



HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN LANDSHUT

FAKULTÄT ELEKTROTECHNIK UND WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

Bachelorarbeit zum Thema

Umfassende Untersuchung, Datenanalyse der zur Verfügung stehenden Datenbasis für die Planung zur Energiegewinnung mit erneuerbaren Energien

vorgelegt von
Eyüp Sühan Deniz
aus Mainburg

Eingereicht: am:

Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Stefan-Alexander Artl

ERKLÄRUNG ZUR BACHELORARBEIT

Name, Vorname der/des

Student(in)en: Eyüp Sühan Deniz

Hochschule für angewandte Wissenschaften Landshut

Fakultät Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen

Hiermit erkläre ich, dass ich die Arbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

.....

(Datum)

.....

(Unterschrift der/des Student(in)en)

FREIGABEERKLÄRUNG DER/DES STUDENT(IN)EN

Name, Vorname der/des
Student(in)en: Eyüp Sühan Deniz

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Bachelorarbeit in den Bestand der Hochschulbibliothek aufgenommen werden kann und

ohne Sperrfrist

oder nach einer Sperrfrist von

1 Jahr

2 Jahren

3 Jahren

5 Jahren

10 Jahren oder länger

über die Hochschulbibliothek zugänglich gemacht werden darf.

.....
(Datum)

.....
(Unterschrift der/des Student(in)en)

Danksagung

Die vorliegende Bachelorarbeit entstand in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Institut für Umwelt- und Kläranlagentechnik (BIUKAT), dessen Unterstützung und Ressourcen maßgeblich zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Professor Stefan-Alexander Arlt, der mich fachlich kompetent, vor allem aber auch mit großem persönlichem Engagement durch den gesamten Prozess begleitet hat. Sein Rat und seine Kommunikation haben es mir ermöglicht, mein Bestes zu geben.

Gleichzeitig danke ich Herrn Andreas Meinelt für seine unterstützende Begleitung. Seine fachliche Expertise, seine motivierende Art und sein konstruktives Feedback haben dazu beigetragen, dass ich stets auf dem richtigen Weg war und die Herausforderungen dieser Arbeit erfolgreich bewältigen konnte.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Obermeier und gleichzeitig bei der Firma Nigl und Mader für ihre Unterstützung und Ermutigung bedanken.

Ein großer Dank gilt auch meiner Familie und meinen Freunden, die mich während meines gesamten Studiums unterstützt haben. Ihre aufmunternden Worte, aufbauenden Gesten und ihre bedingungslose Unterstützung haben mir die nötige Kraft gegeben, die Höhen und Tiefen des Studiums zu meistern.

Kurzfassung

Die Bachelorarbeit untersucht den Energieverbrauch, die Energieproduktion und die erneuerbaren Energien in Bayern mit Fokus auf die Stadt Grafenau. Die Themen umfassen den Gesamtenergieverbrauch, Strom- und Wärmeverbrauch, Anteil erneuerbarer Energien, Energiepreise, Energieeffizienz, Planung erneuerbarer Energieerzeugung in Grafenau. Darüber hinaus werden Potenziale, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen im Themenfeld aufgezeigt. Eine Fallstudie analysiert die Energieversorgung in Grafenau im Hinblick auf Synergien, Konflikte und Auswirkungen auf Umwelt und Wirtschaft. Im Fazit werden die Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick gegeben.

Abstract

The bachelor thesis analyses energy consumption, energy production and renewable energies in Bavaria with a focus on the town of Grafenau. The topics include total energy consumption, electricity and heat consumption, share of renewable energies, energy prices, energy efficiency, planning of renewable energy production in Grafenau. In addition, potentials, challenges and recommendations for action in this area are highlighted. A case study analyses the energy supply in Grafenau about synergies, conflicts and effects on the environment and the economy. The results are summarised in the conclusion and an outlook is given.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	II
Kurzfassung	IV
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
2 Energieverbrauch, -produktion, erneuerbare Energien in Bayern und Energiepreise	3
2.1 Gesamtenergieverbrauch in Bayern	3
2.2 Entwicklung des Stromverbrauchs und des Wärmeverbrauchs in Bayern	5
2.3 Strom in Bayern aus erneuerbaren Energien	6
2.5 Definition von erneuerbaren Energien und ihre Geschichte	10
2.6 Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch	11
2.7 Entwicklung der Energiepreise in Bayern	14
2.8 Vergleich der Strompreise in Bayern mit anderen Bundesländern und dem Bundesdurchschnitt ..	15
3 Energieeffizienz in Bayern	17
3.1 Entwicklung der Energieeffizienz	17
3.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz für Gebäude	18
4 Planung der Energiegewinnung mit erneuerbaren Energien am Beispiel Grafenau	20
4.1 Planungsinstrumente im Bereich erneuerbaren Energie	20
4.2 Berücksichtigung der verfügbaren Daten und deren Bedeutung für die Planung	21
4.3 Erhebung und Verfügbarkeit der Daten zur erneuerbaren Energieerzeugung in Grafenau	23
4.4 Analyse der verfügbaren Daten zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Grafenau ..	24
4.5 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerung	25
4.6 Verwendung von Modellen und Simulationswerkzeugen zur Datenverwaltung	25
4.7 Ertragsmesszahl als Bewertungskriterium für die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung	28
4.8 Ausschlussflächen als potenzielle Flächen für die Nutzung erneuerbaren Energien	29
5 Potenziale und Herausforderungen in Grafenau	31
5.1 Potenziale und Möglichkeiten der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Grafenau ..	31
5.2 Herausforderungen und Hindernisse der Umsetzung in Grafenau	32
5.3 Welche Rolle spielt das EEG 2023 bei der Berücksichtigung der Flächeneffizienz in Grafenau ..	34
6 Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung	35
6.1 Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung der Energiegewinnung in Grafenau ..	35
6.2 Bewertung der Erfolgsaussichten und möglicher Risiken bei der Umsetzung	37
6.3 Berücksichtigung von ökologischen und sozialen Aspekten bei der Planung	40

7 Fallstudie: Energieversorgung in Grafenau.....	42
7.1 Analyse der Potenziale für erneuerbare Energien in Grafenau.....	42
7.2 Identifizierung von Synergien und Konflikt zwischen verschiedenen erneuerbaren Energietechnologien in Grafenau.....	43
7.3 Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf die Umwelt und auf die Wirtschaft in Grafenau	45
8 Fazit und Ausblick	48
Literatur- und Quellenverzeichnis	i

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PEV in Bayern 2022.....	5
Abbildung 2: Stromproduktion aus EE in Bayern	8
Abbildung 3: Anteil erneuerbare Energien an der Bruttostromerzeugung in Bayern	10
Abbildung 4: Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland von 1990 – 2022	13
Abbildung 5: Energiepreisindex von März bis Oktober 2023.....	15
Abbildung 6: Horizontlinie.....	27
Abbildung 7: Energieertrag pro Monat von PV-Anlage mit fester Neigung.....	27

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
API	Application Programm Interface
Ar	Arbeitsraum
BIUKAT	Bayrisches Institut für Umwelt – und Kläranlagentechnologien
CfD	Contracts for Difference
CO₂	Kohlenstoffdioxid
Ct	Cent
EEG	Erneuerbare-Energie-Gesetz
EUR	Euro
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GW	Gigawatt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowattstunde
kWp	Kilowatt-Peak
Mrd.	Milliarden
MWh	Megawattstunde
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Peta Joule
PVGIS	Photovoltaic Geographical Information System
PVGIS-SARAH 2	Photovoltaic Geographical Information System - Solar Radiation and Harmonization, Version 2
TWh	Terawattstunde
Vbw	Vereinigung der Bayrischen Wirtschaft e.V.
WBS	Wirtschafts- und Bildungsservice KG

1 Einleitung

Wie kann die Nutzung erneuerbarer Energien in Bayern und speziell in der Stadt Grafenau in einem sich wandelnden Energieumfeld strategisch und nachhaltig gestaltet werden? Diese zentrale Frage bildet den Ausgangspunkt für eine vertiefende Analyse und Planung im Bereich der erneuerbaren Energien. Die zitierte Aussage des IRENA-Generaldirektors Francesco La Camera "Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind der einzige Weg, den Klimawandel zu bekämpfen" ¹ zieht sich wie ein roter Faden durch die gesamte Arbeit. Dies unterstreicht die Dringlichkeit einer nachhaltigen Energieentwicklung. Die vorliegende Bachelorarbeit nimmt eine umfassende Analyse und Planung im Bereich der erneuerbaren Energien vor, wobei der Fokus auf dem vielfältigem Bundesland Bayern und speziell auf der Stadt Grafenau liegt. Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen ganzheitlichen Überblick über den aktuellen Stand des Energieverbrauchs und der Energieerzeugung in Bayern zu geben, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Entwicklung der Energieeffizienz gelegt wird. Am Beispiel der Stadt Grafenau sollen konkrete Planungsinstrumente zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen aufgezeigt werden. Die Abschlussarbeit beginnt mit einer detaillierten Analyse des Energieverbrauchs und der Energieerzeugung in Bayern. Der Fokus liegt dabei sowohl auf dem Strom- und Wärmeverbrauch als auch auf der vielfältigen Rolle der erneuerbaren Energien in diesem Zusammenhang. Die Entwicklung der Energiepreise steht im Fokus, um ein differenziertes und aktuelles Bild der Energielandschaft in Bayern zu zeichnen. Dabei werden einerseits allgemeine Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden betrachtet und andererseits in ihrer Komplexität analysiert. Ziel ist es, mögliche Synergien und innovative Ansätze für eine nachhaltige Energieeffizienz aufzuzeigen und damit eine ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen. Darüber hinaus greift die Studienarbeit relevante Trends und Entwicklungen im Bereich der Energieeffizienz in Bayern auf, um einen Ausblick auf zukünftige Herausforderungen und Potenziale zu geben. Die Aufmerksamkeit richtet sich insbesondere auf potenzielle technologische Entwicklungen, politische Initiativen und soziale Veränderungen, die einen Einfluss auf die Energieeffizienz im Freistaat Bayern haben könnten. Der Hauptteil der Bachelorarbeit vertieft die Fragestellung durch eine detaillierte Analyse und Planung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Grafenau. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Planungsinstrumente vorgestellt, aber auch vorhandene Daten sorgfältig und umfassend analysiert. Diese detaillierte Untersuchung ermöglicht neben einem fundierten Einblick in den Ist-Zustand der Energieerzeugung auch die Grundlage für eine umfassende Bewertung der Situation. Im Rahmen dieser Analyse werden mögliche Herausforderungen und Chancen im Prozess einer nachhaltigen Energieplanung aufgezeigt. Mögliche Hemmnisse, die bei der Umsetzung erneuerbarer Energien auftreten können, werden aufgezeigt, aber auch positive Aspekte und Entwicklungsmöglichkeiten in diesem Zusammenhang dargestellt. Die detaillierte Auseinandersetzung mit diesen Fragestellungen trägt dazu bei, die Komplexität einer nachhaltigen Energieplanung besser zu verstehen und konkrete Handlungsempfehlungen für eine

¹ Francesco La Camera, „Zitat der Woche“.

zukunftsorientierte Energieerzeugung in Grafenau abzuleiten. Die Bachelorarbeit schließt mit klaren, praxisorientierten Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung der Energieerzeugung in Grafenau. Diese Empfehlungen werden durch eine umfassende und detaillierte Fallstudie zur Energieversorgung der Stadt untermauert. Dieser ganzheitliche Ansatz stellt die aktuelle Situation dar und gibt einen umfassenden Ausblick in die Zukunft. Mit den konkreten Handlungsempfehlungen und den Belegen aus der Fallstudie wird ein solides Fundament für eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien gelegt. Dieser Abschnitt stellt somit den Abschluss der Arbeit dar und markiert einen wichtigen Schritt in Richtung einer effektiven und nachhaltigen Umsetzung der erarbeiteten Erkenntnisse und Empfehlungen.

2 Energieverbrauch, -produktion, erneuerbare Energien in Bayern und Energiepreise

Die nachfolgende Untersuchung wirft einen Blick auf den Energieverbrauch, die Energieproduktion und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien in Bayern. Hierbei stehen zentrale Aspekte wie der Gesamtenergieverbrauch, die Entwicklung von Strom- und Wärmeverbrauch sowie der wachsende Beitrag erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung im Fokus. Parallel dazu wird die Entwicklung der Energiepreise im regionalen Kontext beleuchtet und kritisch hinterfragt. Zudem erfolgt ein Vergleich der Strompreise in Bayern mit anderen Bundesländern und dem Bundesdurchschnitt. Diese Betrachtung zielt darauf ab, ein detailliertes Verständnis der aktuellen Energielandschaft Bayerns und ihrer komplexen Zusammenhänge zu vermitteln.

2.1 Gesamtenergieverbrauch in Bayern

Der gesamte Energiebedarf Bayerns, der so genannte Primärenergieverbrauch (PEV), setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Dazu gehören sowohl importierte Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Uran als auch in Bayern gewonnene Primärenergieträger wie Wasserkraft und Abfälle. Dabei ist zu beachten, dass bei der Umwandlung von Primärenergie ein Teil verloren geht und somit nicht mehr vollständig als Endenergie genutzt werden kann. Bayern erreichte im Jahr 2022 einen PEV von 1.720 Peta Joule (PJ) oder rund 500 Milliarden (Mrd) Kilowattstunde (kWh). Darin enthalten sind alle im Inland genutzten Energieträger von der Kernenergie bis zu den erneuerbaren Energien, darunter Mineralöl, Erdgas und Kohle. Mineralöle und Mineralölprodukte, die vor allem zu Kraftstoffen verarbeitet werden, haben mit 38,5 Prozent (%) den größten Anteil am PEV. Der Anteil erneuerbarer Energien nimmt stetig zu, ein klarer Trend zu nachhaltigeren Energiequellen. Es ist wichtig zu betonen, dass PEV mehr als nur den Wärme- und Strombedarf deckt. Vielmehr umfasst er auch den Energieverbrauch von Industrie und Verkehr. Diese umfassende Perspektive zeigt, dass es neben der Effizienzsteigerung bei der Strom- und Wärmeerzeugung auch um die Förderung nachhaltiger Lösungen für den Energieverbrauch in Industrie und Verkehr geht. Es bedarf einer Vielzahl von Strategien und Innovationen, um den Energieverbrauch in Bayern nachhaltig und zukunftsorientiert zu gestalten und eine umweltverträgliche Energiezukunft zu erreichen.^{2 3}

Der Gesamtenergieverbrauch in Bayern errechnet sich aus der Summe aller im Inland verbrauchten Energieträger und der Summe der Importe und Exporte. Grundlage dieser Gesamtenergiemessung sind die Primärenergieträger, also die natürlichen Energiequellen, die direkt oder durch Umwandlung genutzt werden können. Dazu zählen Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Mineralöl, Holz, Energiepflanzen, Sonnenenergie, Windenergie, Wasserkraft, Uran und Geothermie. Der PEV umfasst neben

² Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „VBbrauch | Energie-Atlas Bayern“.

³ Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Energieflussdiagramm | Energie-Atlas Bayern“.

dem Strom- und Wärmeverbrauch auch den Einsatz von Energieträgern in der Industrie und im Verkehr. Darüber hinaus wird der PEV durch den Einsatz von Energieträgern in industriellen Prozessen sowie zum Heizen und Kühlen beeinflusst. Diese umfassende Betrachtung zeigt, wie komplex der Energieverbrauch ist und wie stark er sich auf verschiedene Bereiche unserer Gesellschaft auswirkt. Der PEV hängt von vielen Variablen wie Wirtschaftswachstum, Bevölkerungswachstum, Witterungsbedingungen und technologischer Entwicklung ab. Diese dynamischen Faktoren führen zu jährlichen Schwankungen, die eine Anpassung und Weiterentwicklung von Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsstrategien erforderlich machen. Eine zukunftsorientierte und nachhaltige Energiepolitik in Bayern erfordert eine kontinuierliche Beobachtung und Anpassung.^{4 5}

Der „Digitale Energiezwilling Bayern“, ein virtuelles Modell, das den Energieverbrauch des Freistaates Bayern simuliert, stellt eine innovative Möglichkeit dar, den PEV genauer zu berechnen und zukünftige Entwicklungen besser zu prognostizieren. Mit diesem Modell ist es möglich, den Energieverbrauch in Bayern in verschiedenen Situationen zu modellieren. Damit kann die aktuelle Situation genau analysiert und eine solide Grundlage für weitreichende Entscheidungen über den zukünftigen Energiemix geschaffen werden. Der „Digitale Energiezwilling Bayern“ könnte ein wichtiges Instrument sein, um die verschiedenen Einflussfaktoren auf den PEV wie Bevölkerungsentwicklung, technologischen Fortschritt und sich verändernde Wirtschaftsstrukturen zu berücksichtigen. Dieses virtuelle Modell kann von Energieexperten und Entscheidungsträgern genutzt werden, um Szenarien durchzuspielen und deren Auswirkungen auf den Energieverbrauch im Freistaat besser zu verstehen. Dies ermöglicht eine proaktive Energieplanung, die aktuelle Daten als auch zukünftige Probleme und Chancen berücksichtigt. Auch bei der Entwicklung einer nachhaltigen Energiepolitik kann der „Digitale Energiezwilling Bayern“ durch die Simulation verschiedener Szenarien eine wichtige Rolle spielen. Durch die Optimierung des Energiemixes und die Integration erneuerbarer Energien könnte Bayern seinen Beitrag zur globalen Energiewende verstärken. Das weiterentwickelte Modell könnte somit als präzises Berechnungs- und Prognosewerkzeug, aber auch als Schlüssel für die Entwicklung einer nachhaltigen, effizienten und zukunftsorientierten Energieversorgung im Freistaat dienen.⁶

⁴ Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Energieverbrauch - LfU Bayern“.

⁵ Wilke, „Branchenabhängiger Energieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes“.

⁶ Oswald, „Wie Bayern den Energieverbrauch der Zukunft berechnet“.

2.2 Entwicklung des Stromverbrauchs und des Wärmeverbrauchs in Bayern

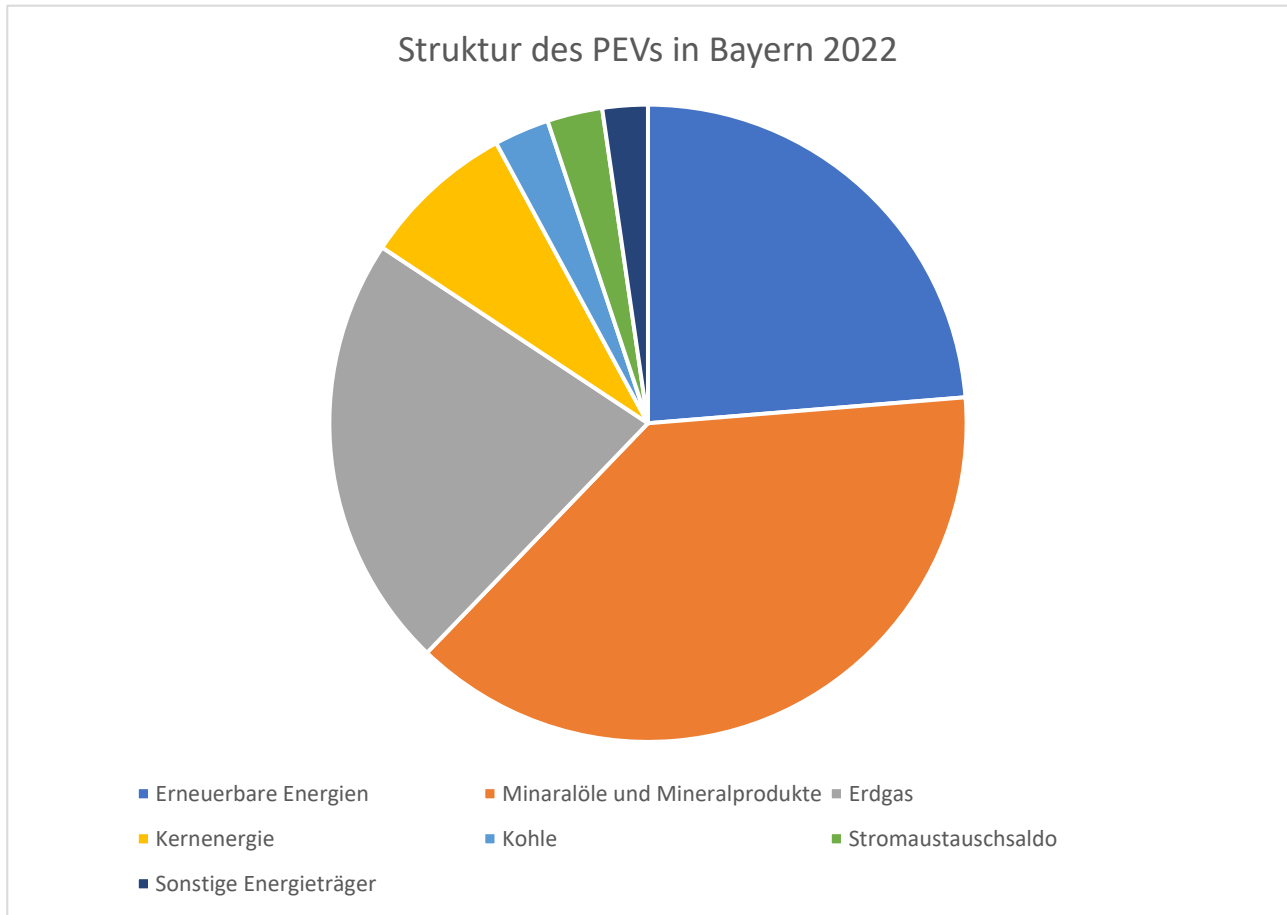


Abbildung 1: PEV in Bayern 2022, Stand: September 2023

Quelle: <https://www.stmwi.bayern.de/energie/energiedaten/>

In Bayern ist die Energiewende in den letzten Jahren deutlich vorangekommen und hat eine Entwicklung genommen. Zwischen 2010 und 2019 konnte der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch um fast die Hälfte gesteigert werden. Im Jahr 2021 wurden in Bayern insgesamt 80,1 Terawattstunde (TWh) Strom erzeugt, davon beachtliche 38,4 TWh aus erneuerbaren Energien. Dies unterstreicht die erfolgreiche Strategie zur nachhaltigen und erneuerbaren Energieversorgung im Freistaat. Trotz dieser Fortschritte ist es wichtig zu betonen, dass der private Stromverbrauch nur einen kleinen Teil des gesamten Endenergieverbrauchs ausmacht. Industrie und Gewerbe, die Strom für Maschinen und chemische Prozesse benötigen, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Darüber hinaus verbraucht der öffentliche Sektor viel Strom in Rechenzentren, Freizeitparks, Einkaufszentren und Krankenhäusern. Der Wärmeverbrauch ist in allen Sektoren höher als der Stromverbrauch. Dazu gehören Raumwärme in Wohngebäuden, Prozesswärme in der Industrie und Warmwasser in Privathaushalten, Schwimmbädern und Hotels. Diese Vielfalt macht deutlich, dass die Energiewende keineswegs nur im Strombereich stattfindet. Die Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Bayern zeigt, dass im Jahr 2021 bereits 47 % des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Photovoltaik, Wasserkraft und Biomasse leisten dazu einen wichtigen Beitrag. Wichtig ist, dass nicht allein Strom und Wärme für den Energieverbrauch in Bayern

verantwortlich sind. Darüber hinaus benötigt der Verkehrssektor erhebliche Mengen an Treibstoff, um Güter und Personen durch das Gesamtsystem zu transportieren. Diese breite Perspektive zeigt, dass sich die bayerische Energiewende einer mehrdimensionalen Herausforderung stellt und einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt.^{7 8 9}

Der Stromverbrauch wird bis 2040 um 75 % steigen. Damit wird Strom zweifellos zum wichtigsten Energieträger. Dieser Anstieg zeigt, dass elektrische Energie in allen Bereichen unseres Lebens und unserer Wirtschaft immer wichtiger wird. Die Bewältigung der steigenden Nachfrage nach nachhaltigen und umweltfreundlichen Lösungen ist eine zentrale Herausforderung. Angesichts dieser dynamischen Entwicklung gilt es, den Ausbau der erneuerbaren Energien weiter voranzutreiben. Dies ist sowohl zur Bewältigung des erwarteten Anstiegs des Stromverbrauchs als auch zur Erreichung der globalen Klimaziele notwendig. Der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien leistet einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und ist damit ein wichtiger Schritt im Kampf gegen den Klimawandel. Die Konzentration auf erneuerbare Energien verringert die Umweltbelastung als auch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Neben den ökologischen Vorteilen trägt die effiziente Nutzung alternativer und nachhaltiger Energiequellen auch zur Sicherung der Energieversorgung bei. Es ist daher notwendig, die Anstrengungen im Bereich der erneuerbaren Energien fortzusetzen und zu intensivieren, da dies eine Investition in eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung darstellt.¹⁰

2.3 Strom in Bayern aus erneuerbaren Energien

Im Jahr 2021 wurde fast die Hälfte des bayerischen Stroms aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt, das entspricht einem Beitrag von rund 37,6 Mrd. kWh. Dieser Fortschritt zeigt die stetige Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien und das stetige Engagement Bayerns für eine nachhaltige und umweltfreundliche Energieerzeugung. Das ist ein großer Fortschritt und zeigt, wie wichtig es ist, ökologische Verantwortung zu übernehmen. Neben der Verringerung der Abhängigkeit von konventionellen Energieträgern macht dieser Anstieg deutlich, wie wichtig es ist, den Umstieg auf nachhaltige Energieträger zu beschleunigen. Bayern ist in Sachen Klimaschutz eine führende Region und leistet auch weltweit seinen Beitrag. Erneuerbare Energien werden in den kommenden Jahren eine noch wichtigere Rolle bei der Energieversorgung spielen. Das bringt wirtschaftliche, innovative und ökologische Vorteile. Bayern ist somit ein Vorreiter für eine nachhaltige Energiezukunft und ein Vorbild für andere Regionen und Länder, die ähnliche Ziele verfolgen.¹¹

⁷ 2023 Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Daten und Fakten | Energie-Atlas Bayern“.

⁸ 2023 Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Energiedaten“.

⁹ Wasserwirtschaft, „Stromwirtschaft“.

¹⁰ Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., „Szenario E.plan | Bayernplan Energie 2040“.

¹¹ 2023 Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Überblick EE-Strom in Bayern“.

Windkraft, Solarenergie und Wasserkraft sind die erneuerbaren Energieträger, die in Bayern zur Stromerzeugung beitragen und der bayerischen Energielandschaft eine große Vielfalt verleihen. Im Jahr 2021 trug die Windenergie mit 4,1 Mrd. kWh und einem Anteil von 5,1 % zur bayerischen Stromerzeugung bei. Diese Art der Energiegewinnung erweist sich als wichtiger Baustein im Energiemix und basiert auf dem stetigen Streben nach nachhaltigen und innovativen Technologien. Besonders hervorzuheben ist die Entwicklung der Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik, die sich mittlerweile zur wichtigsten regenerativen Energiequelle in Bayern entwickelt hat. Der Anteil des Solarstroms an der gesamten Stromerzeugung im Freistaat lag im Jahr 2021 bei 16,4 %. 13,2 Mrd. kWh Strom aus der Sonne wurden ins Netz eingespeist. Dies unterstreicht neben dem Potenzial der Solarenergie auch die wachsende Bedeutung nachhaltiger Energielösungen, auf die Bayern in seiner Energiestrategie setzt. Die Wasserkraft als traditioneller Energieträger blieb auch 2021 eine wichtige Säule der bayerischen Stromversorgung und trug mit 11,4 Mrd. kWh wesentlich zur Bruttostromerzeugung bei. Dies unterstreicht zum einen die nach wie vor große Bedeutung der Wasserkraft, zum anderen aber auch die gelungene Verbindung von Tradition und Moderne in der bayerischen Energieerzeugung. Die Bilanz der erneuerbaren Energien in Bayern im Jahr 2021 zeigt neben den aktuellen Erfolgen auch neue Maßstäbe für die zukünftige Entwicklung hin zu nachhaltigen Energieträgern auf.^{12 13}

¹² Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Ausbau in Bayern | Energie-Atlas Bayern“.

¹³ 2023 Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Daten und Fakten | Energie-Atlas Bayern“.

Stromproduktion aus erneuerbarer Energie in Bayern 2021

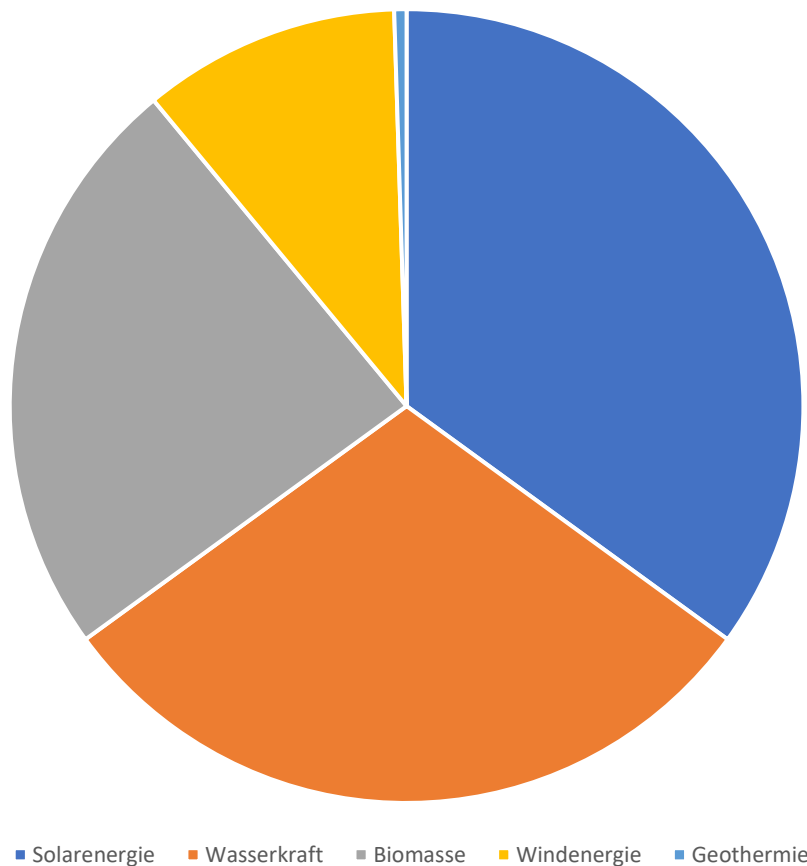


Abbildung 2: Stromproduktion aus EE in Bayern, Stand: 2021

Quelle: https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/strom

2.4 Entwicklung der Energieproduktion in Bayern

Die Stromerzeugung in Bayern ist über einen langen Zeitraum kontinuierlich gestiegen, wie die historische Entwicklung der Stromerzeugung zeigt. In den letzten Jahren ist jedoch ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Neben dem technologischen Fortschritt und dem ökonomischen Wandel ist dies auch auf die zunehmende Wertschätzung erneuerbarer Energien zurückzuführen. Bayern verfügt über ein breites Spektrum an erneuerbaren Energien, das auf einem ausgewogenen Mix verschiedener Quellen basiert. Mit einem Anteil von 16 % hat die Photovoltaik den größten Anteil an der Stromerzeugung. Die effektive Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie ist ein wichtiger Bestandteil der Stromversorgung. Eine wichtige Rolle spielt die Wasserkraft, die mit einem Anteil von 14 % zu den wichtigsten erneuerbaren Energiequellen in Bayern zählt. Daneben tragen Biomasse mit einem Anteil von 12 % und Windenergie mit einem Anteil von 5 % wesentlich zur Diversifizierung der Energieerzeugung bei. Die Nutzung von Biomasse als erneuerbarer Energieträger ermöglicht eine nachhaltige Stromerzeugung und trägt zur Abfallverwertung und Ressourcenschonung bei. Auch Windkraftanlagen können insbesondere an geeigneten Standorten in Bayern

dazu beitragen, die Abhängigkeit von konventionellen Energieträgern zu verringern. Die Vielfalt der regenerativen Energiequellen zeigt die Bemühungen Bayerns um eine nachhaltige und umweltverträgliche Energieinfrastruktur. Trotz leichter Rückgänge in den letzten Jahren bleibt die Diversifizierung der Energieerzeugung ein wichtiger Faktor für eine zukunftsorientierte und ressourcenschonende Energieversorgung in Bayern. ¹⁴

Eine umfassende Studie zeigt, dass es technisch möglich ist, Bayern in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität vollständig mit erneuerbaren Energien zu versorgen trotz eines leichten Rückgangs der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2021. Dieses Erkenntnis macht Hoffnung für die Zukunft der Energieversorgung in Bayern und unterstreicht das Potenzial und die Bedeutung der erneuerbaren Energien. Die vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien ist technisch machbar und zeigt die Innovationskraft und das Engagement Bayerns für nachhaltige Energiequellen. Dieser Ansatz leistet einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele und stärkt die Energieautonomie der Region. Dennoch darf nicht vergessen werden, dass die Stromerzeugung aus konventionellen Energieträgern, insbesondere Kernenergie und Erdgas, bis 2021 weiter zugenommen hat. Trotz der Fortschritte bei den erneuerbaren Energien zeigt diese Entwicklung, dass eine ausgewogene Betrachtung und Integration der verschiedenen Energieträger notwendig sind. Um eine nachhaltige und sichere Energieversorgung für Bayern zu gewährleisten, müssen die Vorteile der erneuerbaren Energien und die Herausforderungen der bestehenden konventionellen Energiesysteme sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. ^{15 16}

¹⁴ 2023 Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Sonne“.

¹⁵ Munich Institute of Integrated Materials, Energy and Process Engineering (MEP), „Studienveröffentlichung“.

¹⁶ Bayerisches Landesamt für Statistik, „Pressemitteilung“.

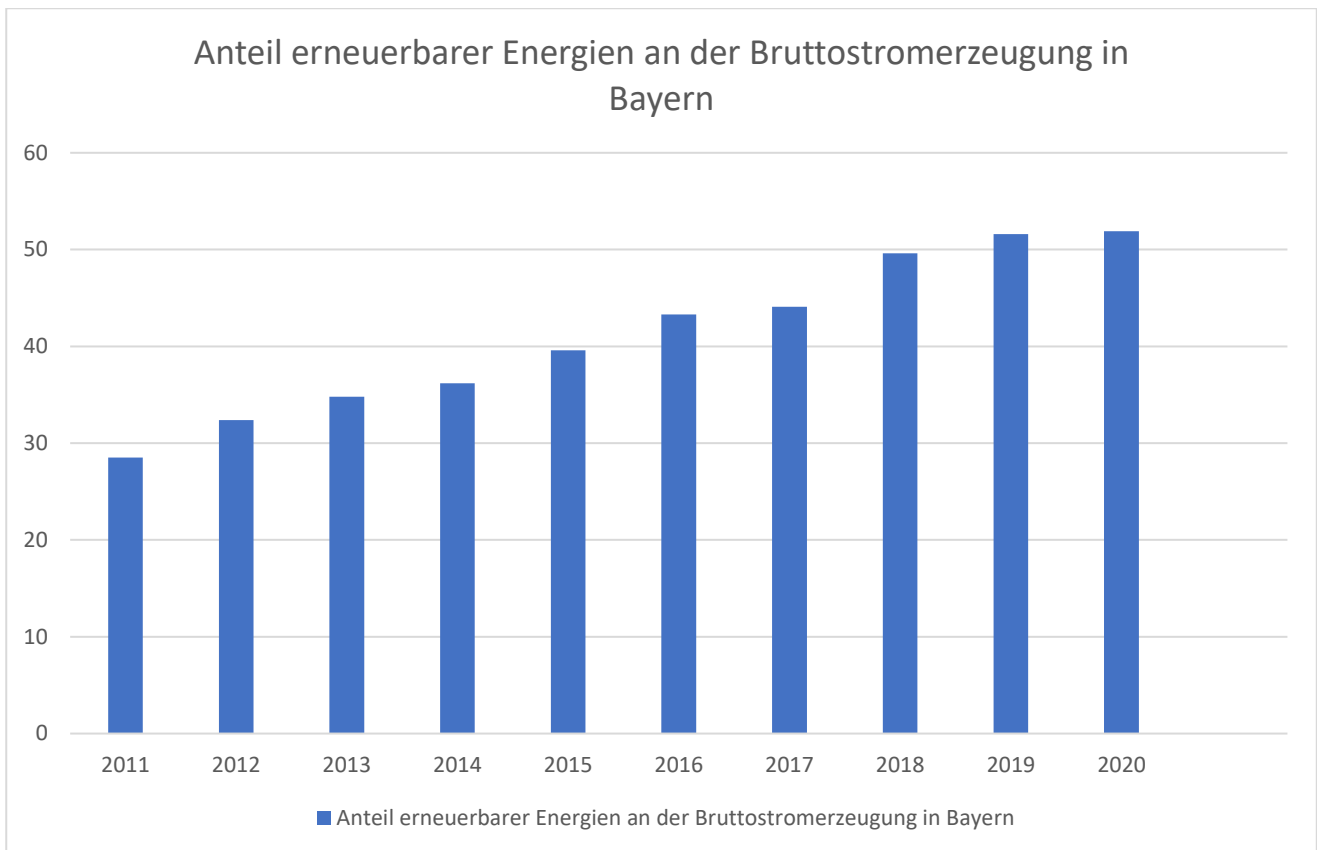


Abbildung 3: Anteil erneuerbare Energien an der Bruttostromerzeugung in Bayern, Stand: August 2023

Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen; BMWK

2.5 Definition von erneuerbaren Energien und ihre Geschichte

Erneuerbare Energien umfassen einerseits das von der Sonne eingestrahelte Licht, das verschiedene Energieformen wie Wasserkraft, Windenergie, Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen und Umgebungswärme in Luft und Wasser erzeugt. Andererseits gehört dazu auch die Wärme aus dem Erdinneren und die Energie aus den Gezeiten aufgrund der Erdrotation.¹⁷

Die Geschichte der Erneuerbaren Energien ist eng mit dem Begriff der Energiewende verbunden, der den Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern beschreibt. Das Öko-Institut war maßgeblich an diesem grundlegenden Paradigmenwechsel beteiligt und prägte 1980 den prägnanten Begriff „Energiewende“. In seiner wegweisenden Arbeit „Energiewende - Wachstum und Wohlstand ohne Öl und Uran“ entwickelte das Institut eine überzeugende Vision für eine Zukunft, in der Wachstum und Wohlstand bis zum Jahr 2050 unabhängig von Atomkraft und fossilen Energieträgern erreicht werden können. Das Öko-Institut hat eine innovative Arbeit geleistet, die über das bloße Aufzeigen von Optionen hinausgeht. Die Publikation hat Politik, Wirtschaft und Gesellschaft inspiriert und als Katalysator für einen globalen Wandel in der Energiepolitik gewirkt. Bis heute prägt die Grundbotschaft, dass eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung ohne den Einsatz

¹⁷ Heinloth, *Die Energiefrage Bedarf und Potentiale, Nutzung, Risiken und Kosten*, S. 300.

umweltbelastender Ressourcen möglich ist, die weltweiten Anstrengungen im Bereich der erneuerbaren Energien. Die Energiewende hat Auswirkungen, die über die Theorie hinausgehen und sich in praktischen politischen Maßnahmen und technologischen Fortschritten niederschlagen. Nationale und internationale Initiativen, Förderprogramme und Gesetze wurden ins Leben gerufen, um die Energiewende voranzutreiben. Diese Bemühungen haben das Umweltbewusstsein gestärkt und neue Geschäfts- und Beschäftigungsmöglichkeiten im wachsenden Sektor der erneuerbaren Energien geschaffen. Während dieses evolutionären Prozesses bleibt die Geschichte der erneuerbaren Energien eine Erzählung über den Weg in eine nachhaltige und emissionsfreie Zukunft. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Dynamik der Energiewende weiter auf die globale Energiepraxis auswirken wird und welche transformative Kraft sie noch entfalten kann, um den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu begegnen. ¹⁸

Erst zu Beginn dieses Jahrhunderts wurden erneuerbare Energien zu einem wichtigen Thema. Die Reaktorkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 markierte einen wichtigen Wendepunkt in dieser Entwicklung und erschütterte sowohl die Menschen in Japan als auch weltweit. Die Katastrophe hat das gesellschaftliche Bewusstsein nachhaltig beeinflusst und die Energiepolitik insbesondere in Deutschland grundlegend verändert. Der Ausstieg der Bundesrepublik Deutschland aus der Nutzung der Atomenergie war das Ergebnis dieser dramatischen Ereignisse. Im Mittelpunkt der deutschen Energiepolitik steht der Ausstieg aus der Kernenergie und damit eine klare Weichenstellung hin zu umweltverträglichen und nachhaltigen Energieträgern. Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) im Jahr 2012 wurde der Grundstein für diesen Paradigmenwechsel gelegt. Durch Anreize wie garantierte Einspeisevergütungen für Strom aus Erneuerbaren Energien wurden Investitionen in Wind-, Solar- und andere Erneuerbare Energien gefördert. Diese Maßnahmen haben zu einer breiten Akzeptanz und einer stärkeren Integration der erneuerbaren Energien in den deutschen Energiemix geführt. Die politischen Maßnahmen nach Fukushima zeigen, dass Erneuerbare Energien mehr sind als eine technologische Option, sie sind ein wichtiger Bestandteil eines nachhaltigen Energiekonzepts. Sie stellen eine Möglichkeit dar, eine innovative und umweltfreundliche Energiezukunft zu gestalten. ¹⁹

2.6 Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch

Im deutschen Strommarkt haben sich die erneuerbaren Energien in den letzten Jahren mit Dynamik positiv entwickelt. Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am gesamten Bruttostromverbrauch in Deutschland hat im Jahr 2022 mit rund 46,2 % einen Spitzenwert erreicht. Dieser Anstieg zeigt den anhaltenden Erfolg der Energiewende in Deutschland, aber auch das wachsende Bekenntnis zu nachhaltigen und umweltfreundlichen Energiequellen. Die zunehmende

¹⁸ Leitung Öffentlichkeit & Kommunikation und Öko-Institut e.V., „Energiewende: Geschichte, aktuelle Situation, Zukunft - energiewende.de“.

¹⁹ Hendrik, Katrin, und Mark, „Was versteht man genau unter Erneuerbare Energien und wie haben sie sich in den letzten Jahren in Deutschland entwickelt?“

Diversifizierung des Energiemixes wird dadurch unterstrichen, dass fast die Hälfte des deutschen Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammt. Erneuerbare Energien wie Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Biomasse tragen wesentlich dazu bei, die Abhängigkeit von konventionellen und oft umweltbelastenden Energieträgern zu verringern. Dies ist ein wichtiger Schritt in Richtung Klimaschutz und Nachhaltigkeit und zeigt die technologische und wirtschaftliche Stärke Deutschlands im Bereich der erneuerbaren Energien. Der steigende Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Deutschland zeigt, wie erfolgreich politische Maßnahmen und Anreize zur Förderung nachhaltiger Energieerzeugung sind. Die ebenso fortschreitende Integration erneuerbarer Energien in das nationale Stromnetz verbessert die Versorgungssicherheit und reduziert gleichzeitig die Gesamtemissionen. Dieser Erfolg ermutigt Deutschland und andere Länder, verstärkt auf erneuerbare Energien zu setzen, um den globalen Klimawandel einzudämmen und eine nachhaltige Energiezukunft zu schaffen.²⁰

Dieser Aufschwung ist vor allem auf die konsequente Umsetzung der Energiewende durch die Bundesregierung zurückzuführen, deren Ziel es ist, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland nachhaltig zu steigern. Mit einer Vielzahl von politischen Maßnahmen, Förderprogrammen und regulatorischen Initiativen hat die Bundesregierung günstige Rahmenbedingungen für den Ausbau und die Integration der Erneuerbaren Energien in den nationalen Energiemix geschaffen. Die Energiewende als langfristige Vision für den Übergang zu einer nachhaltigen und umweltschonenden Energieversorgung ist zu einem zentralen Leitbild geworden. Die Bundesregierung setzt verstärkt auf erneuerbare Energien wie Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Biomasse, um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Investitionen in erneuerbare Energien zu fördern, Forschung und Entwicklung zu unterstützen und gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen, haben dazu beigetragen, dass Deutschland bei der Energiewende weltweit eine führende Position einnimmt. Dieser Erfolg ist nicht allein dem politischen Willen zu verdanken, sondern auch der breiten Unterstützung und Zusammenarbeit von Regierung, Wirtschaft und Bevölkerung. Durch die gesellschaftliche Akzeptanz erneuerbarer Energien wird der Ausbau von Windparks, Solaranlagen und anderen nachhaltigen Energieprojekten erleichtert. Die kontinuierliche Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Stromverbrauch spiegelt somit neben dem technologischen Fortschritt auch einen tiefgreifenden kulturellen Wandel hin zu einer nachhaltigen und umweltverträglichen Energieerzeugung in Deutschland wider.²¹

Erneuerbare Energien stammen aus einer Vielzahl von Quellen wie Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Biomasse. Diese breite Palette an Energiequellen bildet die Grundlage für eine nachhaltige Energieversorgung und trägt dazu bei, den ökologischen Fußabdruck zu verringern. Es ist wichtig zu betonen, dass die genaue Zusammensetzung der erneuerbaren Energien je nach

²⁰ statista, „Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Deutschland bis 2022“.

²¹ 2023 Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, „Wo steht Deutschland bei der Energiewende | Bundesregierung“.

Jahreszeit und Wetterbedingungen variieren kann. Diese dynamischen Einflüsse verdeutlichen die Anpassungsfähigkeit und Flexibilität des erneuerbaren Energiemixes. Zu beachten ist, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch nicht gleichmäßig über das Land verteilt ist. Vielmehr gibt es regionale Unterschiede, die von den lokalen Gegebenheiten und der vorhandenen Infrastruktur abhängen. In einigen Regionen kann der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch aufgrund unterschiedlicher Potenziale und Ausbaustufen der erneuerbaren Energien höher sein als in anderen. Diese regionalen Unterschiede unterstreichen die Bedeutung einer zielgerichteten und an die lokalen Ressourcen angepassten Energiepolitik. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch weiter zu erhöhen. Bis 2030 sollen 80 % des Strombedarfs aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Dieses Ziel ist ein wichtiger Schritt im weltweiten Bemühen, den Klimawandel einzudämmen und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern. Gleichzeitig unterstreicht es das Engagement Deutschlands für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Energiepolitik, die den Weg in eine kohlenstoffarme und umweltverträgliche Energiezukunft ebnet.^{22 23}

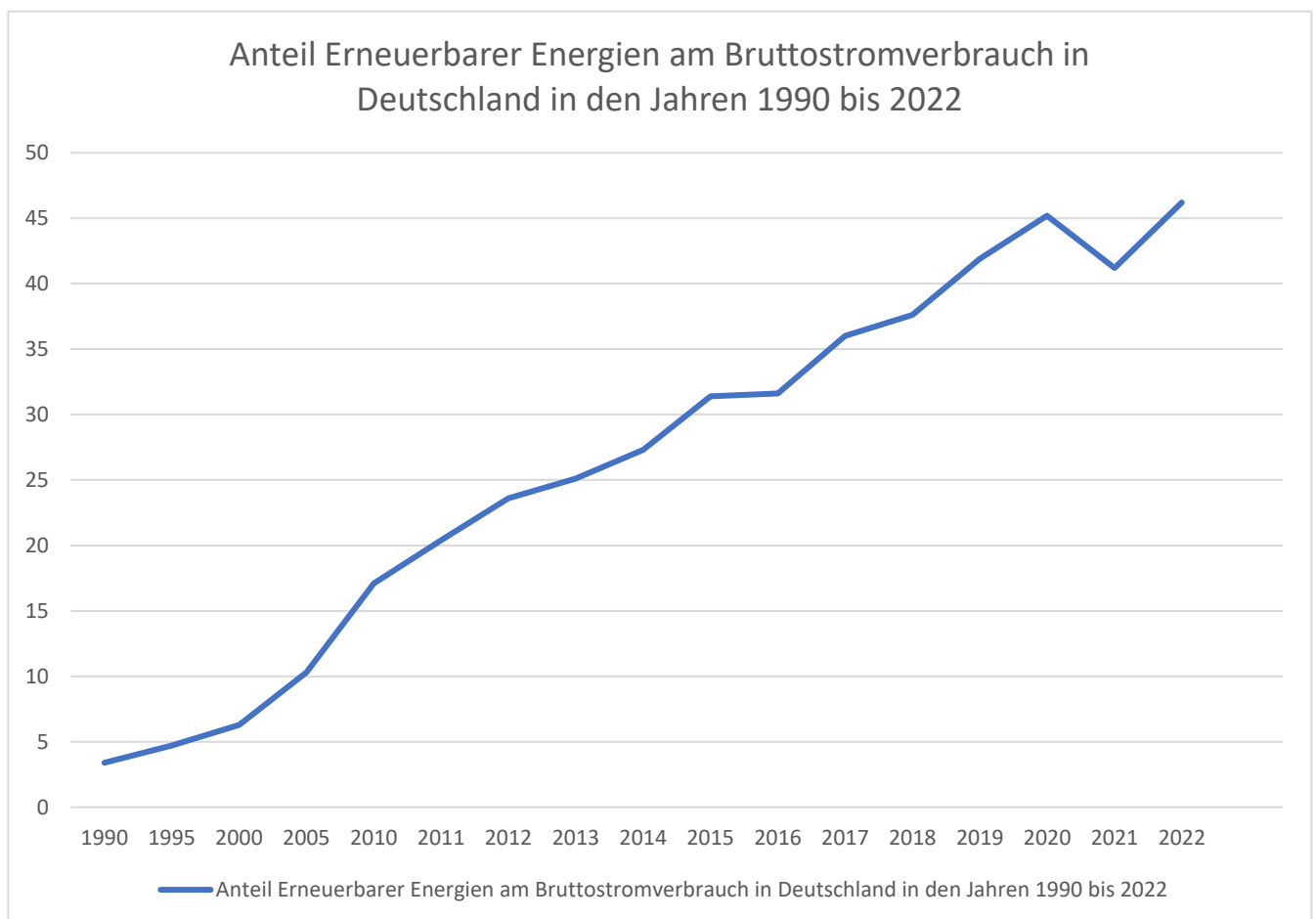


Abbildung 4: Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland von 1990 – 2022, Stand: Februar 2022

Quelle: AGEB; AGEE-Stat

²² NDR, „Strommix Deutschland“.

²³ Wilke, „Indikator“.

2.7 Entwicklung der Energiepreise in Bayern

Nach Informationen der Vereinigung der Bayrischen Wirtschaft e.V (vbw) Energiepreisindex haben sich die Energiepreise in Bayern in den letzten Jahren verändert. Der Index gibt einen Überblick über die Entwicklung der wichtigsten Energiearten aus Sicht der bayerischen Unternehmen. Gegenüber dem Jahresdurchschnitt 2019 - dem letzten Jahr vor der Corona-Krise - ist der Index im dritten Quartal 2023 um 53,3 % auf 169,6 Punkte gestiegen. Dies stellt eine deutliche Abkehr von den drei Vorquartalen mit starken Rückgängen dar und deutet darauf hin, dass die Erholungsphase der Energiepreise vorerst beendet ist. Die Trendwende setzte sich im September fort, als der vbw Energiepreisindex mit einem Plus von 6,2 % gegenüber dem Vormonat den zweiten Monat in Folge anstieg. Mit 4,1 % fiel der Anstieg noch deutlicher aus als im August. Die jüngsten Ereignisse werfen Fragen nach den Ursachen auf und es wird vermutet, dass die Energiepreise in Bayern von tiefgreifenden wirtschaftlichen und geopolitischen Einflüssen beeinflusst werden. Die anhaltende Dynamik auf dem Energiemarkt könnte auch auf globale und makroökonomische Einflüsse zurückzuführen sein. Es ist ungewiss, wie sich diese Veränderungen in den nächsten Monaten fortsetzen und welche Auswirkungen sie auf die Unternehmen und Verbraucher in Bayern haben werden. Eine genauere Untersuchung der Ursachen dieser Preisschwankungen könnte wichtige Erkenntnisse darüber liefern, wie Unternehmen und Politik auf diese dynamische Entwicklung reagieren können.²⁴

Der Preis für Strom ist in Bayern gestiegen. Laut Vergleichsportalen zahlten die bayerischen Verbraucherinnen und Verbraucher im Jahr 2023 mit über 40 Cent (ct) pro kWh bundesweit die höchsten Preise für Haushaltsstrom. Der Preisanstieg ist von besonderem Interesse, da er zum einen die finanzielle Belastung der Verbraucher aufzeigt, zum anderen aber auch als Zeichen einer generellen Trendwende auf dem Energiemarkt interpretiert werden kann. Die Verbraucherzentrale Bayern weist auf die aktuelle Situation hin und prognostiziert einen weiteren Anstieg der Strompreise. Diese Entwicklung wird von zahlreichen globalen und lokalen Einflussfaktoren geprägt, die weit über die aktuelle Krise in Russland hinausgehen. Die Energiepolitik muss über die kurzfristige Preisgestaltung hinausgehen und sich strategisch auf die langfristige Energieversorgung ausrichten. Die tatsächlichen Stromkosten können je nach individuellem Verbrauch und Tarif stark variieren. Dabei spielen die persönlichen Konsumpräferenzen, aber auch regionale Unterschiede innerhalb eines Bundeslandes eine Rolle. So kann es große Unterschiede zwischen städtischen und ländlichen Gebieten geben. Es ist wichtig, auf die Möglichkeit des Anbieterwechsels hinzuweisen, da dieser neben der Anpassung an individuelle Bedürfnisse auch zu erheblichen finanziellen Einsparungen führen kann. Um die bestmögliche Entscheidung für die eigenen Bedürfnisse zu treffen und gleichzeitig finanziell vorteilhaft zu handeln, ist eine differenzierte Betrachtung der Tarifstrukturen und die Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten unerlässlich.^{25 26}

²⁴ Bertram, „vbw Energiepreisindex - jeden Monat aktuell und neu“.

²⁵ 2023 Woltair Heat & Power Germany GmbH, „Entwicklung der Strompreise in Bayern“.

²⁶ Jonathan Schulenburg, „Strom und Gas: Wie geht es bei den Preisen weiter? | BR24“.

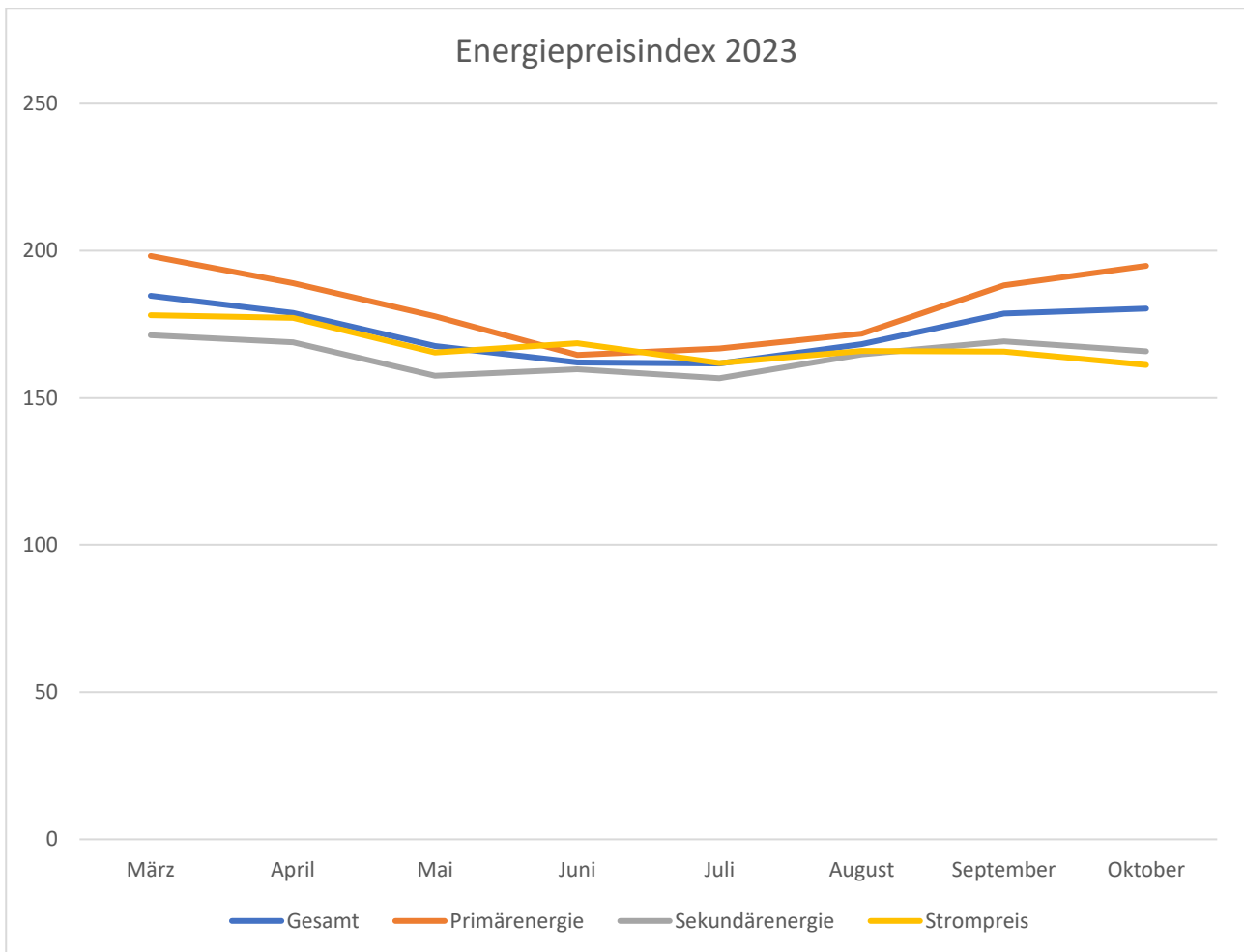


Abbildung 5: Energiepreisindex von März bis Oktober 2023, Stand: Oktober 2023

Quelle: vbw; Ursprungsdaten: Statistisches Bundesamt, Bayrische Landesamt für Statistik

2.8 Vergleich der Strompreise in Bayern mit anderen Bundesländern und dem Bundesdurchschnitt

Die Strompreise in Deutschland variieren regional aufgrund von Steuern, Abgaben und lokalen Kosten in den einzelnen Bundesländern. Im Vergleich zu anderen Bundesländern sind die Strompreise in Bayern günstig. Laut Verivox zahlten Verbraucherinnen und Verbraucher in Bayern und Hessen von März 2022 bis März 2023 durchschnittlich nur 43 ct pro kWh und damit die niedrigsten Strompreise in Deutschland. Damit werden die bayerischen Verbraucherinnen und Verbraucher im Vergleich zu ihren Mitbürgerinnen und Mitbürgern in anderen Regionen finanziell entlastet. Betrachtet man die Durchschnittspreise in den anderen Bundesländern, werden regionale Unterschiede deutlich. In Schleswig-Holstein lag der Durchschnittspreis pro kWh bei 47 ct, während in Mecklenburg-Vorpommern ein etwas höherer Durchschnittspreis von 45 ct ermittelt wurde. Die Unterschiede

zeigen, dass die Verbraucher in Bayern und Hessen von günstigen Stromtarifen profitierten, die auch im bundesweiten Vergleich zu den günstigsten gehörten.²⁷

Die Stromkosten für einen Drei-Personen-Haushalt in Bayern sind sehr günstig. Sie liegen um mehr als 17 % unter dem durchschnittlichen Stromverbrauch in Deutschland. Das entspricht einer Ersparnis von rund 198 Euro (EUR). Für bayerische Haushalte mit einem Verbrauch von 4.000 kWh lagen die durchschnittlichen jährlichen Stromkosten im Zeitraum März 2022 bis März 2023 bei 1.720 EUR. Dagegen mussten Familien in Schleswig-Holstein in diesem Zeitraum durchschnittlich 1.880 EUR für ihren Energieverbrauch ausgeben - ein deutlicher Unterschied von 160 EUR. Die Daten zeigen die regionalen Unterschiede bei den Stromkosten und darüber hinaus die Vorteile der bayerischen Haushalte bei den Energieausgaben. Niedrigere Strompreise helfen den Familien finanziell, sind aber auch ein Indikator für energieeffizientes Verhalten und infrastrukturelle Entwicklungen in Bayern. Die positive Stromausgabendifferenz zwischen Bayern und Schleswig-Holstein zeigt somit sowohl die wirtschaftlichen Unterschiede als auch den Erfolg einer nachhaltigen Energieversorgung.²⁸ Es ist zu beachten, dass die genauen Stromkosten je nach Verbrauch und Tarifstruktur stark variieren können. Regionale Unterschiede innerhalb eines Staates machen diese Unterschiede noch komplexer, insbesondere zwischen städtischen und ländlichen Gebieten. Für ein besseres Verständnis der Strompreisbildung müssen Aspekte wie die geografische Verteilung der Verbraucher, unterschiedliche Netzkosten und regionale Energieressourcen berücksichtigt werden. Eine genauere Analyse zeigt, dass die Strompreise in Bayern im Vergleich zu anderen Bundesländern und zum Bundesdurchschnitt niedrig sind. Dies kann auf verschiedene Faktoren zurückgeführt werden. Die unterschiedliche Struktur der regionalen Energieinfrastruktur beeinflusst neben den Kosten für den Netzbetrieb auch den Zugang zu erneuerbaren Energien und damit die Gesamtkosten für Strom. Darüber hinaus können lokale Steuer- und Abgabensysteme erhebliche Auswirkungen auf die Endverbraucherpreise haben. Unterschiedliche Steuersätze und Abgaben können dazu führen, dass sich die Stromkosten für die Verbraucher in den verschiedenen Regionen Bayerns unterscheiden. In diesem komplexen Zusammenspiel der Faktoren zeigen sich die verschiedenen Ursachen für die im Vergleich zum Bundesdurchschnitt und zu anderen Bundesländern niedrigen Strompreise in Bayern.²⁹

²⁷ Patricia, „Strompreis“.

²⁸ Pressemitteilung Verivox, „Stromrechnung“.

²⁹ t-online, „Strompreise“.

3 Energieeffizienz in Bayern

Im Mittelpunkt dieser Studie steht die Betrachtung der Energieeffizienz in Bayern, wobei die historische Entwicklung sowie gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden im Vordergrund stehen. Durch eine genauere Betrachtung der Fortschritte und Strategien, die im Laufe der Zeit umgesetzt wurden, soll ein umfassendes Verständnis der nachhaltigen Energienutzung in Bayern erreicht werden. Die Analyse dieser Aspekte trägt dazu bei, die Wechselwirkungen zwischen Energieeffizienz, Gebäudeinfrastruktur und Umweltaspekten im regionalen Kontext zu beleuchten.

3.1 Entwicklung der Energieeffizienz

Der Stromverbrauch in Bayern ist in den letzten Jahren aufgrund von Megatrends wie der Digitalisierung sowie der wirtschaftlichen und demografischen Entwicklung gestiegen. Gleichzeitig hat sich die Energieeffizienz in Bayern verbessert. Bayern hat aufgrund des Anstiegs proaktive Maßnahmen ergriffen, um den Energieverbrauch zu senken und gleichzeitig die Effizienz zu steigern. Ein wesentlicher Baustein ist dabei die gezielte Investitionsförderung für Unternehmen. Damit werden Investitionen und Innovationen in energieeffiziente Technologien gefördert, die einerseits die beteiligten Unternehmen unterstützen und andererseits dazu beitragen, die Energienutzung insgesamt zu optimieren. Darüber hinaus hat Bayern spezielle Förderprogramme für Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien aufgelegt. Diese Programme umfassen neben finanziellen Anreizen auch Beratung und technische Unterstützung. Mit diesen ganzheitlichen Ansätzen werden Unternehmen und Kommunen ermutigt, nachhaltige Energielösungen umzusetzen und ihre Energieeffizienz zu steigern. Diese Maßnahmen sind entscheidend für die Senkung des Energieverbrauchs und stärken die Position Bayerns als Vorreiter für eine nachhaltige Energieentwicklung. Ziel der bayerischen Energiepolitik ist eine sichere, nachhaltige und wirtschaftliche Energieversorgung. Der im Mai 2022 verabschiedete Energieplan Bayern setzt auf den konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien. Der Plan sieht vor, die Forschung, die Entwicklung neuer Technologien und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien zu fördern. Besonderer Wert wird auf die Gewährleistung der Sicherheit und Bezahlbarkeit der Energieversorgung gelegt. Der Energieplan Bayern ist Ausdruck des Bekenntnisses der Bayerischen Staatsregierung zu einer energiebewussten und zukunftsorientierten Politik.³⁰

Bayern unterstreicht die Energieeffizienzziele und die Absicht, die Energiewende nachhaltig voranzutreiben. Mit dem Ziel, den PEV bis 2030 um 30 % gegenüber 2008 und bis 2050 um 50 % zu senken, wird ein klarer Plan für den Umbau des Energiesektors vorgelegt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf dem Gebäudesektor, der als Schlüsselsektor für die Erreichung dieser Ziele identifiziert wurde. Um die ehrgeizigen Ziele zu erreichen, werden in Bayern umfassende Strategien

³⁰ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Energieeffizienz in Zahlen 2021“.

und Maßnahmen umgesetzt. Im Bereich der Gebäudesanierung konzentrieren sich die Initiativen auf die verstärkte Förderung der energetischen Sanierung, den Einsatz erneuerbarer Energien und die Integration moderner Technologien zur Energieeinsparung. Damit wird neben dem Energieverbrauch auch der Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) reduziert und ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Die Energieeffizienzziele in Bayern sind ein bedeutender Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung auf nationaler Ebene, aber auch ein wichtiges Signal für andere Regionen und Länder. Die Herausforderungen werden als Chance für Innovation und Fortschritt begriffen und gemeinsame Anstrengungen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene tragen dazu bei, die Energiewende erfolgreich voranzutreiben.³¹

In Bayern werden zahlreiche Regelungen und Initiativen zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt, um die Unternehmen und die gesamte Region energieeffizienter zu machen. Die Verpflichtung der Unternehmen, alle wirtschaftlich sinnvollen Energieeffizienzmaßnahmen innerhalb von 18 Monaten umzusetzen, ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Damit die Unternehmen aktiv an der Verbesserung ihrer Energieeffizienz mitwirken und damit einen nachhaltigen Beitrag zur Energieentwicklung in Bayern leisten, gibt es strenge Vorgaben. Die Verabschiedung dieser Gesetze zeigt den Willen der Bayerischen Staatsregierung, die Förderung erneuerbarer Energien und die effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen voranzutreiben. Um eine flächendeckende Verbesserung der Energieeffizienz in Bayern zu gewährleisten, sollen durch diese Maßnahmen sowohl für Unternehmen als auch für Privatpersonen Anreize geschaffen werden.³²

3.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz für Gebäude

In Bayern wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern. Es gibt sowohl Gesetze als auch Förderprogramme und Initiativen zur Sensibilisierung und Unterstützung. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) regelt die rechtlichen Rahmenbedingungen für energieeffizientes Bauen in Bayern. Es regelt die Erstellung und Verwendung von Energieausweisen und definiert genaue Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden. Darüber hinaus enthält es Regelungen zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden. Eine wegweisende Änderung des GEG, die ab 2023 in Kraft trat, ist die Senkung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs für Neubauten. Der Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes wird von 75 % auf 55 % gesenkt. Die Neuregelung unterstreicht den hohen Stellenwert, den Bayern der weiteren Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden beimisst. Bauherren und Planer werden durch die Gesetzesänderung noch stärker motiviert, neue Technologien und Konzepte zu integrieren, um die Energiebilanz von Neubauten zu verbessern. Die geplante Reduzierung des Primärenergiebedarfs ist ein großer Schritt in Richtung Nachhaltigkeit und fördert die Entwicklung und Umsetzung

³¹ EU, Bundesregierung, BMWK, UBA, BMUV, Bayerische Staatsregierung, „Klimaschutz und Energieeffizienz: Überblick politischer Ziele und Maßnahmen - IZU“.

³² vbw 2023, „Neue Vorgaben zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung“.

energieeffizienter Bauweisen und Technologien in Bayern. Das GEG entwickelt sich zu einem wichtigen Instrument zur Verbesserung der Standards für umweltgerechtes und nachhaltiges Bauen im Freistaat.³³

Zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden gibt es in Bayern zahlreiche Initiativen, die Förderprogramme anbieten. Eine wichtige Initiative zur Förderung der Verwendung von Baustoffen aus Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen ist das bayerische Holzbauförderprogramm. Neben der energetischen Optimierung von Gebäuden wird auch die Verwendung umweltfreundlicher Baustoffe gefördert. Das Sonderprogramm Bäderförderung ist ein weiteres wichtiges Förderprogramm, das Maßnahmen zur energetischen Sanierung kommunaler Gebäude und Einrichtungen, insbesondere von Schwimmbädern, unterstützt. Diese finanziellen Anreize tragen zur Modernisierung öffentlicher Einrichtungen bei und erleichtern die Umsetzung energetischer Verbesserungen. Darüber hinaus bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) verschiedene Förderprogramme zum energetischen Bauen und Sanieren an, um Bauherren und Hauseigentümern finanzielle Anreize für energieeffizientes Bauen zu geben. Mit dem Ziel, den Energieverbrauch von Gebäuden deutlich zu senken, bieten die KfW-Programme Zuschüsse und zinsgünstige Kredite für Neubauten und Sanierungsvorhaben. In Bayern gibt es zahlreiche Möglichkeiten, durch die Förderung von Gebäuden die Energieeffizienz zu steigern und den Weg in eine nachhaltige Energiezukunft zu ebnet.³⁴

Ein wichtiges Beispiel ist die Förderung von Energieeffizienz-Netzwerken, die den Unternehmen, Expertinnen und Experten eine Plattform zum Informationsaustausch bieten. Gemeinsam werden konkrete Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduzierung von Emissionen erarbeitet. Mit der Förderung solcher Netzwerke unterstreicht Bayern sein Engagement für eine kooperative und zielgerichtete Zusammenarbeit aller Beteiligten, um gemeinsam den Energieverbrauch zu senken. Ein weiteres wegweisendes Projekt in Bayern ist "e% - Energieeffizienter Wohnungsbau". In diesem experimentellen Wohnungsbauprojekt werden innovative Lösungen zur Energieeinsparung im Wohnungsbau gefördert und umgesetzt. Neben der Senkung des Energieverbrauchs in Wohngebäuden werden nachhaltige Bau- und Wohnformen durch den gezielten Einsatz neuer Technologien und Energiekonzepte gefördert. Das Projekt ist ein wichtiges Instrument, um neue Wege zu erproben und letztlich den Weg für innovative, energieeffiziente Bauprojekte zu ebnet. Dabei zeigt sich, dass in Bayern neben technologischen Lösungen auch innovative Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden im Mittelpunkt der Initiativen und Maßnahmen stehen.³⁵

³³ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, „Rechtliche Grundlagen zum Thema Gebäude und Energie - Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr“.

³⁴ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, „Förderprogramme im Bereich Gebäude und Energie - Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr“.

³⁵ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, „Gebäude und Energie - Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr“.

4 Planung der Energiegewinnung mit erneuerbaren Energien am Beispiel Grafenau

Der folgende Abschnitt konzentriert sich auf die zielorientierte Planung der Energieerzeugung unter Einbeziehung erneuerbarer Energien am Beispiel von Grafenau. Dabei werden verschiedene Planungsinstrumente im Bereich der erneuerbaren Energien betrachtet und die Relevanz der verfügbaren Daten für die strategische Planung analysiert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Erhebung und Verfügbarkeit von Daten zur regenerativen Energieerzeugung in Grafenau, gefolgt von einer detaillierten Analyse, Interpretation der Ergebnisse und darauf aufbauenden Schlussfolgerungen. Modelle und Simulationswerkzeuge für ein effizientes Datenmanagement werden ebenfalls behandelt. Anschließend wird die Ertragsmesszahl als zentrales Bewertungskriterium für die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung diskutiert und Ausschlussflächen zur Ermittlung von Potenzialflächen für die Nutzung erneuerbarer Energien identifiziert.

4.1 Planungsinstrumente im Bereich erneuerbaren Energie

Planungsinstrumente für erneuerbare Energien spielen eine zentrale Rolle bei der Integration und Förderung nachhaltiger Energiequellen. Diese Instrumente sind äußerst vielfältig und umfassen verschiedene Aspekte, darunter die kommunale Bauleitplanung, die Raumplanung und die Governance-Prozesse. Die kommunale Bauleitplanung bietet Städten und Gemeinden die Möglichkeit, die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, wie Photovoltaik- und Windkraftanlagen, gezielt zu steuern und zu lenken. Auf nationaler Ebene hat die Raumplanung durch die Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung einen entscheidenden Einfluss auf den Ausbau erneuerbarer Energien und gibt damit die Richtung für eine nachhaltige Entwicklung vor. Neben diesen planerischen Aspekten sind Governance-Prozesse von entscheidender Bedeutung. Diese Prozesse spielen eine Schlüsselrolle, um die erfolgreiche Integration erneuerbarer Energien voranzutreiben und mögliche Probleme und Konflikte zu bewältigen. Die Festlegung klarer Regeln, die Einbeziehung verschiedener Interessengruppen und transparente Entscheidungsprozesse sind entscheidend, um eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Regierungen, Kommunen, Unternehmen und der Zivilgesellschaft ist dabei unerlässlich. Nur so kann eine umfassende und harmonische Integration der erneuerbaren Energien in die bestehende Infrastruktur gewährleistet werden. Dieser kooperative Ansatz ermöglicht die effiziente Nutzung erneuerbarer Ressourcen und trägt zur Schaffung einer nachhaltigen Energieinfrastruktur bei, die den Anforderungen sowohl der Gegenwart als auch der Zukunft gerecht wird.³⁶

Der koordinierte Einsatz dieser Instrumente ist ein entscheidender Faktor, um neben einer effizienten auch eine optimale Integration und Nutzung erneuerbarer Energien zu gewährleisten. Diese Instrumente sind auf nationaler als auch auf internationaler Ebene von großer Bedeutung.

³⁶ Fischer, „Werkzeuge für die treibhausgasneutrale Kommune: Erneuerbare Energien in der Bauleitplanung“.

Deutschland nimmt beim Ausbau der erneuerbaren Energien weltweit eine Vorreiterrolle ein und kann als wegweisendes Beispiel für andere Länder dienen. Die erfolgreiche Koordination und Anwendung dieser Instrumente ist für Deutschland und die globale Energiewende von hoher Bedeutung. Die internationalen Implikationen gehen über die Landesgrenzen hinaus. Deutschland hat die Chance, durch den Austausch von Best-Practice-Beispielen und die Weiterentwicklung innovativer Lösungen einen wichtigen Beitrag zur globalen nachhaltigen Energieentwicklung zu leisten. Das Wissen und die Erfolge, die Deutschland im Bereich der erneuerbaren Energien erzielt hat, können als wertvolle Ressource dienen, von der die internationale Gemeinschaft profitieren kann. Durch den globalen Austausch von Know-how und Best Practices lassen sich die Herausforderungen einer nachhaltigen Zukunft im Energiebereich global angehen. Die enge Zusammenarbeit zwischen den Nationen eröffnet die Chance, Synergien zu schaffen und durch gemeinsame Anstrengungen eine umweltverträgliche und nachhaltige Energiezukunft weltweit zu gestalten. Damit kann Deutschland neben einer Vorreiterrolle bei der Energiewende auch eine aktive Rolle als Befürworter und Unterstützer einer globalen Bewegung hin zu klimafreundlichen Energielösungen einnehmen.³⁷

4.2 Berücksichtigung der verfügbaren Daten und deren Bedeutung für die Planung

Die sorgfältige Berücksichtigung der verfügbaren Daten und ein tiefes Verständnis ihrer Bedeutung im Kontext der Planung erneuerbarer Energien sind für einen erfolgreichen Übergang zu einer nachhaltigeren Energieversorgung erforderlich. Für eine genaue Analyse der aktuellen Energiesituation und damit als Grundlage für die Entwicklung strategischer Maßnahmen spielt eine umfassende Datenbasis eine entscheidende Rolle. Neben einer effektiveren Umsetzung nachhaltiger Energieprojekte stärkt dieser auf Fakten basierende Ansatz das Vertrauen der Stakeholder durch eine sachliche Entscheidungsfindung. Die Integration von Informationen in die Planung erneuerbarer Energien eröffnet die Möglichkeit, regionale Potenziale gezielt zu nutzen. Dies bedeutet, dass durch eine detaillierte Analyse vorhandener Daten die spezifischen Stärken und Möglichkeiten einer Region besser herausgearbeitet werden können. Gleichzeitig können aber auch mögliche Herausforderungen und Risiken identifiziert werden, die während des Umstellungsprozesses auftreten können. Durch das frühzeitige Erkennen dieser Aspekte können geeignete Strategien entwickelt werden, um diese Hürden zu überwinden und die Umsetzung nachhaltiger Energieprojekte zu optimieren. Die Möglichkeit, strategische Entscheidungen auf einer soliden Datenbasis zu treffen, schafft Glaubwürdigkeit und ermöglicht einen partizipativen Ansatz, bei dem die Interessen und Belange aller relevanten Akteure angemessen berücksichtigt werden. Dies erhöht die Effektivität und Akzeptanz von nachhaltigen Energieprojekten in der Kommune.³⁸

Eine genauere Vorhersage und Steuerung der Energienachfrage und -erzeugung werden entscheidend dazu beitragen, die Volatilität der erneuerbaren Energien effektiver zu managen. In diesem

³⁷ Klagge und Arbach, *Governance-Prozesse für erneuerbare Energien*.

³⁸ E.ON SE 2023, „Warum Daten Der Schlüssel Zur Energiewende Sind“.

Zusammenhang ist es wichtig, dass Energieunternehmen Datenexperten werden, um die komplexen Anforderungen des Energiemarktes zu verstehen und ihren Kunden Produkte und Dienstleistungen anzubieten. Die zunehmende Digitalisierung und Analyse großer Datensätze ermöglicht nicht nur eine genauere Einschätzung der Energiesituation. Sie erlaubt auch die Entwicklung effizienterer, schnellerer und automatisierter Prozesse. Diese datengetriebenen Analysen führen zu einer optimierten Anpassung an die dynamischen Anforderungen des Energiemarktes. Durch die erweiterte Datennutzung können Energieflüsse besser prognostiziert und Engpässe vermieden werden, welches insgesamt zu einer stabileren und zuverlässigeren Energieversorgung führt. Darüber hinaus ermöglicht der datenorientierte Ansatz eine kontinuierliche Optimierung der Betriebsabläufe. Dies führt zu Kosteneinsparungen sowie einer Verringerung der Umweltbelastung. Ein weiterer wichtiger Aspekt der datengestützten Methodik ist die Förderung von Kundenorientierung und Innovation im Energiesektor. Durch die Analyse von Kundenverhaltensdaten können Energieunternehmen die Bedürfnisse und Präferenzen ihrer Kunden besser verstehen. Dies wiederum ermöglicht es, Dienstleistungen anzubieten, die einerseits den individuellen Bedürfnissen entsprechen und andererseits einen höheren Mehrwert schaffen. Die Nutzung von Daten trägt dazu bei, die Herausforderungen im Bereich der erneuerbaren Energien zu bewältigen und eine dynamische und kundenorientierte Innovationskultur in der Energiewirtschaft zu fördern.³⁹

Die Veröffentlichung einer Studie zur Datenwirtschaft im Energiesektor durch die Deutsche Energie-Agentur unterstreicht die wachsende Bedeutung von Datenaustauschbeziehungen für die Energiewende. Der Zugang zu umfassenden Datensätzen wird als entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit und Produktivität der Branche herausgestellt. Unternehmen, die diese Ressourcen effektiv nutzen, positionieren sich im Vorteil. Sie betont, dass der langfristige Erfolg in der dynamischen Energiewirtschaft maßgeblich von Investitionen und Kompetenzen im Datenmanagement abhängt. Diese Erkenntnisse unterstreichen die zentrale Rolle der Datenwirtschaft für die Zukunft der Energiewirtschaft und die Notwendigkeit für Unternehmen, ihre Strategien auf datenbasierte Lösungen auszurichten. Die Ergebnisse der Studie liefern eine klare Situationsanalyse und wertvolle Handlungsempfehlungen. Unternehmen sind aufgefordert, ihre strategische Ausrichtung der Bedeutung von Daten anzupassen, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Fokussierung auf datenbasierte Lösungen wird dazu beitragen, die Herausforderungen der Energiewende besser zu bewältigen und die Innovations- und Anpassungsfähigkeit der Branche zu stärken. Investitionen in Datenmanagement und -analyse sind daher entscheidend, um die Chancen der sich wandelnden Energiewirtschaft optimal zu nutzen.⁴⁰

Im Bereich der erneuerbaren Energien spielen neben technologischen Fortschritten auch intelligente Softwarelösungen eine entscheidende Rolle bei der Projektumsetzung. Ein Beispiel ist das Start-up Reonic, welche innovative Software für Solarinstallateure und Energieversorger entwickelt. Ziel ist es, die Effizienz und Kundenorientierung bei der Planung und dem Vertrieb von Solarprojekten zu

³⁹ BDEW, „Was bedeutet die Digitalisierung für die Energiewirtschaft?“

⁴⁰ „ANALYSE_Die_Datenoekonomie_in_der_Energiewirtschaft.pdf“.

verbessern. Der intelligente Einsatz digitaler Werkzeuge kann sowohl die Ressourcennutzung verbessern als auch kosten- und zeitintensive Prozesse deutlich vereinfachen. Es wird deutlich, dass die effiziente Nutzung von Daten einen entscheidenden Beitrag zum Gelingen der Energiewende leistet. Unternehmen wie Reonic tragen mit ihren Softwarelösungen dazu bei, die Potenziale der erneuerbaren Energien optimal zu nutzen. Innovative Softwarelösungen sind damit ein wichtiger Baustein, um die komplexen Herausforderungen der Energiewende zu meistern und den Weg in eine nachhaltige Energiezukunft zu ebnen. Ihre Rolle reicht von der Effizienzsteigerung in der Planung bis hin zur Erleichterung der Projektumsetzung. Letztlich führt dies zu einer beschleunigten Integration erneuerbarer Energien in die bestehende Energieinfrastruktur. ⁴¹

4.3 Erhebung und Verfügbarkeit der Daten zur erneuerbaren Energieerzeugung in Grafenau

Im Landkreis Grafenau werden zahlreiche Initiativen und Informationsquellen genutzt, um detaillierte Daten zur regenerativen Energieerzeugung zu sammeln und transparent darzustellen. Ein herausragendes Instrument ist das integrierte Klimaschutzkonzept des Landkreises Freyung-Grafenau, das im Zeitraum von September 2021 bis Februar 2023 erstellt wurde. Dieses ambitionierte Konzept beinhaltet eine detaillierte Analyse der aktuellen Energieverbräuche und Emissionen der Kommune. Grundlage für die Konzepterstellung ist die Erhebung umfangreicher Energieverbrauchsdaten in den Kernbereichen Strom, Wärme und Verkehr. Im Jahr 2019 wurden im Landkreis Freyung-Grafenau insgesamt 2.334.944 Megawattstunde (MWh) Energie verbraucht. Mit 76 % liegt der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 42 %. Dagegen lag der Anteil erneuerbarer Energien im Wärmesektor bei nur 15 % und im Verkehrssektor bei nur 1 %. Diese Zahlen unterstreichen die Dringlichkeit, eine solide Grundlage für die Entwicklung innovativer Maßnahmen im Bereich der erneuerbaren Energien zu schaffen. Das Klimaschutzkonzept dient neben einer Bestandsaufnahme auch als Leitfaden für gezielte Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Energienutzung in der Region. Dies zeigt sich in der Vielzahl der Datenquellen und Initiativen. Die sorgfältige Sammlung und Auswertung dieser Informationen schafft Klarheit und eine solide Grundlage für die zukünftige Ausrichtung auf erneuerbare Energien in Grafenau. Dieser datenbasierte Ansatz unterstreicht die Bedeutung fundierter Entscheidungsprozesse für eine nachhaltige Energieentwicklung auf lokaler Ebene und verdeutlicht das Engagement der Gemeinde für eine effektive Umsetzung der Energiewende. ⁴²

⁴¹ Prof. Dr. Markus Große Ophoff, „Effiziente Planung von Erneuerbare-Energien-Projekten“.

⁴² „Integriertes_Klimaschutzkonzept_Kurzfassung.pdf“.

4.4 Analyse der verfügbaren Daten zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Grafenau

Die Stadt Grafenau setzt konsequent auf erneuerbare Energien wie Photovoltaik, Windkraft, Biomasse und Wasserkraft. Besonders hervorzuheben ist die bedeutende Rolle der Photovoltaik. Mit 653 installierten Anlagen und einer Gesamtleistung von 11.373,51 Kilowatt-Peak (kWp) leistet die Stadt einen großen Beitrag zur nachhaltigen Energieerzeugung. Jährlich werden ca. 11.211.008,45 kWh Strom erzeugt, das sind 70,5 % des gesamten Stromverbrauchs aller Einwohnerinnen und Einwohner. Diese Zahlen spiegeln das Engagement Grafenaus für eine nachhaltige Energiezukunft wider. Der Einsatz der Photovoltaik-Technologie unterstreicht die Wirksamkeit der Erneuerbare-Energien-Strategie der Stadt und positioniert Grafenau als Vorbild für andere Kommunen auf dem Weg zu einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Energieversorgung. Der Beitrag der Stadt zur Deckung ihres Strombedarfs aus erneuerbaren Energien ist beachtlich und zeigt den Erfolg ihrer Energiepolitik. Dieses Engagement setzt einen positiven Trend und unterstreicht die Bedeutung lokaler Initiativen für eine nachhaltige Energiezukunft. ⁴³

Der Großteil der Energie aus Biomasse wird in Grafenau durch die umweltfreundliche Nutzung von Holzhackschnitzeln gewonnen, die durch kontrollierte Verbrennung erzeugt werden. Ein Meilenstein in dieser Entwicklung ist das Nahwärmenetz Grafenau, das 2018 in Betrieb genommen wurde und 4.591 MWh Wärme pro Jahr nachhaltig erzeugt. Damit wird die Energieversorgung der Stadt optimiert. Ressourcen werden effizienter genutzt und die Umwelt nachhaltig entlastet. Derzeit sind rund 48 Gebäude an das Fernwärmenetz angeschlossen und profitieren so von der umweltfreundlichen Energiequelle. Die Umsetzung des Nahwärmenetzes zeigt, dass die Gemeinde Grafenau neben der Förderung erneuerbarer Energien auch ein wachsendes Bewusstsein für nachhaltige Energiequellen hat. Dieser Trend zeigt sich neben der technologischen Entwicklung auch in der Beteiligung der Bevölkerung an diesem wichtigen Fortschritt. Die Tatsache, dass zahlreiche Gebäude an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, zeigt den aktiven Beitrag der Stadt zur Schaffung einer umweltfreundlichen Energieversorgung und verdeutlicht die Beteiligung der Gemeinde an diesem wegweisenden Projekt. ⁴⁴

Die Bedeutung der Wasserkraft für die Energieerzeugung im Landkreis Grafenau ist von enormer Wichtigkeit. Die Landschaft des Landkreises Freyung-Grafenau ist geprägt von insgesamt 140 Wasserkraftwerken, die einen wichtigen Beitrag zur Energieversorgung leisten. Hervorzuheben ist, dass in der Kreisstadt Freyung sogar 80 % des gesamten Strombedarfs durch Wasserkraft gedeckt werden. Diese Zahl verdeutlicht die nachhaltige und hocheffiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen in der Region und unterstreicht das ökologische Verantwortungsbewusstsein von Bürgern und Unternehmen. Die Verbindung von Technik und Natur bei der Energiegewinnung macht Grafenau zu einem Vorreiter in Sachen Nachhaltigkeit. Hier wird gezeigt, wie eine harmonische Verbindung

⁴³ Eugen, „Photovoltaik Grafenau » Firmen, Rechner & Angebote“.

⁴⁴ WIR WÄRMEN KG, „Nahwärme Grafenau“.

zwischen Region und Umwelt die Energiebilanz positiv beeinflussen kann. Das Projekt setzt Maßstäbe für eine umweltfreundliche Energieerzeugung. Es ist auch ein Beispiel dafür, wie Kommunen durch die intelligente Nutzung ihrer natürlichen Ressourcen eine Vorreiterrolle für eine nachhaltige und umweltschonende Energiezukunft einnehmen können. In Grafenau wird sowohl Energie erzeugt als auch ein wegweisender Weg für eine ökologisch verantwortungsvolle Energiegewinnung beschritten.⁴⁵

4.5 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerung

Die Stadt Grafenau verfolgt konsequent ihre Strategie zur Nutzung erneuerbarer Energien und setzt dabei auf eine breite Palette von Technologien zur Deckung ihres Energiebedarfs. Mit 653 installierten Photovoltaikanlagen und einer Gesamtleistung von 11.373,51 kWp, die 70,5 % des gesamten Stromverbrauchs der Einwohner erzeugen, unterstreicht die Stadt ihr klares Bekenntnis zu einer nachhaltigen Energiezukunft. Diese Zahlen verdeutlichen die Effektivität, aber auch die hohe Effizienz der Photovoltaik bei der großtechnischen Energieerzeugung. Energie aus Biomasse, die hauptsächlich durch die Verbrennung von Holzhackschnitzeln gewonnen wird, leistet ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung Grafenaus. Die Inbetriebnahme des Nahwärmenetzes Grafenau im Jahr 2018 stellt einen wichtigen Schritt in Richtung einer umweltfreundlicheren Energieversorgung dar. Die Tatsache, dass bereits 48 Gebäude an das Netz angeschlossen sind, unterstreicht das wachsende Bewusstsein der Gemeinde für nachhaltige Energiequellen. Wasserkraft spielt bei der Energiegewinnung in Grafenau eine entscheidende Rolle, wie die Existenz von 140 Wasserkraftwerken im Landkreis Freyung-Grafenau zeigt. Ein Beispiel für den effizienten Umgang mit natürlichen Ressourcen ist die Kreisstadt Freyung, die 80 % ihres Strombedarfs aus Wasserkraft deckt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Grafenau ein Engagement für erneuerbare Energien zeigt und eine breite Palette von Technologien einsetzt, um seinen Energiebedarf zu decken. Trotz dieses Engagements gibt es noch Raum für Verbesserungen, insbesondere im Bereich der Windenergie. Die Stadt zeigt, dass eine nachhaltige Energieversorgung durch aktives kommunales Engagement und die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen möglich ist und bleibt offen für Innovationen und Fortschritte in diesem Bereich.

4.6 Verwendung von Modellen und Simulationswerkzeugen zur Datenverwaltung

Um genaue Daten über die Sonneneinstrahlung und die Energieproduktion von Photovoltaikanlagen zu erhalten, kann die Stadt Grafenau vom Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) der Europäischen Union profitieren. PVGIS berücksichtigt eine Vielzahl von Technologien und Konfigurationen und bietet freien und offenen Zugang zu umfassenden Daten über das Potenzial der Photovoltaik. Die Plattform ermöglicht die genaue Berechnung der Sonneneinstrahlung und der

⁴⁵ Martin, „Der nächste Energie-Gau“.

Energieproduktion von Photovoltaikanlagen an nahezu jedem Ort der Welt. Die besondere Stärke des Systems liegt darin, dass keine Registrierung erforderlich ist und es somit der Stadt Grafenau und anderen Interessenten einfach und unbürokratisch zur Verfügung steht. Das PVGIS bietet eine umfassende Dokumentation sowie Application Program Interfaces (API), die einen schnellen und automatisierten Datenzugriff ermöglichen, um den Zugang zu erleichtern. Diese Funktionen sollen den Anwendern helfen, effizient zu arbeiten und die Informationen nahtlos in bestehende Prozesse zu integrieren. Zusätzlich zu den oben genannten Vorteilen bietet das PVGIS benutzerfreundliche Karten der Solarenergieressourcen und des Photovoltaikpotenzials auf nationaler oder regionaler Ebene. Diese Karten können exportiert werden, um die Daten in verschiedenen Kontexten zu nutzen und zu präsentieren. Durch die Integration von PVGIS in die Planung der Stadt Grafenau können fundierte Entscheidungen getroffen werden, um das gesamte Potenzial der Solarenergie in der Region optimal zu nutzen. Das System ermöglicht die genaue Analyse der Sonneneinstrahlung und bietet Werkzeuge, um die bereitgestellten Daten effizient zu verwalten und für eine nachhaltige Energieplanung zu nutzen. ⁴⁶

Nach sorgfältiger Analyse der Photovoltaik-Leistung mit Hilfe des PVGIS der Europäischen Kommission unter Verwendung spezifischer Parameter konnten sehr aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden. Es wurden Einstrahlungsdaten aus der Datenbank Photovoltaic Geographical Information System - Solar Radiation and Harmonization, Version 2 (PVGIS-SARAH2) verwendet, wobei als Photovoltaik-Technologie kristallines Silizium mit einer maximal installierten Photovoltaik-Leistung von 1 kWp, einem angenommenen Systemverlust von 14 %, einer Freiaufstellung und einer Neigung von 35 Grad zugrunde gelegt wurde. Das PVGIS Information System bietet eine umfassende Informationsbasis für die Analyse des Photovoltaik-Potenzials, einschließlich der Sonneneinstrahlung und des Potenzials für verschiedene Photovoltaik-Technologien und -Konfigurationen. Die Plattform bietet somit auch detaillierte Karten der Solarenergieressourcen und des Photovoltaikpotenzials für verschiedene Länder oder Regionen. Durch diese gründliche Analyse wird das Potenzial für die Installation von Photovoltaik-Anlagen an einem bestimmten Standort genau abgeschätzt und die zu erwartende Energieproduktion präzise prognostiziert. Damit bilden sie eine solide Grundlage für die Planung und Umsetzung von Photovoltaik-Projekten und bieten eine fundierte Entscheidungsbasis für eine nachhaltige Energieerzeugung. Präzise Daten ermöglichen eine exakte Abschätzung der Energieerträge und liefern wertvolle Informationen über optimale Parameter und Konfigurationen von standortspezifischen Photovoltaikanlagen. Dies erleichtert die Entwicklung effizienter und zielgerichteter Strategien zur Förderung von Photovoltaik-Projekten und unterstützt damit eine nachhaltige Energieentwicklung. ⁴⁷

⁴⁶ Europäische Union, 1995–2023, „Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)“.

⁴⁷ Europäische Kommission, Abteilung für Energieeffizienz und erneuerbare Energien des Gemeinsamen Forschungszentrums, „JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) – Europäische Kommission“.

Horizontlinie

(C) PVGIS, 2023

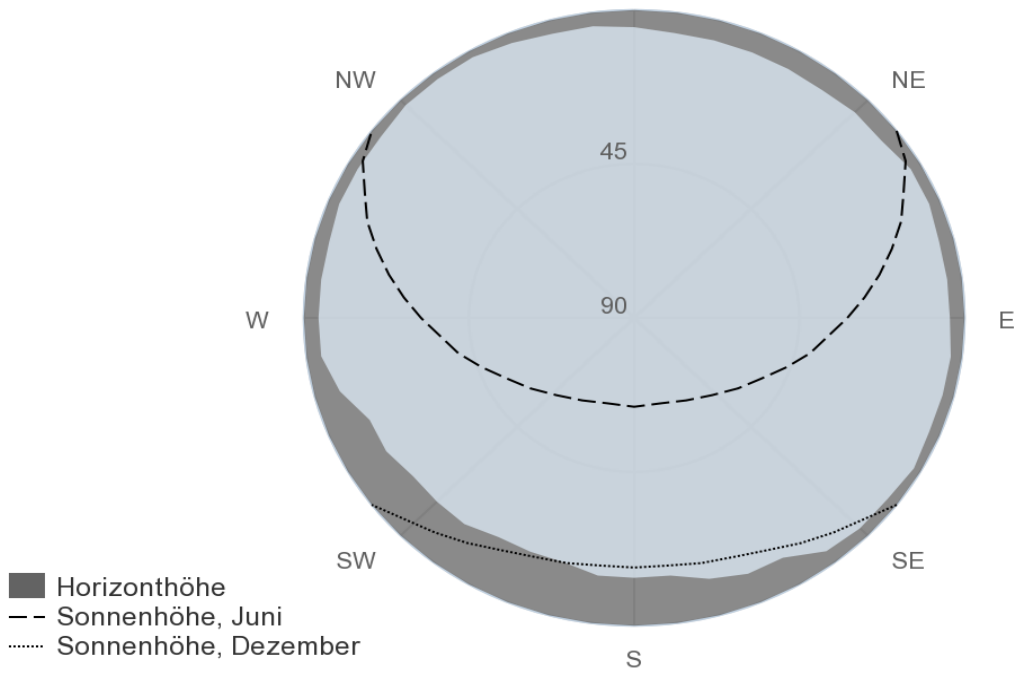


Abbildung 6: Horizontlinie, Stand Dezember 2023

Energieertrag pro Monat von PV-Anlage mit fester Neigung

(C) PVGIS, 2023

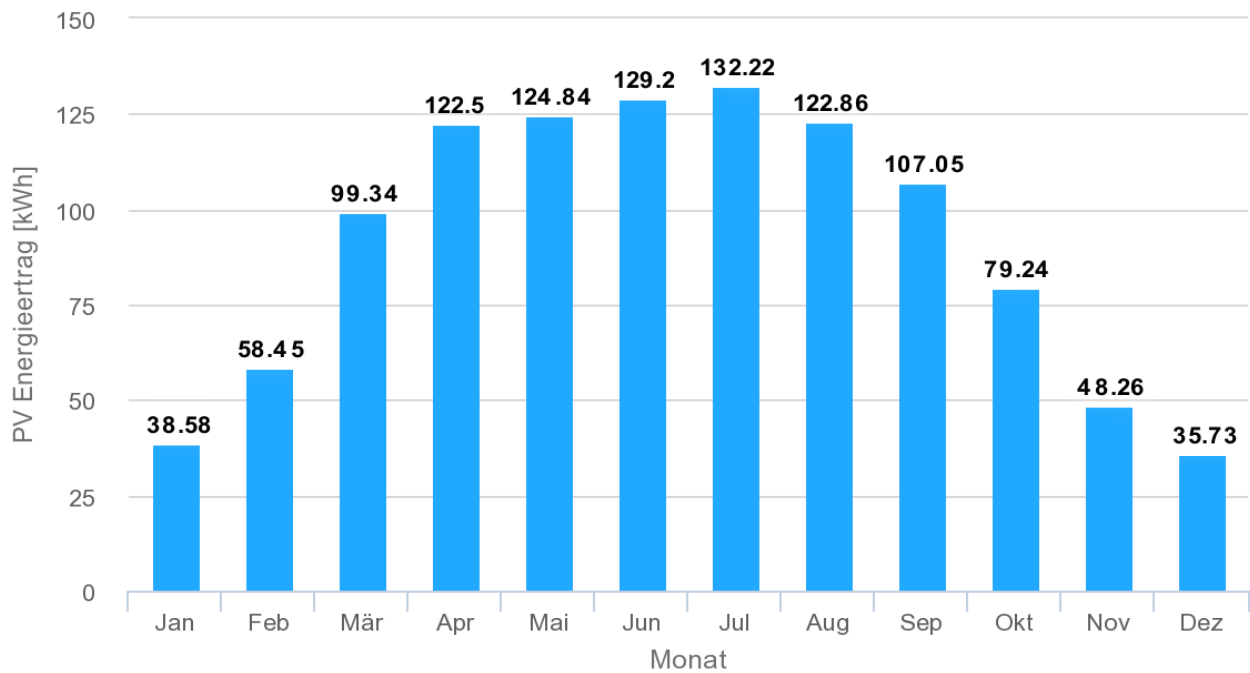


Abbildung 7: Energieertrag pro Monat von PV-Anlage mit fester Neigung, Stand Dezember 2023

Quelle: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/

4.7 Ertragsmesszahl als Bewertungskriterium für die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung

Für die Beurteilung der natürlichen Ertragsfähigkeit eines Gebietes ist bei landwirtschaftlich genutzten Flächen die Ertragsmesszahl von großer Bedeutung. Ihre Berechnung basiert auf den detaillierten Ergebnissen der gesetzlichen Bodenschätzung für jede landwirtschaftlich genutzte Parzelle. Die Ertragsmesszahl ergibt sich aus der Fläche oder Teilfläche eines Grundstücks in Arbeitsraum (Ar) (100 Quadratmeter) und der ermittelten Wertzahl. Die Ertragsmesszahl ist somit eine Größe für Landwirte und landwirtschaftliche Betriebe, da sie das Ertragspotenzial einer bestimmten Fläche darstellt. Diese Messgröße ist für die Planung und Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen, aber auch für die nachhaltige Landnutzung und die strategische Ausrichtung landwirtschaftlicher Betriebe von Bedeutung. Die Ertragsmessung trägt neben der effizienten Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen auch zur Förderung nachhaltiger Praktiken und zur Optimierung der Ressourcennutzung bei. Ihre Anwendung ermöglicht die Entwicklung fundierter landwirtschaftlicher Strategien, die sowohl ökonomische als auch ökologische Aspekte berücksichtigen.⁴⁸

In der Energieerzeugung, insbesondere bei den erneuerbaren Energien, gewinnt die Ertragsmessung zunehmend an Bedeutung. Es ist wichtig, die spezifischen Anforderungen des Szenarios zu berücksichtigen, um eine genaue Ertragsmessung zu gewährleisten und die genauen Details können je nach den Umständen variieren. Um die komplexe Bewertung der Energieerzeugung und -nutzung effektiv zu bewältigen, ist eine maßgeschneiderte Analyse erforderlich. Die Ertragsmessung ermöglicht eine präzise Planung und Optimierung von Erneuerbare-Energien-Anlagen und trägt zu einer nachhaltigen Nutzung erneuerbarer Energien bei. Angesichts der Vielfalt erneuerbarer Energiequellen ist eine genaue Ertragsmessung unerlässlich, um Effizienz und Rentabilität zu maximieren. Diese Messungen dienen als Grundlage für datenbasierte Energieentscheidungen und tragen zu einer umfassenden Bewertung der Leistung von Erneuerbare-Energien-Anlagen bei. Die kontinuierliche Verbesserung der Methoden zur Leistungsmessung wird die Effizienz und Nachhaltigkeit erneuerbarer Energiesysteme verbessern.⁴⁹

Die Ertragsmessung ist ein wichtiger Indikator für die Wirtschaftlichkeit der Flächennutzung im Bereich der Energieerzeugung, insbesondere bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Ihr Vorteil liegt darin, dass die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung auf bestimmten Flächen beurteilt werden kann. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung kann die Stadt Grafenau die Ertragsmesszahl nutzen. Sie hilft bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Flächennutzung für Energieerzeugungsanlagen. Es ist wichtig zu betonen, dass die Ertragsmessung nur einer von vielen Faktoren ist, die bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung berücksichtigt werden sollten. Neben der Ertragsmessung müssen auch Ressourcenverfügbarkeit, Kosten, technische Machbarkeit und Umweltauswirkungen berücksichtigt werden. Die Kombination dieser

⁴⁸ Bundesministerium für Finanzen, „Land- und forstwirtschaftliches Vermögen/Bodenschätzung“.

⁴⁹ BLHV, „Auf den Standort kommt es an - BLHV“.

verschiedenen Elemente ergibt ein detailliertes Bild, das eine umfassende Bewertung von Energieerzeugungsbereichen ermöglicht. Eine umfassende Analyse hilft, die verschiedenen Schwierigkeiten und Möglichkeiten der Energieerzeugung auf bestimmten Flächen in Grafenau besser zu verstehen und zu optimieren.^{50 51}

4.8 Ausschlussflächen als potenzielle Flächen für die Nutzung erneuerbaren Energien

Ausschlussflächen sind Flächen, die aus verschiedenen Gründen für bestimmte Nutzungen, wie zum Beispiel die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien, nicht geeignet sind. In Grafenau gibt es zahlreiche Kriterien und Regelungen, die genau festlegen, welche Flächen als Ausschlussflächen zu betrachten sind. Hauptziel ist es, eine nachhaltige Nutzung und Entwicklung der Flächenressourcen zu fördern und gleichzeitig den Schutz sensibler und ökologisch bedeutsamer Gebiete zu gewährleisten. Die festgelegten Richtlinien berücksichtigen ökonomische, ökologische und soziale Aspekte, um eine ausgewogene und verantwortungsvolle Flächennutzung in der Region zu gewährleisten. Für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen gibt es in Grafenau einen detaillierten Anforderungskatalog. In diesem sorgfältig erarbeiteten Leitfaden sind die Ausschluss- und Restriktionsflächen, die für Photovoltaikanlagen ungeeignet sind, genau aufgeführt. Diese Flächen unterliegen verschiedenen Anforderungen, insbesondere Flächen, die direkt an Wohngebiete angrenzen, können nicht für Photovoltaikanlagen genutzt werden. Die Flächen werden gezielt für die Entwicklung von Wohn- und Gewerbegebieten genutzt, um eine harmonische Verbindung zwischen städtischer Infrastruktur und erneuerbaren Energiequellen zu gewährleisten. Die Ausweisung von maximal 8 Hektar pro Solarpark ist ein weiteres wichtiges Kriterium in diesem Katalog, um die Größe der Photovoltaikanlagen zu begrenzen und gleichzeitig die Landschaftsästhetik und das ökologische Gleichgewicht zu erhalten. Darüber hinaus dürfen mehrere Photovoltaik-Freiflächenanlagen nicht größer als 8 Hektar sein, da sie aufgrund der geringen Entfernung zueinander als eine Einheit betrachtet werden. Ein weiterer Schutzmechanismus sieht vor, dass pro Kalenderjahr nur für maximal 2 Photovoltaik-Freiflächenanlagen ein Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden darf. In der Region Donau-Wald, zu der auch Grafenau gehört, sind Vorrang-, Vorbehalts- und Ausschlussgebiete für Windkraftanlagen ausgewiesen. Die Karte "Windenergie" im Regionalplan zeigt die genaue Lage und Abgrenzung dieser Gebiete. Dadurch wird eine schrittweise Entwicklung unter Berücksichtigung der städtebaulichen und infrastrukturellen Anforderungen gewährleistet. Ein weiterer Faktor ist die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen, wobei darauf geachtet wurde, dass die ausgewählten Standorte eine geringe landwirtschaftliche Nutzfläche aufweisen. Dies wird durch eine Anzahl von weniger als 36 Ackerflächen und weniger als 39 Grünlandflächen gekennzeichnet. Durch die sorgfältige Auswahl und Festlegung der Kriterien strebt die Stadt

⁵⁰ „Handout_PV_Freiflaechen_20210427.pdf“.

⁵¹ Karina Wächter und Dennis Junk, „Landtag Rheinland-Pfalz 18. Wahlperiode“.

Grafenau eine ausgewogene und nachhaltige Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien und der Flächennutzung an.⁵²

In den raumbedeutsamen Ausschlussgebieten dürfen keine Windenergieanlagen errichtet werden. Hauptzweck dieser Regelung ist es, bestimmte Gebiete von der Errichtung raumbedeutsamer Windenergieanlagen freizuhalten. Damit soll die Windenergienutzung gezielt gesteuert und begrenzt werden. Mit der Festlegung von Ausschlussgebieten werden verschiedene Ziele verfolgt. Darüber hinaus ist es wichtig, dass andere raumrelevante Themen wie Umwelt- und Naturschutz angemessen berücksichtigt werden. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Nutzung erneuerbarer Energien mit dem Schutz sensibler Landschafts- und Naturräume in Einklang zu bringen. Eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der Windenergienutzung wird daher durch eine sorgfältige Planung und Festlegung von Vorrang- und Ausschlussgebieten angestrebt, die die unterschiedlichen Interessen und Aspekte der Donau-Wald-Region in Einklang bringt.⁵³

⁵² Hirsch & Wöfl GmbH, „Kriterienkatalog: Stadt Grafenau“.

⁵³ 2023 Region Donau-Wald, „B III – Energie“.

5 Potenziale und Herausforderungen in Grafenau

Der folgende Teil widmet sich den Potenzialen und Herausforderungen im Bereich der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Grafenau. Im Vordergrund stehen dabei die Möglichkeiten der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien sowie die Herausforderungen, die sich bei der praktischen Umsetzung solcher Projekte in Grafenau ergeben können. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Untersuchung der Rolle des EEG 2023 und dessen Beitrag zur Berücksichtigung der Flächeneffizienz in Grafenau. Eine vertiefte Betrachtung dieser Aspekte ermöglicht eine ganzheitliche Perspektive auf die nachhaltige Energieentwicklung in der Region.

5.1 Potenziale und Möglichkeiten der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Grafenau

In der bayerischen Stadt Grafenau gibt es vielversprechende Potenziale für die sinnvolle Nutzung erneuerbarer Energien. Die Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG hat sich zum Ziel gesetzt, die Energiewende in der Region aktiv zu unterstützen. Mit einer Reihe von Projekten will die Genossenschaft den Weg für erneuerbare Energien ebnen. Dazu gehören Initiativen zur Erzeugung erneuerbarer Energien, aber auch die Entwicklung nachhaltiger Speichertechnologien, die Steigerung der Energieeffizienz und Initiativen zur Energieeinsparung. Die Bürgerenergie Freyung-Grafenau Eingetragene Genossenschaft setzt sich für die Erzeugung erneuerbarer Energien und die Deckung des Energiebedarfs in der Region ein. Mit diesem ganzheitlichen Ansatz soll ein Beitrag zur nachhaltigen Umgestaltung des Energieverbrauchs geleistet werden. Die Genossenschaft trägt zu einer umweltfreundlichen und zukunftsorientierten Energieversorgung in Grafenau bei. Sie unterstützt die Entwicklung der Region durch verschiedene Initiativen, um sie zum Vorreiter einer nachhaltigen Energieentwicklung zu machen.⁵⁴

Um die Energieversorgung in der Region nachhaltig zu gestalten, kann in Grafenau auf eine breite Palette erneuerbarer Energiequellen zurückgegriffen werden. Dazu gehören Windkraft, Solarenergie, Biomasse und Wasserkraft. Der Energieatlas Bayern informiert über die erneuerbaren Energien in der Region. Der detaillierte Atlas gibt neben einem Überblick über die verschiedenen Technologien auch Auskunft über Fördermöglichkeiten, Genehmigungsverfahren, Umweltaspekte und aktuelle Statistiken. Darüber hinaus verfügt der Energie-Atlas Bayern über eine umfangreiche Datenbank mit Daten zu über 500.000 Erneuerbare-Energien-Anlagen im Freistaat. Dabei sind Biogasanlagen ebenso berücksichtigt wie Windkraft-, Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen. Die Nutzung dieser Datenbasis ermöglicht eine genaue Analyse und Planung der umweltverträglichen Nutzung erneuerbarer Energien in Grafenau und gibt ein umfassendes Bild der aktuellen Infrastruktur in Bayern.⁵⁵

⁵⁴ 2023 Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG, „Bürgerenergie FRG“.

⁵⁵ Hirsch & Wöfll GmbH, „Dienstleistungen: Stadt Grafenau“.

Die Förderung von Ausbildung und Qualifizierung im Bereich der erneuerbaren Energien wird in Grafenau als sehr wichtig erachtet. Gezielte Maßnahmen wurden entwickelt und umgesetzt, um Fachkräfte optimal auf die Herausforderungen der regenerativen Energieerzeugung vorzubereiten. In diesem dynamischen Bereich wird besonderer Wert auf umfassende Weiterbildungsprogramme gelegt, die darauf abzielen, hoch spezialisierte Kompetenzen zu vermitteln, die von entscheidender Bedeutung sind. Diese Maßnahmen dienen einerseits der Qualifizierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, andererseits bilden sie die Grundlage für die Entwicklung neuer und nachhaltiger Lösungen im Bereich der erneuerbaren Energien. Die Stadt Grafenau unterstützt aktiv eine zukunftsorientierte Entwicklung und Positionierung im Energiebereich. Investitionen in die Ausbildung von Fachkräften stärken das Arbeitskräftepotenzial in der Region und schaffen eine nachhaltige Basis für Innovation und Fortschritt im Bereich der erneuerbaren Energien. Dies trägt dazu bei, dass Grafenau auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft voranschreitet und für die Anforderungen einer sich wandelnden Energiewirtschaft gerüstet ist. ⁵⁶

5.2 Herausforderungen und Hindernisse der Umsetzung in Grafenau

Die Realisierung erneuerbarer Energien in Grafenau ist mit vielen Schwierigkeiten und möglichen Problemen verbunden, wobei die Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz einen wichtigen Schritt darstellen. Wie überall in Deutschland müssen auch in Grafenau alle Auswirkungen von Energieanlagen auf die Umwelt und das kulturelle Erbe sorgfältig untersucht und bewertet werden. Zu Verzögerungen kann es kommen, wenn die strengen Genehmigungsvoraussetzungen nicht vollständig erfüllt werden. Über die Genehmigung entscheidet in der Regel die Bezirkshauptmannschaft unter Abwägung der verschiedenen Interessen. Um einen reibungslosen Genehmigungsprozess zu gewährleisten, ist die Umsetzung erneuerbarer Energien in Grafenau ein bürokratischer Prozess, der eine sorgfältige Planung und eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten erfordert. Die Zusammenarbeit ist entscheidend, um Verzögerungen zu vermeiden und sicherzustellen, dass Erneuerbare-Energien-Projekte effizient und nachhaltig umgesetzt werden können. Daher sind neben den technischen Aspekten auch eine effektive Kommunikation und Koordination für diesen komplexen Prozess von entscheidender Bedeutung. ⁵⁷

Die Integration der erneuerbaren Energien in die bestehenden Netze ist eine komplexe Aufgabe, bei der die Netzintegration eine entscheidende Rolle spielt. Das EEG 2023 legt besonderen Wert auf die nahtlose Integration der erneuerbaren Energien in das Stromnetz und schafft damit die gesetzlichen Rahmenbedingungen für deren Ausbau. Um die Aufnahme und Verteilung der erneuerbaren Energien effektiv zu gewährleisten, sind Anpassungen und Erweiterungen des bestehenden Netzes erforderlich. Daraus ergeben sich komplexe technische Fragestellungen, die einer sorgfältigen Planung und Umsetzung bedürfen. Um einen reibungslosen Netzbetrieb zu gewährleisten, der den

⁵⁶ 2023 Landratsamt Freyung-Grafenau, „Fördermöglichkeiten“.

⁵⁷ Hirsch & Wöfl GmbH, „Dienstleistungen: Stadt Grafenau“.

Anforderungen einer nachhaltigen Energieerzeugung gerecht wird, ist neben rechtlicher Klarheit auch technisches Know-how gefragt. Denn es geht dabei nicht allein um die Einführung neuer Technologien, sondern auch um die Verbesserung und den Ausbau bestehender Infrastrukturen. Ein multidisziplinärer Ansatz, der sowohl rechtliche als auch technische Aspekte berücksichtigt, ist erforderlich, um die Herausforderungen der Netzintegration zu bewältigen. Eine umfassende Analyse kann eine erfolgreiche Integration erneuerbarer Energien und eine nachhaltige Entwicklung des Energieversorgungssystems gewährleisten.⁵⁸

Um den globalen Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, müssen Klimaschutz und Klimaanpassung gleichermaßen im Fokus stehen. Trotz dieser klaren Zielsetzung gibt es zahlreiche Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Dies können technische, finanzielle oder rechtliche Probleme sein, die eine breite Beteiligung der Bevölkerung erfordern. Daher ist es notwendig, die Bevölkerung aktiv in die Entwicklung von effektiven und nachhaltigen Lösungen einzubeziehen. Um einen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, wird in der Region Freyung-Grafenau verstärkt auf erneuerbare Energien gesetzt, um die Energieerzeugung bis 2030 zu steigern. Dieser Wandel erfordert den Einsatz neuer Technologien, Kooperation und Bewusstseinsbildung vor Ort. Um die Ziele zu erreichen, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand, Wirtschaft und Bevölkerung unerlässlich. Um dem Klimawandel erfolgreich zu begegnen, müssen neue Ansätze entwickelt und Ressourcen effizient genutzt werden. Nur gemeinsam können wir eine erfolgreiche, nachhaltige und klimafreundliche Zukunft gestalten.⁵⁹

Ein zentrales Anliegen ist die Schaffung einer robusten Infrastruktur für die Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Energien. Angesichts des steigenden Anteils erneuerbarer Energien im Stromnetz ist der Einsatz innovativer Technologien entscheidend, um die Effizienz und Zuverlässigkeit des Gesamtsystems zu gewährleisten. Eine kontinuierliche Anpassung und Modernisierung ist notwendig, um den Herausforderungen einer nachhaltigen Energieentwicklung in Grafenau gerecht zu werden. Diese Anstrengungen sollten den aktuellen Bedarf decken und flexibel genug sein, um zukünftige Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien zu unterstützen. Es besteht die Möglichkeit, dass der Erfolg in Grafenau als Vorbild für andere Regionen dienen kann, die ebenfalls verstärkt auf erneuerbare Energien umstellen.⁶⁰

Im Integrierten Klimaschutzkonzept des Landkreises Freyung-Grafenau steht die Förderung erneuerbarer Energien im Mittelpunkt. Diese klare Ausrichtung zeigt, dass die technischen Herausforderungen bei der Umsetzung erneuerbarer Energien vor Ort aktiv angegangen werden. Der Fokus auf erneuerbare Energien signalisiert einen proaktiven Umgang mit Umweltaspekten und unterstreicht das Bestreben, nachhaltige Energiequellen effizient in die Region zu integrieren. Dies positioniert den Landkreis als Vorreiter im Bereich der nachhaltigen Entwicklung und unterstreicht das lokale Engagement für den Klimaschutz.⁶¹

⁵⁸ „20230911-MoU-Netzintegration-erneuerbare-Energien-Baden-Wuerttemberg.pdf“.

⁵⁹ „Handlungsprogramm.pdf“.

⁶⁰ „bd-144.pdf“.

⁶¹ „Integriertes_Klimaschutzkonzept_Kurzfassung.pdf“.

5.3 Welche Rolle spielt das EEG 2023 bei der Berücksichtigung der Flächeneffizienz in Grafenau

In Grafenau ist das EEG 2023, insbesondere im Hinblick auf die Flächeneffizienz von entscheidender Bedeutung. Das EEG 2023 ist die sechste Weiterentwicklung des ursprünglichen EEG aus dem Jahr 2000 und verfolgt das übergeordnete Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf mindestens 80 % zu erhöhen. Das EEG 2023 legt genaue Ausschreibungsmengen für die verschiedenen Energieträger fest und skizziert detaillierte Ausbaupfade, um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen. Im Vergleich zum EEG 2021 sind die Ausbauziele für Windenergie und Photovoltaik deutlich höher. Bis 2040 sollen 160 Gigawatt (GW) Windenergie an Land und 400 GW Photovoltaik installiert werden. Diese Ziele zeigen den Willen zu einer umfassenden und nachhaltigen Energiewende. Der Fokus auf Wind- und Solarenergie zeigt das ökologische Verantwortungsbewusstsein, wie auch die strategische Ausrichtung auf eine zukunftsorientierte Energiepolitik. Das EEG 2023 spielt eine wichtige Rolle bei der Definition der Ziele für eine moderne und umweltschonende Energiepolitik in Grafenau und ganz Deutschland und unterstreicht deren Bedeutung.⁶²

Die Flächeneffizienz ist ein entscheidender Faktor, da sie die Effektivität der Energieerzeugung pro Flächeneinheit quantifiziert. Bei der Planung und Umsetzung von Projekten zur Erzeugung erneuerbarer Energien in Grafenau und anderen Gemeinden ist es wichtig, die Flächeneffizienz der Energieträger zu berücksichtigen. Neben diesem zentralen Aspekt spielt das EEG 2023 eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Energielandschaft. Das Gesetz enthält unter anderem Regelungen für den Betrieb von Stromerzeugungsanlagen, die keine Einspeisevergütung mehr erhalten, die EEG-Umlage wurde komplett abgeschafft. Diese Änderungen sind ein großer Schritt hin zu einer umweltfreundlicheren Energiepolitik. Mit dem EEG 2023 wird insbesondere der Betrieb von Anlagen geregelt, die keine Einspeisevergütung mehr erhalten und eine klare Perspektive für die Nutzung bereits vorhandener erneuerbarer Energiequellen geschaffen. Die vollständige Abschaffung der EEG-Umlage ist ein wichtiger Schritt, da die Förderung der erneuerbaren Energien nun direkt durch den Bund über den Energie- und Klimafonds erfolgt. Das EEG 2023 zeigt das strategische Bemühen um eine effektivere Flächennutzung und den Übergang zu einer nachhaltigeren und zukunftsorientierten Energiepolitik mit direkteren Fördermechanismen, was die Realisierung und Optimierung von Erneuerbare-Energien-Projekten in Grafenau und darüber hinaus maßgeblich beeinflusst.⁶³

⁶² GmbH, „EEG 2023“.

⁶³ 2023 Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, „Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen | Bundesregierung“.

6 Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung

Im Fokus dieses Kapitels steht die Analyse von Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung der Energieerzeugung in Grafenau. Dabei geht es nicht allein darum, praxisorientierte Handlungsempfehlungen zu geben, sondern auch darum, die Erfolgsaussichten und möglichen Risiken abzuschätzen, die mit der Umsetzung solcher Projekte verbunden sind. Ein Augenmerk wird auf die Berücksichtigung ökologischer und sozialer Aspekte im Sinne einer ganzheitlichen und nachhaltigen Planung und Umsetzung von Energieprojekten gelegt.

6.1 Handlungsempfehlungen für die Planung und Umsetzung der Energiegewinnung in Grafenau

Zur Förderung einer nachhaltigen Energiegewinnung in Grafenau werden gezielte Maßnahmen zur Stärkung der lokalen Energieinfrastruktur empfohlen. Der Ausbau erneuerbarer Energiequellen wie Windkraft, Photovoltaik und Biomasse ist dabei von zentraler Bedeutung. Um ein effizientes Energiemanagement zu ermöglichen, müssen die bestehenden Übertragungs- und Verteilnetze modernisiert und intelligente Netzlösungen integriert werden. Neben dem Ausbau der Energieerzeugung ist es wichtig, die Energieeffizienz zu steigern. Dazu gehören energetische Sanierungsprogramme, die Implementierung intelligenter Energiemanagementsysteme und die Sensibilisierung der Bevölkerung für einen bewussten Umgang mit Energie. Strategische Partnerschaften mit Energieunternehmen und Forschungseinrichtungen können die Umsetzung innovativer Energieprojekte fördern. Gleichzeitig sollte die Bürgerbeteiligung durch klare Kommunikation und Informationsveranstaltungen aktiv gefördert werden, um möglichen Bedenken frühzeitig zu begegnen. Die Entwicklung eines umfassenden Energiekonzepts rundet eine ganzheitliche Strategie ab. Ziel ist es, kurzfristige Ziele und eine langfristige Vision für eine nachhaltige Energieentwicklung in Grafenau zu entwickeln. Dabei sollen ökologische, ökonomische und soziale Faktoren berücksichtigt werden. Ein durchdachtes Konzept fördert die nachhaltige Entwicklung der Stadt und dient als Leitfaden für zukünftige Entscheidungen.^{64 65}

Bei der Entwicklung einer nachhaltigen Energiezukunft spielt die Steigerung der Energieeffizienz eine zentrale Rolle. Zahlreiche Förderprogramme unterstützen Unternehmen und Privatpersonen bei der Steigerung der Energieeffizienz. Dies kann durch die Beantragung von Krediten für Erneuerbare Energien oder durch die Inanspruchnahme von Zuschüssen speziell für Maßnahmen zur Bereitstellung von Prozesswärme geschehen. Unternehmen können innovative Technologien wie Solarkollektoren oder Biomasseheizungen über Kredite finanzieren. Die finanzielle Erleichterung senkt die Hemmschwelle für den Einsatz umweltfreundlicher Technologien. Zuschüsse bieten eine direkte finanzielle Unterstützung, indem sie einen Teil der Investitionskosten für Energieeffizienzprojekte

⁶⁴ „LES_FRG_Textfassung_final_2_2023-03-06_ohne_Markierung_AEnderungen.docx.pdf“.

⁶⁵ Ltd, „Biomasse Freyung-Grafenau - Ortsdienst.de“.

abdecken. Dies ist besonders vorteilhaft für Privatpersonen und kleine Unternehmen, die möglicherweise nicht über ausreichende finanzielle Mittel verfügen. Eine umfassende Förderstrategie könnte auch Schulung und Beratung umfassen. Beratung und Schulung helfen Unternehmen und Privatpersonen, die effizientesten Energieeffizienztechnologien auszuwählen und richtig anzuwenden. Insgesamt unterstreichen diese Förderprogramme das gemeinsame Engagement von Regierungen, Unternehmen und Bürgern für eine nachhaltige Energieerzeugung.⁶⁶

Die Stadt trägt eine große Verantwortung bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen. Gezielte Maßnahmen, die sowohl eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen als auch eine nachhaltige Verbesserung des Klimaschutzes ermöglichen, sind unerlässlich. Ein konkreter Ansatz ist die Einleitung, Planung und Durchführung der energetischen Sanierung von Gebäuden im Landkreis. Dieser Schritt geht über die reine Modernisierung von Gebäuden hinaus und beinhaltet eine strategische Neuausrichtung auf Effizienz und umweltfreundliche Technologien. Dies kann die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Einsatz energiesparender Technologien und die Verbesserung von Dämmsystemen umfassen. Die energetische Sanierung spielt daher eine wichtige Rolle bei der Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen in städtischen und kreiseigenen Gebäuden. Darüber hinaus sollte sich die Stadt bemühen, die Treibhausgasemissionen und den Energieverbrauch im gesamten Bezirk zu reduzieren. Dies erfordert umfassende Maßnahmen wie die Förderung nachhaltiger Verkehrsmittel, die Integration erneuerbarer Energien in die lokale Wirtschaft und die gezielte Sensibilisierung der Öffentlichkeit für einen nachhaltigen Lebensstil. Um einen Beitrag zum globalen Klimaschutz zu leisten, ist ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich, der städtische und ländliche Räume gleichermaßen berücksichtigt. Stadtverwaltung, Bevölkerung und lokale Unternehmen müssen eng zusammenarbeiten, um Klimaschutzmaßnahmen erfolgreich umzusetzen. Es müssen Anreize geschaffen werden, um Einzelpersonen und Unternehmen zur Einführung nachhaltiger Praktiken zu ermutigen. Dazu können finanzielle Unterstützung, steuerliche Anreize und die Bereitstellung von Ressourcen für Bildungs- und Sensibilisierungsinitiativen gehören.⁶⁷

Die Einbindung der Bürger in den Prozess der Energieerzeugung ist entscheidend für die Akzeptanz und aktive Beteiligung. Dies kann durch Informationsveranstaltungen und gezielte Aufklärungsarbeit erreicht werden, die einen offenen Dialog zwischen Bürgern und Entscheidungsträgern fördern. Um die Bürgerbeteiligung zu erhöhen, können Kommunen in Windenergie- und Photovoltaikprojekte eingebunden werden. Dies stärkt das lokale Verantwortungsgefühl und stellt sicher, dass die Gemeinde aktiv an wichtigen Energieentscheidungen teilnimmt und somit nachhaltigen Energieprojekten verbunden ist. Entscheidend für eine erfolgreiche Bürgerbeteiligung sind transparente Strukturen, die den Nutzen, die Risiken und die Herausforderungen aufzeigen. Um eine informierte und engagierte

⁶⁶ Hirsch & Wöfll GmbH, „Dienstleistungen: Stadt Grafenau“.

⁶⁷ 2023 Landratsamt Freyung-Grafenau, „Klimaschutzprojekte“.

Bürgerschaft zu gewährleisten, kann die Schaffung partizipativer Plattformen wie Bürgerforen einen kontinuierlichen Austausch zwischen verschiedenen Interessengruppen fördern.⁶⁸

Städte können ihre Energieerzeugung durch die Nutzung von grünem Wasserstoff als alternativer Energiequelle modernisieren. Dazu sollten umfassende Programme zur Förderung der Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff entwickelt und umgesetzt werden. Um die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff zu erhöhen und die Abhängigkeit von konventionellen Energieträgern zu verringern, könnte der Ausbau von Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien eine wichtige Rolle spielen. Eine erfolgreiche Umsetzung erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Stadtverwaltung, lokalen Unternehmen und der Bevölkerung. Das Bewusstsein für die Vorteile von grünem Wasserstoff sollte durch Informationskampagnen und Bildungsinitiativen geschärft und die Akzeptanz in der Bevölkerung gefördert werden. Gleichzeitig könnten wirtschaftliche Anreize Unternehmen und Bürger ermutigen, sich aktiv an dieser umweltfreundlichen Entwicklung zu beteiligen. Grüner Wasserstoff sollte in verschiedenen Bereichen wie Verkehr, Industrie und dem städtischen Energiemarkt eingesetzt werden. Die effiziente Nutzung von grünem Wasserstoff, wie Wasserstofftankstellen und die Umstellung von Industrieprozessen, erfordert die Förderung von Technologien und Infrastruktur. Der Einsatz von grünem Wasserstoff zeigt das Engagement der Stadt für eine nachhaltige Entwicklung und ihre Vorreiterrolle im Bereich innovativer und umweltfreundlicher Energietechnologien. Durch eine sorgfältige Planung und Umsetzung kann die Stadt ihre Energieversorgung optimieren und Treibhausgasemissionen reduzieren.⁶⁹

6.2 Bewertung der Erfolgsaussichten und möglicher Risiken bei der Umsetzung

In Grafenau bestehen vielversprechende Chancen für die Umsetzung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien, die durch mehrere positiven Faktoren begünstigt werden. Ein wichtiger Vorteil ist die Unterstützung durch die Bundes- und Landesregierung. Die Regierung hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt und sich verpflichtet, die Treibhausgasemissionen bis 2030, um mindestens 55 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Die politische Agenda betont deutlich die Bedeutung nachhaltiger Energielösungen und deutet darauf hin, dass in Grafenau ein geeignetes Umfeld für die Realisierung von Projekten vorhanden ist. Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien könnten durch die Bereitstellung von Fördermitteln und politische Unterstützung auf nationaler Ebene erheblich vorangetrieben werden. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass in diesem Szenario die Herausforderungen und Risiken vernachlässigbar sind. Die Umsetzung von Erneuerbare-Energien-Projekten kann immer noch auf lokale Probleme oder spezifische Bedingungen stoßen, aber diese Probleme werden durch ein allgemein positives politisches und soziales Klima verringert.⁷⁰

⁶⁸ Bayerische Staatskanzlei (StK), „Bayern ist bei Photovoltaik, Bioenergie, Wasserkraft und Tiefengeothermie bundesweit führend. – Bayerisches Landesportal“.

⁶⁹ Kruse und Wedemeier, „Potenzial grüner Wasserstoff“.

⁷⁰ „bd-144.pdf“.

Im Landkreis Freyung-Grafenau wurden durch regionale Initiativen vor allem im Bereich der Energieeffizienz große Fortschritte erzielt. Gezielte Maßnahmen wurden ergriffen, um den Energieverbrauch in kommunalen Gebäuden zu senken. Dazu gehört der Einsatz innovativer und nachhaltiger Technologien ebenso wie eine umfassende Strategie zur Bewältigung der Klimakrise. Eine wichtige Rolle spielt dabei die neu geschaffene Stelle eines Klimaschutzmanagers. Als Bindeglied zwischen Vision und Umsetzung ist diese Position von entscheidender Bedeutung. Aufgabe des Klimaschutzmanagers ist es, neben der Suche nach neuen Lösungen, diese auch in konkrete Maßnahmen umzusetzen. Dabei geht es sowohl um den ökologischen Nutzen als auch um das langfristige Ziel, die Energiebilanz des Landkreises zu verbessern. Die Initiative des Landkreises Freyung-Grafenau ist ein klares Bekenntnis zu umweltbewusstem Handeln und nachhaltiger Entwicklung. Diese umfassenden Anstrengungen zeigen, dass die Region die aktuellen Umweltprobleme ernst nimmt und sich proaktiv mit der globalen Herausforderung des Klimawandels auseinandersetzt.⁷¹

Im Bereich der erneuerbaren Energien gibt es zahlreiche Fördermöglichkeiten für Privatpersonen und Unternehmen. Ein wichtiges Beispiel ist das KfW-Programm 270 zur Förderung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Mit diesem Programm unterstützt die KfW wichtige Projekte zur nachhaltigen Energieerzeugung. Ziel des KfW-Programms 270 ist es, Investitionen in umweltfreundliche Technologien zu ermöglichen. Gefördert werden Einzelmaßnahmen, als auch die Umsetzung von Gesamtkonzepten zur umweltfreundlichen Energieversorgung. Das kann zum Beispiel die Errichtung von Solaranlagen, Biomasseheizungen oder anderen erneuerbaren Energiequellen sein. Die finanzielle Unterstützung bezieht sich neben den Anschaffungskosten auch auf die Planung und Umsetzung. Dies erleichtert die Realisierung solcher Projekte erheblich. Die Vielfalt der Fördermöglichkeiten unterstreicht das Ziel, den Übergang in eine nachhaltige Energiezukunft zu unterstützen. Neben nationalen Programmen gibt es häufig auch lokale oder regionale Förderprogramme, die auf spezifische Bedürfnisse und Gegebenheiten eingehen. Eine umfassende Recherche und Beratung kann daher helfen, die besten Fördermöglichkeiten für individuelle Projekte zu finden und zu nutzen. Um die Erfolgsaussichten und mögliche Risiken bei der Umsetzung abzuschätzen, ist es sinnvoll, verschiedene Zeithorizonte zu betrachten. Kurzfristig erscheint es wichtig, den Klimaschutzmanager bei der Umsetzung der Ziele in konkrete Maßnahmen zu begleiten. Mittelfristig ist es für die Realisierung von Projekten zur nachhaltigen Energieerzeugung wichtig, Förderprogramme wie das KfW-Programm 270 zu nutzen. Um den Übergang in eine nachhaltige Energiezukunft zu unterstützen, sind langfristig eine Vielzahl von Fördermöglichkeiten und eine umfassende Forschung notwendig. Um die besten Fördermöglichkeiten für individuelle Projekte zu finden und zu nutzen, empfiehlt es sich daher, kurzfristig den Fokus auf die Umsetzung konkreter Maßnahmen zu legen, mittelfristig die Nutzung von Förderprogrammen zu optimieren und langfristig eine umfassende Recherche und Beratung in Anspruch zu nehmen.⁷²

⁷¹ 2023 Landratsamt Freyung-Grafenau, „Klimaschutzprojekte“.

⁷² 2023 Landratsamt Freyung-Grafenau, „Fördermöglichkeiten“.

Die Einführung von Fördermechanismen wie Contracts for Difference (CfD) erfordert eine sorgfältige Risikoanalyse. Bei der Umsetzung solcher Mechanismen können insbesondere finanzielle Risiken entstehen, die Investoren als auch die Volkswirtschaft gefährden können. Die Einführung von CfD-Mechanismen kann die Unsicherheit bei Investitionen in erneuerbare Energien erhöhen. Dies liegt daran, dass die finanzielle Unterstützung durch CfD stark von Marktpreisschwankungen und anderen wirtschaftlichen Variablen abhängt. Investoren könnten mit finanziellen Unsicherheiten konfrontiert werden, die sich negativ auf die Rentabilität und den Erfolg ihrer Projekte auswirken könnten, wenn sich diese Parameter ändern. Ein weiteres potenzielles Risiko besteht darin, dass die Einführung von CfDs zu zusätzlichen Kosten für die Volkswirtschaft führen könnte. Diese Tatsache könnte speziell dann der Fall sein, wenn die Ausgestaltung der Mechanismen nicht ideal ist oder unvorhergesehene Umstände die Erneuerbarer-Energien-Erzeuger überkompensieren. Zusätzliche Kosten könnten langfristig die Wettbewerbsfähigkeit des Energiesektors beeinträchtigen und die finanzielle Belastung der Gesellschaft erhöhen. Daher ist es wichtig, die finanziellen Risiken bei der Umsetzung von Fördermaßnahmen sorgfältig zu analysieren und Mechanismen zu entwickeln, die sich an veränderte Marktbedingungen anpassen können.⁷³

Regulatorische Risiken haben erhebliche Auswirkungen auf die Planung und Realisierung von Erneuerbare-Energien-Projekten. Investoren und Projektentwickler können durch sich ständig ändernde Gesetze und Fördermechanismen stark verunsichert werden. Regulatorische Risiken bestehen darin, dass Gesetzesänderungen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit von Erneuerbare-Energien-Projekten haben können. Neue Gesetze oder geänderte Fördermechanismen können beispielsweise bestehende Projekte beeinträchtigen oder neue Projekte weniger attraktiv machen. Dies kann zu Verzögerungen, Investitionsentscheidungen und Fragen der Wirtschaftlichkeit von Projekten führen. Mögliche rechtliche oder regulatorische Unsicherheiten sind ein weiterer Aspekt regulatorischer Risiken. Die Planung von Erneuerbare-Energien-Projekten kann erschwert werden, wenn die rechtlichen Rahmenbedingungen unklar sind oder sich häufig ändern. Investoren benötigen klare und stabile rechtliche Rahmenbedingungen, um langfristige Engagements einzugehen. Regierung, Regulierungsbehörden, Industrie und andere Interessengruppen müssen eng zusammenarbeiten, um regulatorische Risiken effektiv zu managen. Ein transparenter Dialog und eine klare Kommunikation über geplante Gesetzesänderungen oder neue Fördermechanismen sind entscheidend, um Unsicherheiten abzubauen und das Vertrauen der Investoren zu stärken. Die Schaffung eines stabilen und langfristigen Rechtsrahmens ist ein wichtiger Schritt, um die erfolgreiche Umsetzung von Erneuerbare-Energien-Projekten zu fördern.^{74 75}

Projekte zur Nutzung erneuerbarer Energien bergen wirtschaftliche Risiken, ebenso wie technische und infrastrukturelle Herausforderungen, die einer sorgfältigen Analyse bedürfen. Insbesondere bei der technischen Umsetzung von Erneuerbare-Energien-Projekten gibt es eine Reihe von

⁷³ Bundesverband Erneuerbare Energie e.V., „BEE-Analyse“.

⁷⁴ Klimaschutz, „Erneuerbare Energien“.

⁷⁵ Winkler u. a., „Sammlung der Beiträge der Zukunftswerkstatt Erneuerbare Energien“.

Schwierigkeiten, von denen zwei besonders hervorzuheben sind. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass die erneuerbaren Energiequellen nahtlos in das bestehende Stromnetz integriert werden können. Bei der Planung von Photovoltaikanlagen und der Einspeisung der erzeugten Energie in das Stromnetz zeigt sich häufig, dass das örtliche Energieversorgungsunternehmen nicht von Anfang an in den Prozess einbezogen wird. Dies kann dann zu unvermeidbaren Verzögerungen führen. Diese Erfahrungen zeigen, wie wichtig ein ganzheitlicher Ansatz und eine sorgfältige Analyse sind, um die Erfolgsaussichten und möglichen Risiken bei der Umsetzung von Projekten zur Nutzung erneuerbarer Energien realistisch einschätzen zu können. Darüber hinaus ist eine genaue Planung der Integration dieser Anlagen in bestehende Netzknoten entscheidend, um eine reibungslose und effiziente Energieversorgung zu gewährleisten. Fortschrittliche Technologien sind zum Ausgleich von Schwankungen im Energieangebot erforderlich, da Wind- und Solarenergie dynamisch sind. Die Einführung moderner Speichertechnologien und die Entwicklung intelligenter Netze, die diese Schwankungen effektiv managen können, sind von entscheidender Bedeutung. Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Kontinuität der Energieversorgung und die Stabilität des Stromnetzes zu gewährleisten. Darüber hinaus ist es wichtig, die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Aufgrund der Abhängigkeit erneuerbarer Energiequellen von natürlichen Ressourcen kann es zu einer intermittierenden Energieerzeugung kommen. Effiziente Speicherlösungen müssen entwickelt werden, um überschüssige Energie zu speichern und bei Bedarf wieder abzugeben. Um diese technischen und infrastrukturellen Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen, müssen kontinuierlich neue Technologien entwickelt, erforscht und umgesetzt werden. Darüber hinaus müssen Regierungen, Technologieanbieter und Energieunternehmen eng zusammenarbeiten, um eine effiziente und nachhaltige Energieinfrastruktur zu schaffen. Nur vorausschauende Strategien und Anpassungen können diese technischen Risiken wirksam reduzieren und langfristig überwinden.⁷⁶

6.3 Berücksichtigung von ökologischen und sozialen Aspekten bei der Planung

Bei der Planung von erneuerbaren Energieprojekten für die Stadt Grafenau ist es wichtig, ökologische als auch soziale Aspekte zu berücksichtigen. Nur durch die Integration dieser Komponenten kann eine nachhaltige und zugleich gerechte Energiewende gewährleistet werden. Einige Aspekte sind dabei von großer Bedeutung. Ein wichtiger Faktor ist der Umwelt- und Artenschutz. Bei der Planung und Umsetzung von Energieprojekten muss sichergestellt werden, dass negative Auswirkungen auf die Umwelt und die biologische Vielfalt so gering wie möglich gehalten werden. Dies erfordert eine umfassende Analyse der Umweltauswirkungen und die Einbeziehung von Schutzmaßnahmen zum Erhalt von Lebensräumen und Ökosystemen. Nur durch einen umfassenden Ansatz kann sichergestellt werden, dass die Einführung erneuerbarer Energien die Umwelt nicht beeinträchtigt.⁷⁷

⁷⁶ Hirsch & Wöfll GmbH, „Dienstleistungen: Stadt Grafenau“.

⁷⁷ „Vorentwurf_FNP-DB_49_Solaranlage_Grueb-Langberg_idF_22-12-2022.pdf“.

Für eine gerechte Umsetzung der Energiewende ist es entscheidend, dass der Umbau des Energiesektors für alle Bürgerinnen und Bürger gleichermaßen bezahlbar und finanzierbar ist. Spezifische Förderprogramme, die insbesondere einkommensschwache Haushalte unterstützen, sind von großer Bedeutung. Damit können finanzielle Hürden für die Installation von erneuerbaren Energiesystemen in Privathaushalten abgebaut werden. Darüber hinaus können Anreize für energieeffiziente Sanierungen geschaffen werden, um eine inklusive Teilhabe an einer nachhaltigen Energieversorgung zu fördern. Ein weiterer Aspekt der sozialen Gerechtigkeit in der Energiewende ist die gerechte Verteilung der damit verbundenen Kosten. Eine gleichmäßige Verteilung der finanziellen Lasten auf alle Bevölkerungsgruppen ist sicherzustellen. Eine progressive Besteuerung könnte dazu beitragen, dass diejenigen, die mehr Ressourcen verbrauchen, auch einen angemessenen Beitrag zur Finanzierung einer nachhaltigen Energiewende leisten. Diese Bemühungen um soziale Gerechtigkeit in der Energiewende gehen über ökologische Fragen hinaus und erfordern einen umfassenden gesellschaftlichen Wandel. Das Ziel muss sein, dass der Umstieg auf erneuerbare Energien nicht zu einer Verschärfung, sondern zu einer Verringerung der sozialen Ungleichheiten beiträgt.⁷⁸

Der erfolgreiche Übergang zu erneuerbaren Energien erfordert die Förderung von Bildung und Qualifizierung. Die Schaffung umfassender Weiterbildungsprogramme in diesem Bereich ist wichtig, um hochqualifizierte Fachkräfte auszubilden, aber auch um das Wissen in die Breite zu tragen und einen reibungslosen Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu gewährleisten. Die Entwicklung von Bildungsprogrammen, die an die sich schnell verändernde Technologielandschaft der erneuerbaren Energien angepasst sind, ist von großer Bedeutung. Dies ermöglicht sowohl die Ausbildung von Fachkräften für den aktuellen Bedarf als auch eine solide Basis für die Bewältigung zukünftiger Herausforderungen. Um die Energiewende aktiv mitzugestalten, können etablierte Fachkräfte und Neueinsteiger durch ein umfassendes Aus- und Weiterbildungsangebot die notwendigen Kompetenzen erwerben. Eine gute Vernetzung von Bildungseinrichtungen, Forschungsinstituten und der Wirtschaft ist von entscheidender Relevanz. Damit die Absolventen neben theoretischem Wissen auch über praktische Fertigkeiten verfügen, sollten Erfahrungen aus der Praxis und aktuelles Fachwissen in die Lehrpläne einfließen. Darüber hinaus sollte die Zusammenarbeit mit Unternehmen gefördert werden, um einen Übergang von der Ausbildung in den Arbeitsmarkt zu ermöglichen. Die Investition in Bildung und Qualifikation ist daher keine Investition in die eigene Karriere, sondern eine Investition in den langfristigen Fortschritt der Gesellschaft als Ganzes. Durch die Schaffung eines gut ausgebildeten und hochqualifizierten Arbeitskräftepotenzials kann die Energiewende effektiver umgesetzt und als Chance für wirtschaftliches Wachstum und Innovation genutzt werden.⁷⁹

⁷⁸ Heindl, Löschel, und Schüßler, „Ist die Energiewende sozial gerecht?“

⁷⁹ Aiwanger und Weigert, „Wegweiser für Energieprojekte in Bayern“.

7 Fallstudie: Energieversorgung in Grafenau

In diesem Teil der Studie wird die Energieversorgung in Grafenau unter verschiedenen Gesichtspunkten näher betrachtet. Ein zentraler Bestandteil der Untersuchung ist die Überprüfung der Potenziale für Erneuerbare Energien in Grafenau, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der Identifizierung von Synergien und Konflikten zwischen den verschiedenen Erneuerbare-Energien-Technologien liegt. Darüber hinaus werden die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf die Umwelt und die lokale Wirtschaft in Grafenau eingehend betrachtet.

7.1 Analyse der Potenziale für erneuerbare Energien in Grafenau

Im Raum Grafenau und im angrenzenden Landkreis Freyung-Grafenau ist bereits eine gewisse Entwicklung im Bereich der Windenergie zu verzeichnen, trotz der erzielten Fortschritte ist noch viel Raum für den Ausbau dieser wichtigen erneuerbaren Energiequelle. Windkraftanlagen nutzen die kinetische Energie des Windes, die durch unterschiedliche Luftdruckverhältnisse in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche entsteht. Sie dienen vor allem der netzgebundenen Stromerzeugung in Deutschland. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Entwicklung der Windenergie in Süddeutschland, so auch in der Region Grafenau, möglicherweise noch nicht so weit fortgeschritten ist wie in Norddeutschland. Dies könnte bedeuten, dass in der Region Grafenau trotz der bereits erzielten Fortschritte noch Potenzial für die weitere Entwicklung und Nutzung dieser umweltfreundlichen Energiequelle besteht. Dieses Potenzial gilt es zu erkennen und durch gezielte Maßnahmen die nachhaltige Entwicklung und Integration der Windenergie in der Region voranzutreiben. Die Umsetzung zusätzlicher Windenergieprojekte könnte abgesehen von der Steigerung der Energieproduktion auch ökologische Vorteile durch die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und die Unterstützung der Energiewende in der Region mit sich bringen. Eine umfassende Analyse und Planung, die die lokalen Gegebenheiten und Anforderungen berücksichtigt, könnten dazu beitragen, eine nachhaltige und effiziente Nutzung der Windenergie in Grafenau und Umgebung zu gewährleisten.

⁸⁰

Die Nutzung der Solarenergie stellt in Grafenau eine vielversprechende Alternative im Bereich der erneuerbaren Energien dar. Unternehmen aus den Bereichen Photovoltaik und Solarstromspeicherung sind bereits in der Region tätig und bieten Möglichkeiten zur Nutzung der Sonnenenergie. Zudem gibt es Angebote für Solaranlagen und die Möglichkeit, Preise für Solar- und Photovoltaikanlagen in Grafenau zu vergleichen. Bei der Realisierung von Photovoltaikanlagen ist jedoch darauf zu achten, dass die zur Verfügung stehende Fläche effizient genutzt wird. Dies ist wichtig, um die Erholungslandschaften des Bayerischen Waldes zu erhalten und die Strukturen zu schützen und zu pflegen. Eine durchdachte Landschaftsplanung ist Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung erneuerbarer Energien, gleichzeitig sichert sie den Erhalt der Qualitäten unserer Umwelt. Um das

⁸⁰ 2023 Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG, „Wind“.

Potenzial der Solarenergie in Grafenau voll auszuschöpfen und gleichzeitig im Einklang mit der Natur zu bleiben, sollen lokale Initiativen und Unternehmen gemeinsam an der Entwicklung von Richtlinien und Praktiken arbeiten. Diese sollen eine umweltverträgliche Integration von Photovoltaikanlagen in die Gemeinde ermöglichen. Ein durchdachtes Vorgehen sichert neben einer nachhaltigen Energieversorgung auch den Erhalt der landschaftlichen Schönheit und Vielfalt der Region.^{81 82}

Die Historie der Wasserkraftnutzung in Bayern wird durch die Existenz von 140 Wasserkraftanlagen im Landkreis Freyung-Grafenau unterstrichen. Die Wasserkraft ist eine etablierte und umweltfreundliche Methode zur Stromerzeugung. Die Leistung und Effizienz von Wasserkraftanlagen können jedoch je nach Hoch- und Niedrigwasser variieren. Während Hochwasserperioden die Energieproduktion erhöhen können, da mehr Wasser durch die Turbinen fließt, können Niedrigwasserperioden die Leistung verringern, da der Wasserstand im Fluss oder Stausee sinkt. Ebenso können jahreszeitliche Unterschiede wie eine stärkere Schneeschmelze im Frühjahr oder geringere Niederschläge im Sommer die Wasserverfügbarkeit und damit die Leistung der Wasserkraftanlagen beeinflussen. Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energiequellen ist die Wasserkraft jedoch oft stabiler und weniger von diesen saisonalen Schwankungen abhängig. Trotz dieser positiven Eigenschaften ist es wichtig zu betonen, dass die Nutzung der Wasserkraft nicht ohne Auswirkungen auf die Ökosysteme der Gewässer bleibt. Flüsse und Bäche sind sensible Lebensräume für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen, deren Existenz bei der Planung und Umsetzung von Wasserkraftprojekten berücksichtigt werden muss. Eine nachhaltige Entwicklung der Wasserkraft erfordert daher eine sorgfältige Abwägung zwischen den ökologischen Auswirkungen und den Vorteilen dieser erneuerbaren Energiequelle. Die Förderung umweltfreundlicher Technologien zur Minimierung negativer Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme bei gleichzeitiger Gewährleistung einer nachhaltigen Energieerzeugung ist wichtig. Mit einem durchdachten Ansatz können Wasserkraftprojekte sowohl einen Beitrag zur Energieversorgung leisten als auch die Auswirkungen auf die Umwelt minimieren.^{83 84}

7.2 Identifizierung von Synergien und Konflikt zwischen verschiedenen erneuerbaren Energietechnologien in Grafenau

Die umfassende Analyse zur Identifizierung von Synergien und Konflikten zwischen den verschiedenen erneuerbaren Energietechnologien in Grafenau eröffnet vielfältige Perspektiven und gewährt tiefe Einblicke in die dynamische Gestaltung der nachhaltigen Energieinfrastruktur der Stadt. Insbesondere das Stromnetz fungiert als zentraler Knotenpunkt, an dem mehrere erneuerbare Energiequellen gleichzeitig genutzt werden können. Die gemeinsame Nutzung der Infrastruktur spart Kosten und ermöglicht eine effizientere und flexiblere Energieversorgung. Durch Synergien werden

⁸¹ Bechtold Solar-Technik GmbH, „Solaranlagen Grafenau « BechtoldSolar » Ihr Anbieter für Photovoltaik / Stromspeicher“.

⁸² 2023 Landratsamt Freyung-Grafenau, „Freyung-Grafenau“.

⁸³ 2023 Landratsamt Freyung-Grafenau, „Wasserkraft“.

⁸⁴ Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG, „Wasser“.

Ressourcen effizient genutzt und die ökologische Nachhaltigkeit der Energieversorgung in Grafenau gefördert. Diese Synergieeffekte verbessern nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern auch die Umweltbilanz der Stadt. Die effiziente Nutzung des Stromnetzes fördert die harmonische Integration verschiedener erneuerbarer Energiequellen und trägt damit zur Verringerung der Umweltbelastung und zu einer nachhaltigeren Ressourcennutzung bei. Die koordinierte Zusammenarbeit leistet einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Umweltverträglichkeit und Ressourcenschonung in Grafenau. Darüber hinaus ist der rechtzeitige Ausbau des Stromnetzes von entscheidender Bedeutung und erfordert eine sehr langfristige Planung. Der rechtzeitige Ausbau des Stromnetzes ist entscheidend, um den steigenden Anforderungen an die Integration verschiedener erneuerbarer Energiequellen gerecht zu werden. Dies erfordert eine sorgfältige Planung, um Engpässe zu vermeiden und eine zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten.⁸⁵

Ein weiterer wichtiger Synergiefaktor ist die Diversifizierung der Energiequellen. Die Kombination verschiedener erneuerbarer Energietechnologien trägt zur Diversifizierung der Energieversorgung bei und verringert somit die Abhängigkeit von einzelnen Energiequellen. Dadurch wird die Energieerzeugung stabiler und ausgeglichener und somit die Resilienz des Energieversorgungssystems in Grafenau gestärkt. Die gezielte Integration verschiedener Technologien macht die Stadt weniger anfällig für Schwankungen in der Verfügbarkeit oder Effizienz einzelner Energieträger. Dadurch werden die Versorgungssicherheit und die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen erhöht.⁸⁶

Die Förderung erneuerbarer Energien trägt zur Nachhaltigkeit im Umweltbereich bei und bringt auch wichtige lokale wirtschaftliche Vorteile mit sich. Die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Stärkung der lokalen Wertschöpfung sind dabei von entscheidender Bedeutung. Installation, Wartung und Überwachung von Erneuerbare-Energien-Anlagen benötigen viele qualifizierte Arbeitskräfte, die der lokalen Wirtschaft zugutekommen. Da die geschaffenen Arbeitsplätze zu einem höheren Einkommen in der Gemeinde beitragen, wirkt sich dieser positive Effekt auch auf die Kaufkraft der Bürgerinnen und Bürger aus. Die Nutzung erneuerbarer Energien unterstützt den Umweltschutz sowie die nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung in Grafenau.⁸⁷

Die Nutzung erneuerbarer Energien bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich, die zu Konflikten führen können. Konfliktpotenzial besteht insbesondere im Bereich des Naturschutzes und der Veränderung des Landschaftsbildes. Die Errichtung von Windkraft- und Solaranlagen wird zu deutlichen Veränderungen des Landschaftsbildes führen, die teilweise in Konflikt mit Naturschutzziele stehen können. Die Ausdehnung und die visuelle Wirkung solcher Anlagen können lokale Ökosysteme und die natürliche Umwelt beeinträchtigen. Aus diesem Grund ist es notwendig, geeignete Standorte für erneuerbare Energieprojekte sorgfältig gegen Umweltbelange und die allgemeinen Ziele einer nachhaltigen Energieproduktion abzuwägen. Die Planung der Umsetzung erneuerbarer

⁸⁵ 2023 Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG, „Bürgerenergie FRG“.

⁸⁶ „Vorentwurf_FNP-DB_48_PV_Grossarmschlag-Scheibenerg_II_idF_24-11-2022.pdf“.

⁸⁷ „bd-144.pdf“.

Energien in Grafenau muss mit einem umfassenden Verständnis der möglichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild und den Naturschutz einhergehen. Nur durch eine ausgewogene Integration, ohne die ökologischen Werte und den Naturschutz der Region zu vernachlässigen, können nachhaltige Energieziele erreicht werden. Ein weiterer Aspekt, der bei der Umsetzung erneuerbarer Energien berücksichtigt werden muss, ist die soziale Akzeptanz. In der Bevölkerung kann es Widerstand gegen die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien geben, insbesondere wenn diese in der Nähe von Wohngebieten geplant sind. Die Akzeptanz in der lokalen Gemeinschaft kann durch Bedenken hinsichtlich Lärmes, visueller Beeinträchtigung oder möglicher Auswirkungen auf den Immobilienwert beeinflusst werden. Ein offener Dialog mit den Anwohnern, eine frühzeitige Einbindung der Gemeinde und eine transparente Informationsbereitstellung sind wichtige Maßnahmen, um Bedenken ernst zu nehmen und die soziale Akzeptanz für Erneuerbare-Energien-Projekte in Grafenau zu fördern. Dieser proaktive Ansatz findet eine breite Unterstützung in der Bevölkerung und hilft bei der Umsetzung nachhaltiger Energieprojekte. ^{88 89 90}

Darüber hinaus ist die Nutzung von Flächen für erneuerbare Energien ein wichtiger Aspekt, der zu Konflikten mit anderen Nutzungen führen kann, insbesondere mit der Landwirtschaft und dem Naturschutz. Die Bedürfnisse der Landwirtschaft können mit der Bereitstellung von Flächen für die Errichtung von Windkraft- oder Solaranlagen kollidieren. Wenn die genutzten Flächen Teil schützenswerter Naturräume sind oder einen wichtigen Lebensraum für heimische Tier- und Pflanzenarten darstellen, können diese Flächenkonflikte auch ökologische Belange betreffen. Um Konflikte zu vermeiden und eine ausgewogene Raumplanung zu gewährleisten, ist daher ein umsichtiges Flächenmanagement unerlässlich. Eine umfassende Betrachtung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen ist notwendig, um die verschiedenen Nutzungsansprüche gegeneinander abzuwägen. Um eine nachhaltige Nutzung von Flächen für Erneuerbare Energien zu gewährleisten und gleichzeitig die Interessen verschiedener gesellschaftlicher Gruppen zu berücksichtigen, ist es wichtig, die Interessen der Landwirtschaft, des Naturschutzes und anderer Betroffener in den Planungsprozess einzubeziehen. Durch einen transparenten und partizipativen Ansatz, der die Integration erneuerbarer Energien mit bestehenden Landnutzungen in Einklang bringt, kann eine Win-Win-Situation geschaffen werden. ⁹¹

7.3 Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf die Umwelt und auf die Wirtschaft in Grafenau

In Grafenau haben erneuerbare Energien mit einem Anteil von 14 % am Energiemix vielfältige Auswirkungen auf Umwelt und Wirtschaft. Windkraftanlagen nutzen die kinetische Energie des Windes

⁸⁸ Otto, „Landschaft und der Ausbau der Windenergie“.

⁸⁹ mdr.de, „Welche Folgen haben Windkraft und Photovoltaik für die Natur?“

⁹⁰ 2023 Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, „Der Stein des Anstoßes – Konflikte um die Rohstoffgewinnung zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Planung - NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPLANUNG“.

⁹¹ Kufeld und Akademie für Raumforschung und Landesplanung, *Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung*.

zur Stromerzeugung. Im Vergleich zu herkömmlichen fossilen Brennstoffen verursachen sie keine direkten Treibhausgasemissionen. Dies trägt zweifellos zur Verringerung der CO₂-Emissionen. Der Bau von Windkraftanlagen hat jedoch unweigerlich lokale Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Tierwelt. Insbesondere Vögel und Fledermäuse können durch die Anlagen gefährdet werden. Windenergieanlagen können trotz ihrer Umweltfreundlichkeit lokale Ökosysteme beeinträchtigen. Aus diesem Grund ist es wichtig, Maßnahmen zu ergreifen, um diese negativen Auswirkungen zu reduzieren und eine nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten.⁹²

Die Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie ist eine nachhaltige und umweltfreundliche Art der solaren Energiegewinnung. Sowohl in großen Solarparks als auch auf Hausdächern kann diese emissionsfreie Energiequelle genutzt werden. Trotz der ökologischen Vorteile hängt die Effizienz der Energiegewinnung von der Intensität der Sonneneinstrahlung ab und schwankt daher. Das bedeutet, dass tages- und jahreszeitliche Schwankungen der Sonneneinstrahlung die tatsächliche Stromproduktion beeinflussen. Dennoch bleibt Solarenergie eine vielversprechende und nachhaltige Alternative zu konventionellen Energiequellen.⁹³

Im Landkreis Freyung-Grafenau wird Biomasse, vor allem in Form von Holzhackschnitzeln, zunehmend zur Wärmeversorgung von Gebäuden eingesetzt. Obwohl es sich hierbei um eine erneuerbare Energiequelle handelt, sind die Auswirkungen der Verbrennung kritisch zu betrachten, da sie zur Luftverschmutzung beitragen und erhebliche Auswirkungen auf die Flächennutzung haben können. Um den Energiebedarf für die Beheizung von Gebäuden zu decken, setzt die lokale Bevölkerung zunehmend auf Biomasse, insbesondere auf Holzhackschnitzel. Dieser Trend zeigt den Wunsch, auf erneuerbare Energiequellen umzusteigen. Aber auch erneuerbare Ressourcen wie Biomasse sind nicht frei von Umweltauswirkungen. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Landnutzung. Die steigende Nachfrage nach Biomasse könnte landwirtschaftliche Praktiken verändern und das ökologische Gleichgewicht beeinträchtigen. Um sicherzustellen, dass die Vorteile der Biomassenutzung nicht durch die negativen Auswirkungen aufgewogen werden, ist eine sorgfältige Planung und Überwachung der Biomassenutzung von großer Bedeutung.⁹⁴

Erneuerbare Energien haben ein enormes Potenzial, die Wirtschaft im Landkreis Grafenau in vielfältiger Weise zu verändern. Die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Förderung von Aus- und Weiterbildung sind von großer Bedeutung. Die Wirtschafts- und Bildungsservice KG (WBS) TRAINING in Grafenau ist ein hervorragender Bildungsträger, der eine zertifizierte Ausbildung zum Projektmanager Erneuerbare Energien mit Zusatzausbildung Energieberatung anbietet. Absolventen des Lehrgangs können später als Berater, Projektentwickler, Projektmanager oder Planer im Bereich Erneuerbare Energien tätig werden. Damit wird der steigende Bedarf an Fachkräften in diesem Bereich aufgezeigt und die lokale Wirtschaft langfristig gestärkt. Darüber hinaus tragen Erneuerbare Energien erheblich zur Wertschöpfung in der Region bei. Durch den Ausbau der erneuerbaren

⁹² bmu, „Umwelt, Naturschutz und erneuerbare Energien | Umwelt im Unterricht“.

⁹³ Tonkin, „Erneuerbare Energien in Deutschland“.

⁹⁴ Lewicki, „Erneuerbare Energien in Zahlen“.

Energien, insbesondere der Windenergie, entstehen neue Geschäftsfelder und Einkommensmöglichkeiten, die für viele Menschen die Grundlage für zukunftsfähige Arbeitsplätze bilden. Durch diese Entwicklung werden die wirtschaftlichen Vorteile der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien unterstrichen, die sich positiv auf die lokale Wirtschaft auswirken.^{95 96}

⁹⁵ WBS TRAINING AG, „Projektmanager“.

⁹⁶ 2023 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ, „BMWK - Erneuerbare Energien“.

8 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Bachelorarbeit bietet einen Überblick über den aktuellen Stand der Energieversorgung in Bayern und speziell in Grafenau und dient darüber hinaus als Grundlage für eine fundierte Diskussion über die zukünftige Ausrichtung und Entwicklung nachhaltiger Energiesysteme. In einer Zeit, die von ökologischen Herausforderungen und der dringenden Notwendigkeit eines nachhaltigen Umdenkens geprägt ist, kommt der Erforschung und Integration erneuerbarer Energien eine entscheidende Bedeutung zu. Vor diesem Hintergrund lassen sich mehrere Schlüsselerkenntnisse und vielversprechende Zukunftsaussichten ableiten. Zunächst zeigt die Analyse des aktuellen Energieverbrauchs und der Energieerzeugung in Bayern, dass erneuerbare Energien bereits heute eine wichtige Rolle spielen und weiter an Bedeutung gewinnen werden. Die Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauchs, der Anteil der erneuerbaren Energien am Energiemix sowie die Dynamik der Energiepreise geben wertvolle Einblicke in die Komplexität des Energiesektors. Dieser Status quo dient als Ausgangsbasis für zukünftige strategische Entscheidungen und Entwicklungen. Andererseits zeigt die Betrachtung der Energieeffizienz in Bayern, dass zwar Fortschritte erzielt wurden, aber noch erhebliche Optimierungspotenziale bestehen. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden und die Identifikation von Synergien können den Weg zu einer nachhaltigeren Energienutzung ebnen. Eine vorausschauende Betrachtung erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, der neben technologischen Innovationen auch gesellschaftliche Veränderungen und politische Weichenstellungen berücksichtigt. In Grafenau wurde mit der Feinplanung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien gezeigt, dass lokal angepasste Lösungen und eine sorgfältige Datenauswertung entscheidend für eine effektive und nachhaltige Energieplanung sind. Die Berücksichtigung von Planungsinstrumenten, Datenverfügbarkeit und ökologischen Aspekten bildet die Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Die vertiefenden Fallstudien geben einen tiefen Einblick in die Herausforderungen und Potenziale auf lokaler Ebene. Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes bei der Gestaltung der Energiezukunft. Technologische Innovationen, politische Maßnahmen, Integration der Gesellschaft und internationale Zusammenarbeit müssen Hand in Hand gehen bei der Schaffung einer nachhaltigen, effizienten und widerstandsfähigen Energieinfrastruktur. Angesichts der drängenden Herausforderungen im Bereich Energie und Klimaschutz bin ich überzeugt, dass die Förderung gezielter Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich in Grafenau von großer Bedeutung ist. Die Förderung der Sanierung öffentlicher Gebäude und die Unterstützung von Energiesparprogrammen in privaten Haushalten können dazu beitragen, den Energieverbrauch zu senken und unsere Umwelt zu entlasten. Darüber hinaus sollte verstärkt auf Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden gesetzt werden, um die lokale Energieversorgung nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig die regionale Wertschöpfung durch die Schaffung von Arbeitsplätzen zu fördern. Die Bedeutung erneuerbarer Energien als wesentlicher Baustein im Kampf gegen den Klimawandel wird inzwischen von namhaften Experten und internationalen Organisationen hervorgehoben und gewinnt angesichts der

wachsenden globalen Herausforderungen im Bereich des Klimaschutzes zunehmend an Anerkennung und Dringlichkeit. Die Bachelorarbeit skizziert eine vielversprechende Zukunft für die Energieversorgung in Bayern und Grafenau. Zukünftige Entwicklungen werden durch eine verstärkte Integration dezentraler und partizipativer Energieerzeugung geprägt sein, bei der Kommunen und Bürger aktiv in nachhaltige Projekte eingebunden werden. Technologische Innovationen, insbesondere bei Speichertechnologien, ermöglichen eine flexible und effiziente Energieinfrastruktur. Die politischen Rahmenbedingungen werden sich auf die Schaffung von Anreizen für nachhaltige Energieprojekte konzentrieren, während die Integration erneuerbarer Energien in Verkehr und Industrie vorangetrieben wird. Die Globalisierung der Energiemärkte bietet Chancen für internationale Kooperationen und den Austausch überschüssiger erneuerbarer Energie zwischen Regionen. Schließlich wird die Energiezukunft durch eine zunehmende Betonung der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit gekennzeichnet sein. Die Berücksichtigung von Umweltauswirkungen, sozialer Gerechtigkeit und aktiver Bürgerbeteiligung wird den Erfolg von Energieprojekten entscheidend beeinflussen und einen wesentlichen Beitrag zu einer langfristig nachhaltigen Entwicklung leisten. Bei der Planung und Umsetzung von Erneuerbare-Energien-Projekten in Grafenau und anderen Regionen müssen diese Aspekte unbedingt berücksichtigt werden. Diese Ausrichtung auf ökologische und soziale Nachhaltigkeit ist einerseits ethisch geboten, andererseits aber auch Grundlage für eine breite Akzeptanz und Unterstützung in der Bevölkerung. Ein integrativer Ansatz, der ökologische Verträglichkeit und soziale Verantwortung miteinander verbindet, wird daher zu einem zentralen Element bei der Konzeption und Umsetzung zukünftiger Energieprojekte. Insgesamt zeichnet sich eine vielversprechende Zukunft ab, in der erneuerbare Energien weit mehr sind als ein Ersatz, sie sind ein Motor für wirtschaftliches Wachstum, soziale Teilhabe und Umweltschutz. Diese Vision aktiv mitzugestalten und die Weichen für eine nachhaltige Energiezukunft zu stellen, ist nun die Aufgabe von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

Literatur- und Quellenverzeichnis

„20230911-MoU-Netzintegration-erneuerbare-Energien-Baden-Wuerttemberg.pdf“. Zugegriffen 23. November 2023. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Versorgungssicherheit/20230911-MoU-Netzintegration-erneuerbare-Energien-Baden-Wuerttemberg.pdf.

2023 Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. „Daten und Fakten | Energie-Atlas Bayern“. Zugegriffen 12. November 2023. https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten.

2023 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ. „BMWK - Erneuerbare Energien“. Zugegriffen 20. Dezember 2023. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>.

2023 Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG. „Bürgerenergie FRG“. Zugegriffen 23. November 2023. <http://www.buergerenergie-frg.de/>.

2023 Landratsamt Freyung-Grafenau. „Fördermöglichkeiten“. Landratsamt Freyung-Grafenau. Zugegriffen 23. November 2023. <https://www.freyung-grafenau.de/leben-und-wohnen/energie-und-klimaschutz/foerdermoeglichkeiten>.

2023 Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. „Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen | Bundesregierung“. Die Bundesregierung informiert | Startseite, 1. März 2023. [//www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972](http://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972).

2023 Region Donau-Wald. „B III – Energie“. Zugegriffen 22. November 2023. <https://www.region-donau-wald.de/regionalplan/b-iii-energie>.

2023 Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. „Der Stein des Anstoßes – Konflikte um die Rohstoffgewinnung zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Planung - NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPLANUNG“. Zugegriffen 19. Dezember 2023. <https://www.nul-online.de/Der-Stein-des-Anstosses-Konflikte-um-die-Rohstoffgewinnung-zwischen-Wirtschaft-Gesellschaft-und-Planung,QUIEPTU1ODI2MzMmTUIEPTExMTE.html>.

2023 Woltair Heat & Power Germany GmbH. „Entwicklung der Strompreise in Bayern“. Woltair. Zugegriffen 4. Dezember 2023. <https://www.woltair.de/blog/entwicklung-der-strompreise-in-bayern>.

Aiwanger, Hubert, und Roland Weigert. „Wegweiser für Energieprojekte in Bayern“, o. J. „ANALYSE_Die_Datenoekonomie_in_der_Energiewirtschaft.pdf“. Zugegriffen 16. November 2023. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/ANALYSE_Die_Datenoekonomie_in_der_Energiewirtschaft.pdf.

Bayerische Staatskanzlei (StK). „Bayern ist bei Photovoltaik, Bioenergie, Wasserkraft und Tiefengeothermie bundesweit führend. – Bayerisches Landesportal“. Zugegriffen 6. Dezember 2023. <https://www.bayern.de/bayern-ist-bei-photovoltaik-bioenergie-wasserkraft-und-tiefengeothermie-bundesweit-fhrend/>.

Bayerisches Landesamt für Statistik. „Pressemitteilung“. Zugegriffen 4. Dezember 2023. <https://www.statistik.bayern.de/presse/mitteilungen/2022/pm377/index.html>.

Bayerisches Landesamt für Umwelt. „Energieverbrauch - LfU Bayern“. Zugegriffen 5. Dezember 2023. https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/klima_energie/energieverbrauch/index.htm.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. „Ausbau in Bayern | Energie-Atlas Bayern“. Zugegriffen 5. Dezember 2023. https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/windenergie_wissen/daten.

Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr. „Förderprogramme im Bereich Gebäude und Energie - Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr“. Zugegriffen 29. November 2023. <https://www.stmb.bayern.de/buw/bauthemen/gebaeudeundenergie/foerderprogramme/index.php>.

„bd-144.pdf“. Zugegriffen 23. November 2023. <https://www.landkreistag.de/images/stories/publikationen/bd-144.pdf>.

BDEW. „Was bedeutet die Digitalisierung für die Energiewirtschaft?“ Zugegriffen 15. November 2023. <https://www.bdew.de/energie/digitalisierung/was-bedeutet-der-trend-der-digitalisierung-fuer-die-energiewirtschaft/>.

Bechtold Solar-Technik GmbH. „Solaranlagen Grafenau « BechtoldSolar » Ihr Anbieter für Photovoltaik / Stromspeicher“. Zugegriffen 22. Dezember 2023. <https://bechtold-solaranlagen.de/grafenau/>.

Bertram, Brossardt. „vbw Energiepreisindex - jeden Monat aktuell und neu“. vbw. Zugegriffen 12. November 2023. <https://www.vbw-bayern.de/vbw/Themen-und-Services/Energie-Klima/Energie/vbw-Energiepreisindex.jsp>.

BLHV, von. „Auf den Standort kommt es an - BLHV“, 23. April 2020. <https://www.blhv.de/auf-den-standort-kommt-es-an/>.

bmu. „Umwelt, Naturschutz und erneuerbare Energien | Umwelt im Unterricht: Materialien und Service für Lehrkräfte – BMUV-Bildungsservice | Umwelt im Unterricht“. Zugegriffen 20. Dezember 2023. <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/umwelt-naturschutz-und-erneuerbare-energien>.

Bundesministerium für Finanzen. „Land- und forstwirtschaftliches Vermögen/Bodenschätzung“. Zugegriffen 20. November 2023. <https://bmf.gv.at/themen/steuern/immobilien-grundstuecke/grundbesitzabgaben-einheitsbewertung/land-und-forstwirtschaftliches-vermoegen-bodenschaetzung.html>.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. „Energieeffizienz in Zahlen 2021“, 2021. Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. „BEE-Analyse: Auswirkungen einer möglichen Einführung von Contracts for Difference (CfD) auf Erneuerbare Energien im Strommarkt“. BEE-EV.DE. Zugegriffen 11. Dezember 2023. <https://www.bee-ev.de/service/publikationen-medien/beitrag/bee-analyse-auswirkungen-einer-moeglichen-einfuehrung-von-contracts-for-difference-cfd-auf-erneuerbare-energien-im-strommarkt>.

Bürgerenergie Freyung-Grafenau eG. „Wasser“. Zugegriffen 22. Dezember 2023. <http://www.buergerenergie-frg.de/index.php/erneuerbare/wasser>.

„Energiedaten“. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. Zugegriffen 9. November 2023. <https://www.stmwi.bayern.de/energie/energiedaten/>.

„Energieflussdiagramm | Energie-Atlas Bayern“. Zugegriffen 5. Dezember 2023. https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/energiefluss.

EON SE 2023. „Warum Daten Der Schlüssel Zur Energiewende Sind“. Zugegriffen 15. November 2023. <https://www.eon.com/de/innovation/innovation-in-aktion/meinung/warum-daten-der-schluesel-zur-energiewende-sind.html>.

EU , Bundesregierung, BMWK , UBA , BMUV , Bayerische Staatsregierung. „Klimaschutz und Energieeffizienz: Überblick politischer Ziele und Maßnahmen - IZU“. Zugegriffen 29. November 2023. https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/339/klimaschutz-energieeffizienz-ueberblick-politischer-ziele-massnahmen.

Eugen, Wagner. „Photovoltaik Grafenau » Firmen, Rechner & Angebote“. Zugegriffen 16. November 2023. <https://www.rechnerphotovoltaik.de/photovoltaik/in/bayern/grafenau>.

Europäische Kommission, Abteilung für Energieeffizienz und erneuerbare Energien des Gemeinsamen Forschungszentrums. „JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) – Europäische Kommission“. Zugegriffen 21. November 2023. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR.

Europäische Union, 1995–2023. „Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)“, 12. Oktober 2023. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en.

Fischer, Carolin. „Werkzeuge für die treibhausgasneutrale Kommune: Erneuerbare Energien in der Bauleitplanung“, o. J. Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. „Szenario E.plan | Bayernplan Energie 2040“. Zugegriffen 5. Dezember 2023. <https://bayernplan-energie.ffe.de/szenario-eplan>.

Francesco La Camera. „Zitat der Woche“. Zugegriffen 22. Dezember 2023. <https://www.bmwk-energie-wende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2019/09/Meldung/zitat-der-woche.html>

Freyung-Grafenau: Gesundheits- und Energieversorgung als Themen der Bürgermeisterdienstversammlung. Landratsamt Freyung-Grafenau, 1. Dezember 2022. <https://www.freyung-grafenau.de/gesundheitsregionplus/aktuelles/freyung-grafenau-gesundheits-und-energieversorgung-als-themen-der-buergermeisterdienstversammlung>.

Gebäude und Energie - Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr. Zugegriffen 29. November 2023. <https://www.stmb.bayern.de/buw/bauthemen/gebäudeundenergie/>.

GmbH, Maschinenringe Deutschland. „EEG 2023“. [maschinenring.de](https://www.maschinenring.de/eeg-2023). Zugegriffen 19. Dezember 2023. <https://www.maschinenring.de/eeg-2023>.

„Handlungsprogramm.pdf“. Zugegriffen 23. November 2023. https://www.freyung-grafenau.de/fileadmin/content/leben_wohnen/klimaschutz/nachhaltigkeit/Handlungsprogramm.pdf.

„Handout_PV_Freiflaechen_20210427.pdf“. Zugegriffen 22. November 2023. https://www.energieagentur.rip.de/fileadmin/user_upload/erneuerbare_energien/Handout_PV_Freiflaechen_20210427.pdf.

Heindl, Peter, Andreas Löschel, und Rudolf Schüßler. „Ist die Energiewende sozial gerecht?“ Wirtschaftsdienst 2014, Nr. 7 (2014): 508–14.

Heinloth, Klaus. Die Energiefrage: Bedarf und Potentiale, Nutzung, Risiken und Kosten. 2., erw. Aktualisierte Aufl. Braunschweig Wiesbaden: Vieweg, 2003.

Hendrik, Sämisch, Jedamzik Katrin, und Lindenberg Mark. „Was versteht man genau unter Erneuerbare Energien und wie haben sie sich in den letzten Jahren in Deutschland entwickelt?“ Zugegriffen 12. November 2023. <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/erneuerbare-energien>.

Hirsch & Wölfl GmbH. „Dienstleistungen: Stadt Grafenau“. Zugegriffen 23. November 2023. https://www.grafenau.de/stadt-grafenau/rathaus-service/was-erledige-ich-wo/dienstleistungen?cHash=c74ae775138871f06e2192533e31b7ab&tx_hwverwaltungbayern_hwverwaltungbayernleistungen%5Baction%5D=leistungenShow&tx_hwverwaltungbayern_hwverwaltungbayernleistungen%5Bcontroller%5D=VerwaltungFrontend&tx_hwverwaltungbayern_hwverwaltungbayernleistungen%5Bid%5D=28703.

„Indikator: Anteil Erneuerbare am Bruttoendenergieverbrauch“. Text. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt, 20. Dezember 2013. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-erneuerbare-energien>.

„Integriertes_Klimaschutzkonzept_Kurzfassung.pdf“. Zugegriffen 16. November 2023. https://www.freyung-grafenau.de/fileadmin/content/leben_wohnen/klimaschutz/energie-klimaschutz/Integriertes_Klimaschutzkonzept_Kurzfassung.pdf.

IWR 2023. „Kreis Freyung-Grafenau: Windenergie Zubau (Onshore) in 2023“. Zugegriffen 16. November 2023. <https://www.windbranche.de/windenergie-ausbau/kreise/freyung-grafenau>.

Jonathan Schulenburg. „Strom und Gas: Wie geht es bei den Preisen weiter? | BR24“. Zugegriffen 4. Dezember 2023. <https://www.br.de/nachrichten/wirtschaft/energie-preise-wie-geht-es-bei-strom-und-gas-nun-weiter,TsScJIK>.

„Klimaschutzprojekte“. Landratsamt Freyung-Grafenau. Zugegriffen 6. Dezember 2023. <https://www.freyung-grafenau.de/leben-und-wohnen/energie-und-klimaschutz/klimaschutzprojekte>.

„Kriterienkatalog: Stadt Grafenau“. Zugegriffen 22. November 2023. <https://www.grafenau.de/stadt-grafenau/rathaus-service/photovoltaik-freiflaechenanlagen/kriterienkatalog>.

Karina Wächter, und Dennis Junk. „Landtag Rheinland-Pfalz 18. Wahlperiode“, o. J. Klage, Britta, und Cora Arbach, Hrsg. Governance-Prozesse für erneuerbare Energien. Arbeitsberichte der ARL 5. Hannover: ARL, Akad. für Raumforschung und Landesplanung, 2013.

Klimaschutz, BMWK-Bundesministerium für Wirtschaft und. „Erneuerbare Energien“. Zugegriffen 11. Dezember 2023. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>.

Kruse, Mirko, und Jan Wedemeier. „Potenzial grüner Wasserstoff: langer Weg der Entwicklung, kurze Zeit bis zur Umsetzung“. Wirtschaftsdienst 2021, Nr. 1 (2021): 26–32.

Kufeld, Walter, und Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hrsg. Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung. Arbeitsberichte der ARL 7. Hannover: ARL, 2013.

„LES_FRG_Textfassung_final_2_2023-03-06_ohne_Markierung_AEnderungen.docx.pdf“. Zugegriffen 6. Dezember 2023. https://www.freyung-grafenau.de/fileadmin/content/wirtschaft_tourismus/leader/LES_FRG_Textfassung_final_2_2023-03-06_ohne_Markierung_AEnderungen.docx.pdf.

Leitung Öffentlichkeit & Kommunikation und Öko-Institut e.V. „Energiewende: Geschichte, aktuelle Situation, Zukunft - energiewende.de“. Zugegriffen 4. Dezember 2023. <https://www.energie-wende.de/start>.

Lewicki, Pawel. „Erneuerbare Energien in Zahlen“. Text. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt, 10. Juni 2013. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>.

Ltd, Ortsdienst Pte. „Biomasse Freyung-Grafenau - Ortsdienst.de“. Zugegriffen 6. Dezember 2023. <https://www.ortsdienst.de/bayern/freyung-grafenau/biomasse/>.

Martin, Wanninger. „Der nächste Energie-Gau“. Pnp.de. Zugegriffen 16. November 2023. <https://www.pnp.de/archiv/1/der-naechste-energie-gau-6835247>.

mdr.de. „Welche Folgen haben Windkraft und Photovoltaik für die Natur? | MDR.DE“. Zugegriffen 19. Dezember 2023. <https://www.mdr.de/wissen/erneuerbare-energien-naturschutz-folgen-solar-energie-windkraft-100.html>.

Munich Institute of Integrated Materials, Energy and Process Engineering (MEP). „Studienveröffentlichung: 100 % erneuerbare Energien für Bayern“, 11. Mai 2021. <https://www.mep.tum.de/mep/aktuelles/news-single-view/article/studienveroeffentlichung-100-erneuerbare-energien-fuer-bayern/>.

NDR. „Strommix Deutschland: Wie hoch ist der Anteil erneuerbarer Energien?“ Zugegriffen 5. Dezember 2023. <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Strommix-Deutschland-Wie-ist-der-Anteil-erneuerbarer-Energien,strommix102.html>.

Otto, Antje. „Landschaft und der Ausbau der Windenergie“. In Handbuch Landschaft, herausgegeben von Olaf Kühne, Florian Weber, Karsten Berr, und Corinna Jenal, 859–69. RaumFragen: Stadt – Region – Landschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-658-25746-0_69.

Oswald, Bernd. „Wie Bayern den Energieverbrauch der Zukunft berechnet“. BR24, 11. Januar 2023. <https://www.br.de/nachrichten/netzwelt/wie-bayern-den-energieverbrauch-der-zukunft-berechnet,TSDxrsf>.

„Primärenergieverbrauch | Energie-Atlas Bayern“. Zugegriffen 5. Dezember 2023. https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/primaerenergie.

Patricia. „Strompreis: Große regionale Unterschiede – zwei Bundesländer sind besonders günstig“, 5. Mai 2023. <https://www.merkur.de/wirtschaft/strompreis-regional-unterschied-kosten-energiekrisen-guenstig-tarif-bayern-hessen-dynamisch-92254552.html>.

Pressemitteilung Verivox. „Stromrechnung: Im Saarland wird es teuer – in Bayern sind die Kosten niedriger“, 23. April 2021. <https://www.merkur.de/leben/wohnen/verivox-analyse-stromrechnung-bundeslaender-strom-kostet-vergleich-zr-90473144.html>.

Prof. Dr. Markus Große Ophoff. „Effiziente Planung von Erneuerbare-Energien-Projekten“. DBU, 6. Juni 2023. <https://www.dbu.de/projektbeispiele/effiziente-planung-von-erneuerbare-energien-projekten/>.

statista. „Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Deutschland bis 2022“. Statista. Zugegriffen 5. Dezember 2023. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2142/umfrage/erneuerbare-energien-anteil-am-stromverbrauch/>.

Tonkin, Nguyen Quang Ngoc. „Erneuerbare Energien in Deutschland“, 2021.

t-online. „Strompreise: In diesem Bundesland sind sie am höchsten | Überblick“. www.t-online.de, 21. Juli 2023. <https://www.t-online.de/-/100210782>.

„Überblick: EE-Strom in Bayern | Energie-Atlas Bayern“. Zugegriffen 12. November 2023. https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/ueberblick_strom.

„Vorentwurf_FNP-DB_48_PV_Grossarmschlag-Scheibenerg_II_idF_24-11-2022.pdf“. Zugegriffen 19. Dezember 2023. https://www.grafenau.de/fileadmin/Dateien/Stadt_Seite/Stadt_Dateien/Leben_Wohnen/Bauleitplaene/Bauleitplaene_in_Aufstellung/Vorentwurf_FNP-DB_48_PV_Grossarmschlag-Scheibenerg_II_idF_24-11-2022.pdf.

„Vorentwurf_FNP-DB_49_Solaranlage_Grueb-Langberg_idF_22-12-2022.pdf“. Zugegriffen 11. Dezember 2023. https://www.grafenau.de/fileadmin/Dateien/Stadt_Seite/Stadt_Dateien/Leben_Wohnen/Bauleitplaene/Bauleitplaene_in_Aufstellung/Vorentwurf_FNP-DB_49_Solaranlage_Grueb-Langberg_idF_22-12-2022.PDF.

vbw 2023. „Neue Vorgaben zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung“. vbw. Zugegriffen 29. November 2023. <https://www.vbw-bayern.de/vbw/Themen-und-Services/Energie-Klima/Energie/Verordnungen-f%C3%BCr-Energieeinsparung-geplant.jsp>.

„Wasserkraft“. Landratsamt Freyung-Grafenau. Zugriffen 22. Dezember 2023. <https://www.freyung-grafenau.de/leben-und-wohnen/umwelt/wasser/wasserkraft>.

„Wind“. Zugriffen 22. Dezember 2023. <http://www.buergerenergie-frg.de/index.php/erneuerbare/wind>.

„Wo steht Deutschland bei der Energiewende | Bundesregierung“. Die Bundesregierung informiert | Startseite, 19. September 2023. [//www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/faq-energiewende-2067498](https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/faq-energiewende-2067498).

Wasserwirtschaft, Verband der Bayerischen Energie und. „Stromwirtschaft“. Verband der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Zugriffen 5. Dezember 2023. <https://www.vbew.de/vbew/zahlen-und-fakten/stromwirtschaft>.

WBS TRAINING AG. „Projektmanager:in Erneuerbare Energien - mit Zusatzqualifikation Energieberatung“. WBS TRAINING. Zugriffen 20. Dezember 2023. <https://www.wbstraining.de/grafenau-weiterbildung-projektmanager-in-erneuerbare-energien-mit-zusatzqualifikation-energieberatung/>.

Wilke, Sibylle. „Branchenabhängiger Energieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes“. Text. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt, 18. November 2013. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/industrie/branchenabhaengiger-energieverbrauch-des>.

Winkler, Jenny, Dr Mario Ragwitz, Dr Holger Höfling, Dr Frank Musiol, Henning Jachmann, Tobias Kelm, und Maike Schmidt. „Sammlung der Beiträge der Zukunftswerkstatt Erneuerbare Energien“, o. J.

WIR WÄRMEN KG. „Nahwärme Grafenau“. Wir Wärmern KG (blog). Zugriffen 16. November 2023. <https://www.wir-waermen.de/standorte/nahwaerme-grafenau/>.