisung ins Erdgasnetz) zur Betankung von 85 Bussen oder 58 Sattelzugmaschinen oder 109 Abfallsammelfahrzeugen reichen.

Sektor Industrie

Der zweite Sektor, in dem der Einsatz von Wasserstoff große Dekarbonisierungspotenziale bereithält, ist die Industrie. Zum einen muss die chemische Industrie, die den Wasserstoff für eine stoffliche Weiterverarbeitung nutzt, diesen zukünftig regenerativ erzeugen bzw. beziehen. Zum anderen muss in den energieintensiven Industriezweigen, vor allem der Stahl- oder auch der Zementindustrie, der bisherige Einsatz fossiler Energieträger und Reaktionsmittel durch nachhaltig erzeugten Wasserstoff ersetzt werden. Mittel- und langfristig wird ein Großteil der in diesem Sektor erforderlichen Wasserstoff-Mengen importiert werden müssen. Dennoch kann vor allem der für den Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft benötigte Wasserstoff regional bzw. im Inland erzeugt werden.

Sektor Gebäudewärme

Der Einsatz von Wasserstoff für die Wärmeversorgung in Gebäuden stellt den dritten thematischen Anwendungsfall dar. In vielen Bestandsgebäuden ist eine Umstellung von einer Wärmebereitstellung z. B. mit Erdgas auf eine strombasierte Variante, z. B. eine Wärmepumpe, aus gebäudetechnischen Gründen nicht möglich oder sinnvoll. Hier besteht die einzige Möglichkeit zur Schaffung einer klimaschonenden Wärmebereitstellung oft darin, den bisherigen Wärmeerzeuger durch einen wasserstofffähigen zu ersetzen oder sofern verfügbar auf Fernwärme zurückzugreifen. Dies setzt generell voraus, dass die Gasnetze, die die Gebäude beliefern, regenerativ erzeugten Wasserstoff enthalten. Bisher ist dies nach den technischen Regelwerken bis zu einem Anteil von 10 Vol-% möglich, das formulierte Ziel für die Zukunft liegt zunächst bei 20 Vol-% Beimischung und langfristig bei 100 %- Wasserstoff-Netzen.

Nutzungsmöglichkeiten der Nebenprodukte

Bei der Elektrolyse von Wasser fallen neben Wasserstoff auch Sauerstoff und Abwärme als Nebenprodukte an. Um den Wirkungsgrad der Elektrolyse sowie die Wirtschaftlichkeit zu steigern, bietet es sich an, diese Nebenprodukte nicht ungenutzt zu lassen.

Derzeit lässt sich die nutzbare Abwärme bei der Wasserstofferzeugung auf 20 bis 30 % der elektrischen Leistung des Elektrolyseurs beziffern. Das Temperaturpotenzial variiert dabei je nach Elektrolysetechnologie (PEM, Alkali, Hochtemperatur).

Der gasförmige Sauerstoff fällt bei der Elektrolyse in stöchiometrischen Mengen an. Pro Kilogramm Wasserstoff entstehen acht Kilogramm Sauerstoff. Die Abfüllung des Sauerstoffs ist nach aktuellem Stand der Technik aus wirtschaftlicher Sicht nicht zu empfehlen, da hierfür in der Regel eine energieintensive Verflüssigung des Sauerstoffs nötig ist. Daher sollte sich idealerweise in der Nähe des Elektrolyseurs mindestens eine Sauerstoffsinke, wie z. B. eine Kläranlage, befinden.

Die Kläranlage Neuendettelsau ist für 17.500 Einwohnerwerte (EW) ausgelegt. Bei voller Ausschöpfung des ermittelten Potenzials würden pro Jahr ca. 3.500 t Sauerstoff als Nebenprodukt anfallen. Dies ist ausreichend, um den Sauerstoffbedarf im Belebungsbecken einer Kläranlage mit 58.500 EW zu decken. (Annahme: spezifischer BSB im Belebungsbecken 100 g/EW*d)

7.4 Fazit und Ausblick

Trotz steigender Strombedarfe aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors (z. B. durch Wärmepumpen und E-Mobilität) hat die Gemeinde Neuendettelsau das Potenzial, zukünftig mehr erneuerbaren Strom zu erzeugen als insgesamt verbraucht wird. Der hohe (bilanzielle) Überschussstrom bietet prinzipiell gute Voraussetzungen, um damit über Elektrolyse „grünen“ Wasserstoff herzustellen.

Es wird daher eine Detailstudie zum Thema der Wasserstofferzeugung und -nutzung empfohlen. Inhalt dieser Detailbetrachtung sollte die Identifizierung möglicher Standorte für Elektrolyseure sowie potenzieller Wasserstoffsenken sein. Hierzu sollten mögliche Wasserstoffabnehmer – insbesondere in den Bereichen Verkehr und Industrie – ausfindig gemacht werden.

8 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans zusammen, welche durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert wurde. Mit dem digitalen Energienutzungsplan der Gemeinde Neuendettelsau wurde ein 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.

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurde zunächst detailliert die 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 mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt, als im gleichen Zeitraum verbraucht wird (125 % bilanzielle Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien). Die Wärmeerzeugung hingegen erfolgt noch zu über 80 % 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. Um die Bürger für die Installation von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen zu sensibilisieren, wurde ein gebäudescharfes Solarkataster entwickelt.

Die Entwicklung von Szenarien bis zum Jahr 2030 zeigen, dass zwar durch die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen Energieeinsparungen erzielt werden können, aber im Jahr 2030 dennoch ein Bedarf an fossilen Energieträgern erforderlich wäre. 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 im Gemeindegebiet.

Das Kernziel des Energienutzungsplans war die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für die Kommune aufzeigt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Akteuren ausgearbeitet, konkretisiert und abgestimmt. In Summe konnten 28 konkrete Projektideen identifiziert werden.

Das Projekt „Wasserstofferzeugung in Neuendettelsau“ aus dem Maßnahmenkatalog wurde dabei als Detailprojekt näher betrachtet und umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft. Die Berechnungen zeigen, dass die Gemeinde Neuendettelsau grundsätzlich Potenzial aufweist, grünen Wasserstoff mit Überschussstrom herzustellen. Im Rahmen einer weiterführenden Betrachtung wird die Ausarbeitung einer Detailstudie empfohlen. Inhalt dieser Detailstudie sollte die Identifizierung möglicher Standorte für Elektrolyseure sowie potenzieller Wasserstoffsenken sein. Hierzu sollten mögliche Wasserstoffabnehmer – insbesondere in den Bereichen Verkehr und Industrie – ausfindig gemacht werden.

Durch die hohe Detailschärfe ist der digitale Energienutzungsplan nicht nur ein Instrument für die kommunale Energieplanung, sondern auch eine Unterstützung für Wirtschaftsbetriebe und alle Bürgerinnen und Bürger bei der künftigen Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energien.

9 Quellenverzeichnis

[AbfaBa]	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Webseite: https://www.abfallbilanz.bayern.de/
[BAFA Sol]	Webseite: www.solaratlas.de
[BAFA Eff]	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; Kommunale Energieberatung/Netzwerke Kommunen – Allgemeine Informationen; Internetseite: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energieberatung_netzwerke_kommunen/index.html
[BDI]	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI), Studie „Klimapfade für Deutschland“, erstellt von BCG und Prognos, 2018
[BMWi]	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Pressemitteilung vom 13.07.2021, Webseite: BMWi - Altmaier legt erste Abschätzung des Stromverbrauchs 2030 vor
[EED]	Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und Rates, 25.12.2012
[EnEV]	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung)
[EVU Erdgas]	Gemeindewerke Neuendettelsau, Netzabsatzdaten Erdgas
[EVU Strom]	Gemeindewerke Neuendettelsau, N-ERGIE Netz GmbH, Netzabsatz Strom und Stromeinspeisung aus EEG/KWK-Anlagen
[Fraunhofer ISE]	Webseite: Power-to-Gas - Fraunhofer ISE
[Gebietskulisse Windkraft LfU]	https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten
[Kaminkehrer]	Aufstellung der installierten Heizkessel im Betrachtungsgebiet
[Sta Kom]	Statistik Kommunal 2019

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters	10
Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Gebiete mit hohem Heizölbedarf	11
Abbildung 3: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2019 in MWh.....	12
Abbildung 4: Wärmeverbrauch und Anteil der Energieträger im Jahr 2019 in MWh.....	12
Abbildung 5: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2019 in MWh	13
Abbildung 6: Stromeinspeisung erneuerbarer Energieträger und KWK im Jahr 2019 in kWh/a	14
Abbildung 7: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet	15
Abbildung 8: Endenergieeinsatz aufgeschlüsselt nach den Energieträgern	16
Abbildung 9: Endenergieeinsatz aufgeschlüsselt nach den Verbrauchergruppen.....	17
Abbildung 10: Beispielhafter Ausschnitt des Sanierungskatasters vor und nach der Sanierung (Szenario 2 % Sanierungsrate bis zum Jahr 2030 mit Sanierungstiefe 100 kWh/m ²)	21
Abbildung 11: Auszug Solarkataster	22
Abbildung 12: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Übersichtskarte	25
Abbildung 13: Potenzialanalyse Windkraft auf Basis der Gebietskulisse Windkraft des LfU; Anpassung IfE.....	28
Abbildung 14: Szenario Strom im Jahr 2030	30
Abbildung 15: Szenario Wärme bis 2030	31
Abbildung 16: Sektorübergreifende Wasserstoffwirtschaft [Fraunhofer ISE]	34
Abbildung 17: Stromszenario 2030 unter Berücksichtigung einer Strombedarfssteigerung	36
Abbildung 18: Erdgas-Lastgang Neuendettelsau im Jahr 2019 [EVU Erdgas]	37

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Kriterien	24
Tabelle 6-1: Maßnahmenkatalog	32
Tabelle 7-1: Laufleistungen und Wasserstoffverbrauch ausgewählter Brennstoffzellenfahrzeuge	38