

ReallaborWaldviertel: 100% erneuerbares Waldviertel

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 70/2025

Wien, 2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Autorinnen und Autoren:

DI(FH) Martin Holper, MSc., Bettina Frantes, DI Frederike Ettwein, MSc., Hannes Schiestl,
BSc., Dr. Michael Schmidthaler, DI Franz Tyma, BA.

Wien, Maria Enzersdorf 2025. Stand: Juli 2023

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	8
2	Abstract.....	10
3	Ausgangslage.....	12
4	Potentialanalyse, Handlungsoptionen und Eignung des Waldviertels als Energiewende-Modellregion	14
4.1.	Potentialabschätzung erneuerbarer Energiebereitstellung im Untersuchungsgebiet	14
4.1.1.	Energiedatenberechnung und sektorale Abgrenzung im Untersuchungsgebiet	14
4.1.2.	Primärenergieträger im Untersuchungsgebiet.....	17
4.1.3.	Handlungspfadoptionen – 100% erneuerbares Waldviertel – Umsetzungsstrategie Photovoltaik – Schwerpunkt „Innovative-PV“	18
4.1.4.	Handlungspfadoptionen – 100% erneuerbares Waldviertel – Umsetzungsstrategie Biogas	24
4.1.5.	Handlungspfadoptionen – 100% erneuerbares Waldviertel – Umsetzungsstrategie Nahwärme.....	29
4.2.	Erneuerbare Energiegemeinschaften: Umsetzungsstrategie für Untersuchungsregion.....	30
4.2.1.	Errichtungsgrundlagen erneuerbarer Energiegemeinschaften.....	32
4.2.2.	Stakeholder*innen-Einbindung durch Energiegemeinschaften.....	32
4.2.3.	Umsetzungsphasen einer EEG bzw. damit verbundene Errichtungs- und Betriebsprozesse.....	33
4.2.4.	Systemintegration von erneuerbaren Energiegemeinschaften in das Untersuchungsgebiet.....	36
4.2.5.	Zwischenfazit Erneuerbare Energiegemeinschaften in der Untersuchungsregion - Erzeugungs- und Lastprofile.....	37
4.3.	Entwicklung von Projektfortschritts-Kennwerten	37
4.3.1.	Entwicklung des „Renewable Key Performance Indicators“ (KPI) in der Untersuchungsregion Waldviertel.....	38
5	Energiewirtschaftliche, -technische und gesellschaftliche Analyse in der Untersuchungsregion	39
5.1.	Gesellschaftliche Aspekte	39
5.1.1.	Grundlagen: Wahrnehmung Erneuerbarer Energien im Waldviertel	40
5.1.2.	Grundlagen: Wahrnehmung fossiler Heizsysteme und zukünftiger Entwicklungen.	43
5.2.	Ergebnisse der Nutzer*innenintegration.....	46
5.2.1.	Wahrnehmung erneuerbarer Energiebereitstellung im Untersuchungsgebiet	46
5.2.2.	Wahrnehmung fossiler Heizsysteme und zukünftige Entwicklungen	49
5.3.	Analyse der energetischen Bereitstellungsoptionen-Zielsetzung: 100% erneuerbares Waldviertel.....	52
5.3.1.	Photovoltaik.....	53

5.3.2. Biogas.....	55
5.4. Analyse der Energieverwendung im Untersuchungsgebiet: Forcierung erneuerbarer Energiegemeinschaften.....	56
5.4.1. Fazit und Schlussfolgerungen Energiegemeinschaften in der Untersuchungsregion	63
6 Schlussfolgerungen.....	65
7 Verzeichnisse.....	66

1 Kurzfassung

Das obere Waldviertel (Gmünd, Zwettl, Waidhofen/Thaya, Krems und Horn) mit seinen 110 Gemeinden nimmt bereits seit vielen Jahren eine Vorreiterrolle im Bereich erneuerbare Energie ein, weshalb die Grundlagen für das Projektvorhaben „Sondierung Reallabor 100% Erneuerbares Waldviertel“ vorhanden waren. Ziel des Projekts war daher die Entwicklung eines inhaltlichen und wirtschaftlichen Umsetzungskonzepts für dieses Reallabors unter Durchführung folgender Analyseschritte:

- Durchführung einer Bestandsaufnahme der Wertschöpfungsketten, Ökosysteme, energetische Ist-Situation, *Enabler*, Multiplikatoren,... sowie eine Anforderungsanalyse in der Region
- Entwicklung der Grundlage eines Maßnahmenkatalogs, um im nachfolgenden Gesamtprojekt die Vision 100 % erneuerbare Energie in der Untersuchungsregion bis 2030 zu erreichen
- Evaluierung erster Konzeptprototypen und Geschäftsmodelle unter Einbindung der Bevölkerung und des im Projekt initiierten Regionalbeirats
- Entwicklung einer Strategie für den Betrieb des Reallabors Waldviertel (Umsetzungs-Roadmap) inkl. einer ersten Abschätzung des wirtschaftlichen Rahmens und der Beurteilung der Anschlussfinanzierungsformen im zukünftigen Reallabor.

Dies erfolgte vor dem Hintergrund, (i) die Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Erzeugungstechnologien zu verbessern und damit deren Ausbau in der Region zu forcieren, (ii) die Biomasse- und Nahwärme-VersorgerInnen zu stärken und damit einen Beitrag zur Wärmewende zu leisten und (iii) den Verbrauch und Erzeugung mittels Sektorkopplung zu flexibilisieren und die gemeinsame Nutzung von Speichern zu forcieren.

Das Projektvorhaben „Sondierung Reallabor 100 % Erneuerbares Waldviertel“ lieferte damit einen wesentlichen Beitrag zum Weg in eine ausschließlich erneuerbare Energiezukunft in einer für Österreich repräsentativen Region mit hohem Skalierungspotential. Die Erhebung der Potentiale sowie möglicher Maßnahmen erfolgte gemeinsam mit den Bedarfsträgerinnen, Unternehmen und Institutionen vor Ort. Gemeinsam wurden nachhaltige Lösungen für ein sicheres und klimaneutrales Energiesystem erforscht, entwickelt und auf Praxistauglichkeit getestet. Die Ergebnisse wurden zu einem inhaltlichen und wirtschaftlichen Umsetzungskonzept (inkl. Maßnahmenkatalog, Konzepte und Geschäftsmodelle sowie Betriebsstrategie für den Betrieb des Reallabors Waldviertel) zusammengefasst.

Im Detail wurde im Zuge der Potential- und Machbarkeitsuntersuchung festgestellt, dass obwohl der Anteil erneuerbarer Energie (EE) am Gesamtenergieverbrauch in der Region bereits über dem nationalen Mittel liegt (41 % zu 33,4 % national), substantielle Anstrengungen in den Bereichen Mobilität, diversifiziertes erneuerbares Angebot (in besonderer Weise Windenergie) sowie Maßnahmen hinsichtlich intelligenter Sektorkopplung erforderlich sind (Statistik Austria 2022). Darüber hinaus stellt (v.a. forstliche) Biomasse ein hohes Potential in der Region dar. Während über 190.000 ha der Region bewaldet sind, wird der jährliche Netto-Zuwachs nur zu 48 % genützt. Auch die solare Energiebereitstellung (PV) ist mit 93 GWh deutlich ausbaufähig, wie in der Potentialerhebung in Kapitel 5.4.1 erläutert wird (Sonnenplatz-Großschönau, 2020).

Darüber hinaus wurden Maßnahmen zur Einbindung bestehender erneuerbarer Energiebereitstellungsinfrastruktur in die lokalen und regionalen Verbrauchsstrukturen untersucht. Dazu zählen allen voran „erneuerbare Energiegemeinschaften“, die im Laufe des Projekts detailliert untersucht und deren Initiierung in der Region angeregt wurde. Gleiches gilt für den

Themenschwerpunkt Elektromobilität, der für ländliche Regionen wie das Waldviertel großes Potential im individuellen motorisierten Verkehr innehaben wird.

Zusammenfassend konnte im Sondierungsprojekt erhoben werden, dass die in der Region vorhandenen Strukturen (z. B. KEMs, KLARs, Leader, Verein Interkom,...) und Infrastrukturen (z. B. Hard- und Softwarelösungen aus Forschungsprojekten), eine sensibilisierte und engagierte Bevölkerung sowie die über dem österreichischen Mittel liegende Anzahl an erneuerbaren Erzeugungsanlagen in der Region (PV, Biomasse,...) eine hervorragende Ausgangssituation für die Umsetzung eines Reallabor darstellt. Dies insbesondere, da man eine Situation bzw. Rahmenbedingungen vorfindet, die in weiten Teilen Österreichs erst in den nächsten Jahren entstehen werden (z. B. hohe PV Dichte,...). Das bietet die Möglichkeit in repräsentativer Arte und Weise Konzepte und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die sich in 2-3 Jahren in ganz Österreich umsetzen lassen und damit multiplizierbar sind.

2 Abstract

The upper Waldviertel (Gmünd, Zwettl, Waidhofen/Thaya, Krems and Horn) with its 110 municipalities has played a pioneering role in the field of renewable energy for many years, which is why the location was ideally suited for the implementation of the "Sondierung Reallabor 100% Erneuerbares Waldviertel" project. The aim of the project was to develop a set of measures as well as an implementation guideline for 100% renewable energy laboratory. This included the following analysis steps:

- Establishment of an inventory of the value chains, ecosystems, energetic actual situation, enablers, multipliers,... as well as a requirement analysis in the region
- Development of the basis for a catalogue of measures to achieve the vision of 100% renewable energy in the Reallabor by 2030 in the overall project to be submitted subsequently.
- Evaluation of initial concepts and business models with the involvement of the population and the regional advisory board initiated in the project
- Development of a strategy for the operation of the Waldviertel laboratory (implementation roadmap), including an initial assessment of the economic framework and the evaluation of follow-up financing forms in the future laboratory.

This was done against the background of (i) improving the economic efficiency of renewable generation technologies and thus pushing their expansion in the region, (ii) strengthening biomass and local heating suppliers thereby contributing to the heat transition, and (iii) making consumption and generation more flexible by means of sector coupling and pushing the joint use of storage facilities.

The project "Sondierung Reallabor 100% Erneuerbares Waldviertel" thus made a significant contribution to the path towards an exclusively renewable energy future in a region that is representative for Austria and has high scaling potential. The survey of potentials and possible measures was carried out together with the local stakeholders, companies and institutions. Together, sustainable solutions for a secure and climate-neutral energy system were researched, developed and tested for practicality. The results were summarized in a content-related and economic implementation concept (including a catalogue of measures, concepts and business models as well as an operating strategy for the operation of the Reallabor Waldviertel).

In detail, the potential and feasibility study found that although the share of renewable energy (RES) in total energy consumption in the region is already above the national average (41 % compared to 33,4 % national), substantial efforts are needed in the areas of mobility, diversified renewable supply (especially wind energy) and measures regarding smart sector coupling. Furthermore, (mainly forestry) biomass represents a high potential in the region. While 190.00 ha of the area is forested, only 48% of the annual net increase is used. The solar energy supply (thermal/PV) is also clearly expandable with 93 GWh (Sonnenplatz-Großschönau, 2020).

In addition, measures to integrate existing renewable energy supply infrastructure into local and regional consumption structures were investigated. These include first and foremost "renewable energy communities", which were investigated in detail during the course of the project and the initiation of which was encouraged in the region. The same applies to the thematic focus on electric mobility, which will have great potential in individual motorized transport for rural regions such as the Waldviertel.

Summarizing, the exploratory project showed that the existing structures (e.g. KEMs, KLARs, Leader, Verein Interkom,...) and infrastructures (e.g. hardware and software solutions from research projects) in the region, a committed population and the number of renewable generation plants in the region (PV, biomass,...), which is above the Austrian average, represent an excellent starting situation for the implementation of a real laboratory. This is especially true since the situation and framework conditions are such that they will only emerge in large parts of Austria in the next few years (e.g. high PV density,...). This offers the opportunity to develop concepts and business models in a representative manner that can be implemented throughout Austria in 2-3 years and can thus be multiplied.

3 Ausgangslage

Am Ausstieg aus fossilen Energieträgern führt kein Weg vorbei: die Endlichkeit unserer Ressourcen, der Klimawandel – der durch die Verbrennung von Erdöl, Kohle und Erdgas immer weiter angeheizt wird und uns vor zunehmend größere Herausforderungen stellt – aber auch klare wirtschaftliche Interessen, denen ein massiver Kaufkraftabfluss in Richtung erdöl- und erdgasproduzierender Länder entgegensteht, sind ein eindeutiger Arbeitsauftrag für Politik und Gesellschaft.

Der dafür erforderliche Umbau unseres Energiesystems ist ein Generationenprojekt: Nicht nur weil die dafür erforderlichen einschneidenden Veränderungen viel Zeit in Anspruch nehmen werden, sondern vor allem deshalb, weil wir mit den heute getroffenen Entscheidungen massiv die Lebensgrundlage künftiger Generationen beeinflussen. Bei der erforderlichen Energiewende geht es darum, die Weichen für eine enkeltaugliche Zukunft zu stellen – ein gesundes Wirtschaftssystem, eine zukunftstaugliche Infrastruktur und intakte Lebens- und Naturräume bilden die Basis für eine hohe Lebensqualität nachfolgender Generationen. Des Weiteren sorgt ein heimisches erneuerbares Energiesystem für Unabhängigkeit und Versorgungssicherheit einer modernen Gesellschaft.¹

Effizienz in der Energiebereitstellung, -transport, und -verteilung sind ebenso wie ein bewusster Umgang mit Energie die Voraussetzungen für ein erneuerbares Energiesystem. Weiters erfordert die Sicherstellung einer leistbaren und nachhaltigen Energieversorgung den konsequenten Ausbau der erforderlichen Infrastruktur.

Die Untersuchungsregion Waldviertel hat in Abstimmung mit der nö. Landesregierung klare Ziele gesetzt, um ein rascheres Vorankommen der Energiewende zu unterstützen. Dazu wurden fünf große Zielfelder definiert:

- Schaffung eines zukunftsfähigen Energiesystems
- Begrenzung der Auswirkung des Klimawandels
- Sicherstellung einer zukunfts- und leistungsfähigen Infrastruktur
- Steigerung der regionalen Wertschöpfung durch grüne Technologien
- Engagement in der Bevölkerung - die Energiewende zu den Menschen zu bringen

Eignung und Beschreibung der Region: Das obere Waldviertel (Gmünd, Zwettl, Waidhofen/Thaya, Krems und Horn) mit seinen 110 Gemeinden nimmt schon seit vielen Jahren eine Vorreiterrolle im Bereich Erneuerbare Energie ein. Unter dem Motto „Immer einen Schritt voraus“ wurden bereits in den letzten Jahren im Rahmen diverser Forschungsprojekte, Klima und Energie Modellregionen (KEM) bzw. Klimaanpassungsregionen (KLAR) sowie durch engagierte Vereine und Organisationen diverse innovative Beiträge zur Energiewende umgesetzt. Die Region umfasst die Bezirke Gmünd, Zwettl, Waidhofen/Thaya, Krems und Horn (in der folgenden Abbildung in blau markiert). Die Größe beläuft sich auf ca. 4.563 km² mit rund 215.650 EinwohnerInnen und wird gegliedert in 5 Bezirke mit insgesamt 110 Gemeinden. Die Untersuchungsregion ist nachfolgend dargestellt.

¹ NÖ Klima- und Energiefahrplan 2020 - 2030

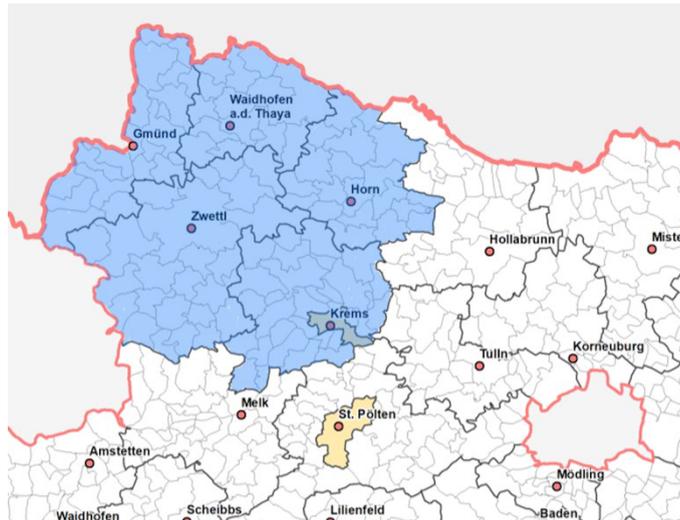


Abbildung 1: Grafische Illustration des Untersuchungsgebiets, eigene Darstellung angelehnt an (Landesregierung, 2022)

Geprägt ist diese Region von zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben aber auch innovativen Klein- und Großunternehmen. Die Vertreter dieser Bezirke haben schon frühzeitig erkannt, dass eine Zusammenarbeit bezirksübergreifend sinnvoll und notwendig ist, um Projekte umzusetzen. Die Untersuchungsregion bietet somit gute Voraussetzungen für ein Reallabor der (Energie-) Zukunft.

Die relevanten Potentiale erneuerbarer Energieträger wurden im gegenwärtigen Projektvorhaben „Sondierung Reallabor 100% Waldviertel“ eingehend untersucht und nachfolgend auf Grundlage der durchgeführten Potentialerhebung in der Untersuchungsregion dargestellt.

4 Potentialanalyse, Handlungsoptionen und Eignung des Waldviertels als Energiewende-Modellregion

In der Projektphase wurden unterschiedlichste energetische Methoden zur Realisierung eines 100% erneuerbaren Waldviertels geprüft und analysiert. Der Fokus wurde auf die Aspekte zur Initialisierung von Energiegemeinschaften gelegt, welche eine wichtige Möglichkeit darstellen die Energiewende in den Regionen voranzutreiben. In den folgenden Kapiteln wird daher die Eignung der Region, die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen sowie die technische Realisierbarkeit erneuerbarer Energiegemeinschaften dargelegt.

4.1. Potentialabschätzung erneuerbarer Energiebereitstellung im Untersuchungsgebiet

Im Rahmen des Sondierungsprojekts wurde die Plausibilität einer ausschließlich (100%) mit erneuerbaren Energieträgern versorgten Untersuchungsregion mittels *bottom-up* Methode analysiert.

Das Hauptaugenmerk wurde in der elektrischen Energiebereitstellung auf Erzeugung durch Photovoltaik gelegt. Die Gegebenheiten im Kontrollgebiet forcierten eine Schwerpunktanalyse im Bereich der Auf-Dach-Anlagen und der Möglichkeit der Doppelnutzung im Agrarbereich. Im Bereich der gasförmigen Energieträger wurde eine Potentialanalyse über die verfügbaren Kapazitäten von erneuerbarem Biogas aus landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Abfallprodukten erhoben.

Darüber hinaus wurden die Potentiale der Wärmebereitstellung über lokal verfügbare forstliche Biomasse zur Befeuerung von Nahwärmeanlagen erhoben. Importe aus dem Umland kamen bei der Analyse der einzelnen Energieträger nicht zur Geltung.

Für die Evaluierung des ist-Standes wurden die aktuellen Energiedaten im Waldviertel erhoben und auf den Anteil an erneuerbaren Energieträgern untersucht. Diese Erhebung ist reproduzierbar aufgebaut und kann somit für den Projektfortschritt in der Region bis zum „100 % erneuerbaren Waldviertel“ verwendet werden. Die Methodik die hinter der Berechnung der Energiedaten wir in den folgenden Seiten beschrieben.

4.1.1. Energiedatenberechnung und sektorale Abgrenzung im Untersuchungsgebiet

Um eine möglichst genaue Berechnung der Nutzenergie im Kontrollgebiet durchzuführen, wurde eine Unterteilung in fünf Sektoren und 17 Primärenergieträger nach Statistik Austria gewählt. Die Nutzenergieanalyse erhebt die Daten in maximaler Granularität auf Bundesländerebene. Konkrete Messdaten standen uns für die Energiedaten nicht in allen Bereichen zur Verfügung. Um dennoch einen Gesamtenergieverbrauch im Kontrollgebiet zu berechnen, wurden Gewichtungsfaktoren recherchiert.

Diese Faktoren beziehen sich immer auf den jeweiligen Sektor oder Primärenergieträger in gesamt Niederösterreich. Im Folgenden werden die Methodiken hinter den einzelnen Indikatoren beschrieben:

Landwirtschaft:

Als gewichtender Faktor stellte sich die Kulturfläche, die im Kontrollgebiet existiert, heraus. Diese wird von den heimischen Landwirten bewirtschaftet und ist somit ein guter Indikator für die Intensität der Landwirtschaft im Waldviertel. Der Prozentsatz im Vergleich zu Niederösterreich ergibt **24,26 %** (Abart-Heriszt & Reichel, 2022).

Private Haushalte:

Für den Haushaltssektor wurde angenommen, dass sich die Wohnfläche als maßgeblicher Faktor für den Energieverbrauch auswirkt. Im Vergleich zu Niederösterreich besitzt das Kontrollgebiet **13,81 %** der Gesamtwohnfläche (Abart-Heriszt & Reichel, 2022).

Verkehr:

Im Verkehrsbereich wurden der Güterverkehr, sowie der Personenverkehr für den Indikator verifiziert. Als Maßeinheiten dienten hier die gefahrenen Personenkilometer mit 16,25 % und die absolvierten Tonnenkilometer mit 12,7 % am Gesamtaufkommen in Niederösterreich. Von der Wertigkeit her wurden beide Einheiten gleichgesetzt und es ergibt sich ein Anteil von **13,21 %** für das Waldviertel am Gesamtverkehrsaufkommen (Abart-Heriszt & Reichel, 2022).

Produzierender Bereich:

In diesem Sektor wurden drei Indikatoren für die Ermittlung des prozentualen Energieverbrauches benutzt. Als erster Faktor diente die Anzahl der Beschäftigten im Kontrollgebiet, die 13,92 % im Vergleich zu Niederösterreich beträgt. Diese Annahme vereinheitlicht den Energieverbrauch der jeweiligen Produktionssektoren, was in der Realität nicht zutrifft (Abart-Heriszt & Reichel, 2022). Als zweiter Faktor wurde das Bruttoregionalprodukt des produzierenden Bereichs im Waldviertel betrachtet, welches sich im Vergleich zu Niederösterreich mit 10,52 % zu Buche schlägt (Hemetsberger, 2020). Die vollständige Richtigkeit in Bezug auf den Energieverbrauch würde hier nur zutreffen, wenn sämtliche Warenumsätze mit dem Energieaufwand in der Produktion proportional wären. Als letzter Indikator wurde die Anzahl der im Kontrollgebiet befindlichen Betriebe nach Fachgruppen sortiert und der prozentuale Anteil an Gesamtniederösterreich berechnet (vgl. Tabelle 1). Die Fachgruppen wurden den Untersektoren des produzierenden Bereichs der Nutzenergieanalyse nach Statistik Austria zugewiesen. Die aufgewandte Energiemenge im Kontrollgebiet ergab sich aus den berechneten Gewichtungen (vgl. Tabelle 2). Im Vergleich zu Niederösterreich ergab sich ein Prozentsatz von 9,5 %. Dieser Indikator beruht auf der Hypothese, dass jeder Betrieb in den einzelnen Fachgruppen denselben Energieverbrauch aufweist. Um einen plausiblen Gewichtungsfaktor zu generieren, der nicht nur auf einer Annahme basiert, wurde der Mittelwert aus allen drei Indikatoren berechnet, welcher ein Ergebnis von **11,31 %** liefert. Nachfolgend werden die Grundlagen der betrieblichen Verwendung dargestellt.

Tabelle 1: Anzahl Betriebe produzierender Bereich im Kontrollgebiet, eigene Darstellung angelehnt an (Hemetsberger, 2020)

Fachgruppe	Gesamt Kontrollgebiet	Gesamt NÖ	Prozentualer Anteil
Bergwerk und Stahl	1	12	8%
Mineralölindustrie	0	21	0%
Stein und keramische Industrie	21	196	11%
Glasindustrie	1	12	8%
Chemische Industrie	11	141	8%
Papierindustrie	0	9	0%
Herstellung von Produkten aus Papier und Karton	0	25	0%
Bauindustrie	12	84	14%
Holzindustrie	82	255	32%
Nahrungs- und Genussmittelindustrie	18	154	12%
Textilindustrie	15	47	32%
Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen	21	259	8%
Nichteisenmetallindustrie	1	18	6%
Maschinen-, Metallwaren- und Gießereiindustrie	33	333	10%
Fahrzeugindustrie	1	41	2%
Elektro- und Elektronikindustrie	11	88	13%

Tabelle 2: Berechnung Indikator 3 für prod. Bereich, eigene Darstellung angelehnt an (Hemetsberger, 2020), (Statistik-Austria, 2022)

Fachgruppe	NEA Unterteilung produzierender Bereich	Nutzenergie in NÖ [TJ]	Betriebsanteil im Kontrollgebiet	Nutzenergie im Kontrollgebiet [TJ]
Bergwerk und Stahl	Eisen- und Stahlerzeugung Bergbau	2989	8.3%	249
Mineralölindustrie	Chemie und Petrochemie	16462	6.8%	1118
Chemische Industrie				
Nichteisenmetallindustrie	Nichteisenmetalle	1726	5.6%	96
Stein und keramische Industrie	Steine und Erden, Glas	9416	10.6%	996
Glasindustrie				
Fahrzeugindustrie	Fahrzeugbau	233	2.4%	6
Maschinen-, Metallwaren- und Gießereiindustrie	Maschinenbau	3853	9.9%	382
Nahrungs- und Genussmittelindustrie	Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	7116	11.7%	832
Papierindustrie				
Herstellung von Produkten aus Papier und Karton	Papier und Druck	10551	0.0%	0
Holzindustrie	Holzverarbeitung	5128	32.2%	1649
Bauindustrie	Bau	1993	14.3%	285
Textilindustrie	Textil und Leder	190	31.9%	61
Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen				
Elektro- und Elektronikindustrie	Sonst. Produzierender Bereich	1524	9.2%	141
	Summe	61182		5813
			Prozentualer Anteil	9.50%

Dienstleistungssektor:

Die Energieintensität des Dienstleistungssektors in der Untersuchungsregion wird auf Grundlage des prozentualen Energieverbrauchs in Relation zum Gesamtbundeslang (Niederösterreich) berechnet. Diese Kennzahl resultiert aus der Beschäftigungsanzahl, die 12,41 % beträgt (Abart-Herisz & Reichel, 2022) und dem Bruttoregionalprodukt, das einen Anteil von 10,95 % aufweist (Hemetsberger, 2020). Für den dritten Indikator wurde die Anzahl der Unternehmen die im Kontrollgebiet im Dienstleistungssektor beschäftigt sind, unterteilt in Abschnitte laut OENAC 2008, mit denen von Niederösterreich verglichen und aufgelistet (vgl. Tabelle 3). Die Anzahl der Unternehmen wird nochmals gewichtet mit dem

Reziprokwert der Energieproduktivität der Abschnitte, um auf den energispezifischen Charakter der einzelnen Fachgruppen einzugehen. Der Anteil des Kontrollgebietes erreicht einen Prozentsatz von 12,18 % (vgl. Tabelle 3). Zu berücksichtigen ist, dass diese Annahme nur unter der Gegebenheit von gleichen Umsätzen der Unternehmen in den einzelnen Abschnitten stimmt. Als Gewichtungsfaktor für den Dienstleistungssektor wurde der Mittelwert der drei Indikatoren berechnet, mit einem Anteil von **11,85 %**, um allen Hypothesen eine Gewichtung zu schenken.

Tabelle 3: Berechnung Indikator 3 für Dienstleistungssektor, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2022c)

	Anzahl Unternehmen Waldviertel	Anzahl Unternehmen Niederösterreich	Energieproduktivität (Umsatz pro € Energieaufwand; in €)	Reziprokwert Energieproduktivität (Energieaufwand pro € Umsatz; in €)
Handel <G>	2362	18895	246,75	0,0041
Verkehr <H>	262	2596	17,63	0,0567
Beherbergung und Gastronomie <I>	1098	6837	36,06	0,0277
Information und Kommunikation <J>	390	4875	141,71	0,0071
Finanz- und Versicherungsleistungen <K>	268	2073	-	0,0000
Grundstücks- und Wohnungswesen <L>	238	2238	52,42	0,0191
Freiberufliche/techn. Dienstleistungen <M>	1454	14730	132,23	0,0076
Sonst. wirtschaftl. Dienstleistungen <N>	469	4761	113,55	0,0088
Sonst. Dienstleistungen <S>	4066	32602	83,29	0,0120
Gewichtete Summe	126	1035		
Prozentualer Anteil	12,18%			

4.1.2. Primärenergieträger im Untersuchungsgebiet

Im Kontrollgebiet herrschen spezielle Gegebenheiten vor, die für manche Primärenergieträger von Relevanz sind, bezüglich ihrer Energiehöhe und Anteil an erneuerbaren Quellen. Des Weiteren stellte ein Projektpartner reale Messdaten zur Verfügung, die in die Energiedatenerhebung miteinbezogen wurden. Die nachfolgend aufgelisteten Primärenergieträger wurden einer Adjustierung unterzogen.

Biomasse – Schwerpunkt forstliche Biomasse, Hackgut, Scheitholz

Durch den hohen Grad an bewaldeter Fläche im Kontrollgebiet wird die Annahme getroffen, dass der Primärenergieträger Scheitholz eine größere Rolle trägt, als durch die reine gewichtete Berechnung. Das Waldviertel nimmt 24,88 % der gesamten Waldfläche von Niederösterreich ein, was 190.843 ha entspricht (rm-waldviertel, 2022). Dieser prozentuale Wert wird ebenfalls für den Scheitholzfaktor im Kontrollgebiet angenommen und mit der Nutzenergieanalyse von Statistik Austria gewichtet. Die Aufteilungsfaktoren bleiben für die einzelnen Sektoren erhalten und werden um die neue Gesamtsumme angepasst.

Fernwärme

Laut Energiebilanz der Statistik Austria im Bundesland Niederösterreich entsprangen im Jahr 2019 71 % der Fernwärmeenergie aus erneuerbaren und 29 % aus fossilen Quellen (Statistik-Austria, 2022). Im Kontrollgebiet stimmen jedoch die erzeugte erneuerbare thermische Energie und der berechnete Verbrauch anhand der Gewichtungsfaktoren nahezu überein. In Folge daraus wird die Annahme getroffen, dass es sich zu 100 % um erneuerbare Fernwärme handelt.

Elektrische Energie & Erdgas

Für die Auswertung des Strommixes im Kontrollgebiet wird angenommen, dass die gesamte erzeugte erneuerbare elektrische Energie an Ort und Stelle verbraucht wird. Weiters sind vom Projektpartner Energiedaten zur Verfügung gestellt worden für den Gesamtverbrauch an elektrischer Energie und Erdgas, sowie der Bedarf des Sektors „Private Haushalte“ für beide Primärenergieträger (Sonnenplatz-Großschönau, 2022). Die berechneten Daten wurden ausgetauscht und durch die realen Messdaten ersetzt. Für die restlichen vier Sektoren wurde die Energiedifferenz zwischen Gesamtverbrauch und Haushalte bei gleichbleibendem Verteilungsschlüssel aufgeteilt.

4.1.3. Handlungspfadoptionen – 100% erneuerbares Waldviertel – Umsetzungsstrategie Photovoltaik – Schwerpunkt „Innovative-PV“

Elektrizitätsbereitstellung mittels Photovoltaik (PV) ist mittlerweile *state-of-the-art*. Dazu zählen in besonderer Weise PV auf bestehenden Dach- und Fassadenflächen sowie innovative, nicht-konventionelle Anlagen auf Retentions- und Freiflächen (subsummiert im Sammelbegriff Innovative-PV). Nachfolgend wird auf die jeweiligen Anlagentypen im Detail eingegangen.

Photovoltaik / Fassaden- und Aufdachanlagen

Neben den innovativen Anwendungen der PV Technologie sollen vor allem bestehende versiegelt Flächen durch Wohngebäude oder Industriebetriebe mit Photovoltaik Anlagen bestückt werden. Hier ist jeglicher Konkurrenzgedanke mit Fremdnutzung vom Tisch. Durch die Installation von Paneelen ergibt sich ein rein positiv betrachteter wirtschaftlicher Aspekt, durch die Erzeugung von elektrischer Energie für den Eigenverbrauch und Verkauf.

PV Potentialerhebung im Untersuchungsgebiet

Um das Potential im Waldviertel zu berechnen, wurden die aktuell verbauten Bruttoflächen ausgewertet auf Bezirksebene. Unterschieden wurde zusätzlich in betrieblich genutzte Grundfläche und Wohnfläche (vgl. Abbildung 2).

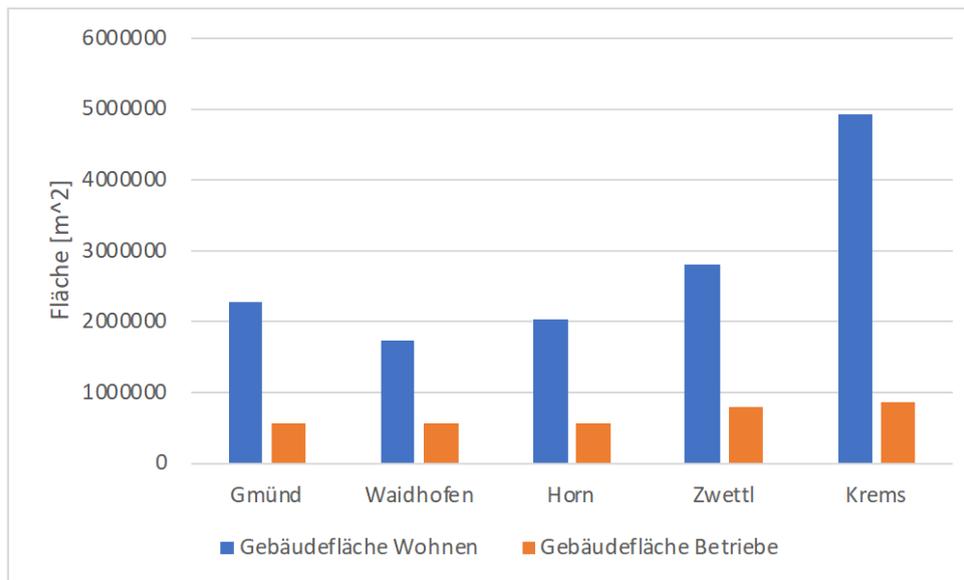


Abbildung 2: Verbaute Fläche im Untersuchungsgebiet, eigene Darstellung angelehnt an (EU-Horizon, 2022)

Die zur Verfügung stehende Gesamtfläche im Untersuchungsgebiet beläuft sich auf 17,146 km². In Summe entfallen knapp über 13,81 km² der Fläche auf Wohngebäude und der Rest wird betrieblich genutzt (EU-Horizon, 2022). Um von diesen Werten auf das Potential der PV-Aufdach-Anlagen im Waldviertel zu schließen, wurde als erster Schritt nach den Dachkonstruktionen diversifiziert.

Solarmodule mit Blick in Richtung Süden und Aufständigungswinkel von 30° erwirtschaften im Jahr 200 kWh pro m². Paneele auf Flachdächer hingegen produzieren auf derselben Fläche liegend montiert nur 120 kWh/m²a (PV-Austria, 2023).

In Österreich werden durchschnittlich 87 % aller Wohngebäude mit einem Giebeldach gebaut, was in die Berechnungen zur Ertragsausbeute eingeflossen ist (Sparkasse, 2017). Für betrieblich genutzte Gebäude wird angenommen, dass diese ausschließlich mit Flachdachkonstruktion im Waldviertel vorzufinden sind.

Folgenden Hemmnisse mindern zusätzlich die potenzielle Fläche zur Bestückung mit Photovoltaikmodulen:

- Die Ausrichtung der Dachkonstruktion für Giebelhäuser: Der Ansatz des Parameters beruft sich darauf, dass in jede Himmelsrichtung gleich viel Dachfläche zeigt. Vereinfacht wurde vorausgesetzt das sämtliche Flächen Richtung Norden nicht geeignet sind zur Realisierung einer PV-Anlage (Fechner, 2020),
- Konkurrenzflächen: Diese wirken sich bei Wohngebäuden aus in der Form von solarthermischen Anlagen. Diese Flächen können somit nicht mehr für die PV-Installation benutzt werden. Der Faktor beläuft sich auf einen Wert von 2 % der Gesamtdachflächen im Wohnbau (Fechner, 2020),
- Statische Zusatzbelastung der Dachkonstruktion: Bei älteren Bestandsgebäuden besteht die Möglichkeit, dass das Gewicht der PV-Konstruktion zu statischen Problemen führt. Bei Industriebauten wurde angenommen 70 % des Bestandes ist fähig das Zusatzgewicht zu stemmen und bei Wohnbauten 90 % (Fechner, 2020),

- Flächennutzungsfaktor: Bis jetzt wurde vorausgesetzt das sämtliche zur Verfügung stehende Fläche auch mit Paneelen ausgelegt werden kann. Jedoch benötigt die Konstruktion Randabstände sowie Modulzwischenräumen und Absturzvorrichtungen, um umgesetzt werden zu können. Des Weiteren sind Reihenabstände bei Aufständern verpflichtend, um übermäßige Verschattung vorzubeugen. Für die Wohngebäude bleibt somit eine Fläche von 70 % übrig und beim betrieblichen Bau 50 % der Gesamtfläche (Fechner, 2020).

Agri-PV in der Untersuchungsregion

PV-Anlagen auf Frei- und insbesondere Agrarflächen befasst sich mit der Symbiose zwischen landwirtschaftlichen Nutzgrund und zeitgleicher Energiebereitstellung elektrischer Energie mittels Photovoltaikanlagen. Die Anforderungen der Nahrungs- und Futtermittelbereitstellung sowie auch der elektrischen Energiebereitstellung werden gleichermaßen befriedigt. Sowohl landwirtschaftlicher Ertrag auf den Feldern als auch Stromproduktion über die PV-Paneele wird somit ermöglicht. Konzeptionell wurde festgestellt, dass mittels Agri-PV eine Ertragssteigerung im Gegensatz zur einseitigen Nutzung der Fläche (PV-Freiflächenanlage oder landwirtschaftliche Fläche) ermöglicht wird. Durch raffinierte Aufbauten dienen die Paneele als Schutzfunktion gegenüber starker Sonneneinstrahlung, Sturm sowie Hagel und sorgen somit für höhere landwirtschaftliche Erträge. Für die Installation am Feld sind mehrere Bauweisen zulässig. Für die Potentialabschätzung begrenzten wir die Auswahl auf hoch aufgeständerte Anlagen und vertikal aufgeständerte Anlagen (Scharf, 2021).

Bei der Konstruktionstechnik „Hoch aufgeständert“, die sich in der Untersuchungsregion aufgrund der Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft besonders gut eignet, werden die PV-Paneele mittels Trägergerippe über dem Feld montiert (vgl. Abbildung 30). Bei der Verankerung kann auf ein Betonfundament verzichtet werden, um die Bodenversiegelung und somit die Wasseraufnahmefähigkeit zu schützen. Die Höhe, Breite und Anordnung der Anlage ist frei wählbar und richtet sich nach folgenden Kriterien:

- Angebaute Kulturart
- Schatten Verträglichkeit der Kulturarten
- Abmaße der Maschinen zur Feldbearbeitung (Scharf, 2021).

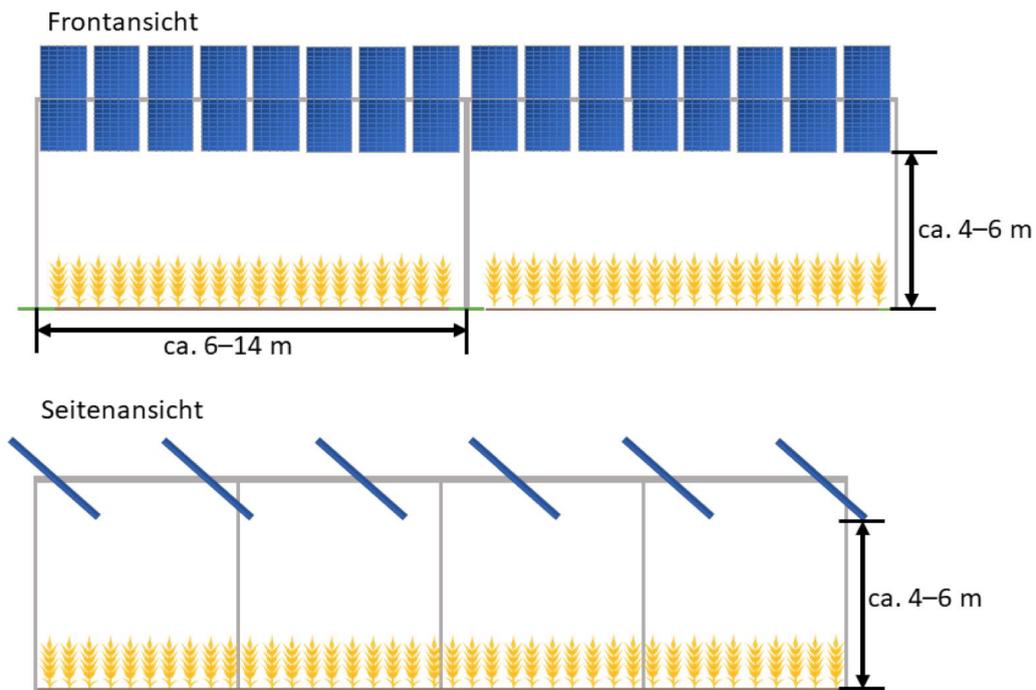


Abbildung 3: Hoch aufgeständerte Agri-PV (Scharf, 2021)

Bei Variante „Vertikal aufgeständerte Anlagen“, die ebenfalls im Projekt für die Untersuchungsregion analysiert wurden, werden die Module in vertikaler Richtung am Feld montiert (vgl. Abbildung 4). Die Ausrichtung der Paneele erfolgt meistens in Richtung Ost-West um die Lastspitzen auf morgens und abends zu verschieben und Gleichzeitigkeit mit den Aufdach-PV Anlagen zu vermeiden. Die Aufständerungsart benötigt *bifaciale* Module die sowohl auf der Vorderseite als auch der Rückseite Solarstrahlung in elektrische Energie umwandeln. Die Anwendungsmöglichkeiten begrenzen sich vor allem auf niedrig wachsende Kulturarten wie Grünland, um die Verschattung der Module zu verhindern. Bezüglich der Anordnung ist wiederum auf die Größe der Bearbeitungsmaschinen zu achten und die Verschattung durch benachbarte Modulreihen. Aufgrund von aerodynamischen Defiziten der vertikalen Aufständerung ist die Höhe der Anlage limitiert auf die zulässige Windlast der Verankerung (Scharf, 2021).

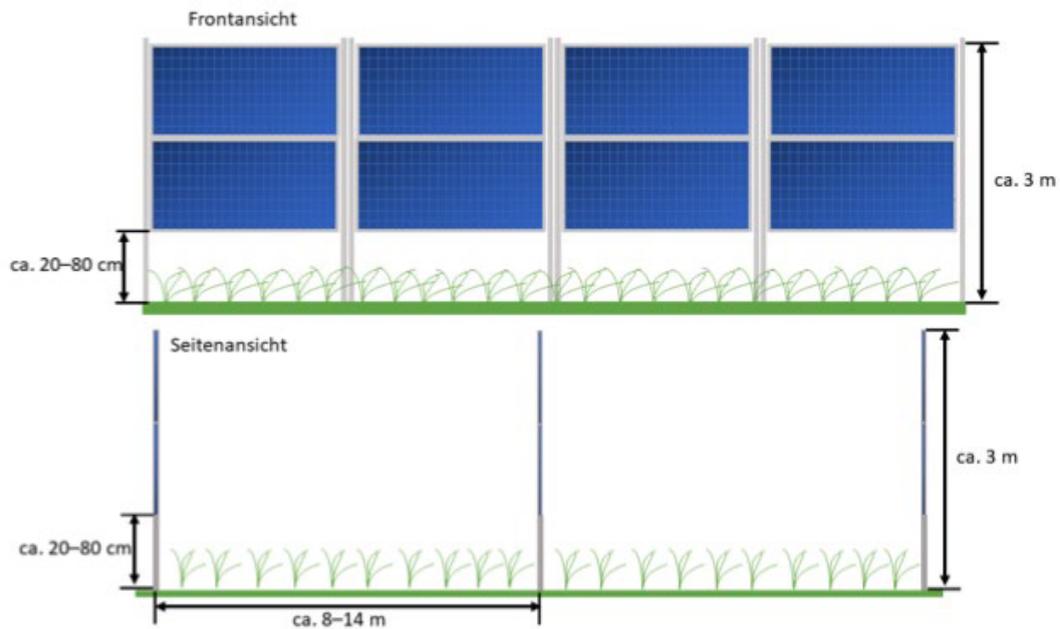


Abbildung 4: Vertikal aufgeständerte Anlage (Scharf, 2021)

Potentialabschätzung Agri-PV im Untersuchungsgebiet

Als erster Schritt zur Erhebung des Potentials an Agri-PV im Untersuchungsgebiet wurden die verschiedenen Nutzungsarten der Feldstücke auf Bezirksebene recherchiert (vgl. Abbildung 5). Sonderkulturen oder dergleichen wurde nicht berücksichtigt, ausschließlich Grünland und Ackerflächen flossen in die Berechnung ein. Die Landwirtschaft im Waldviertel beruht im Gegensatz zur Grünlandwirtschaft größtenteils auf Ackerbau, und somit überwiegend auf „Nicht-Dauerkulturen“. Grünland spielt nur eine Nebenrolle, hat allerdings in Hinblick auf die Skalierbarkeit auf Gesamtösterreich größere Bedeutung, da dies auch Flächen geringer Bonität mitberücksichtigt. Um diesem Ziel des Sondierungsprojekts (Abklärung der Skalierbarkeit der analysierten Lösungspfade auf Gesamtösterreich) gerecht zu werden, wird im Rahmen dieses Berichts der holistische Ansatz unabhängig vom der Nutzungsart angewandt. Die gesamte Analysefläche (Kulturflächen im Untersuchungsgebiet) beläuft sich auf rund 197.000 Hektar (ha), wobei 160.000 ha auf Ackerflächen entfallen.

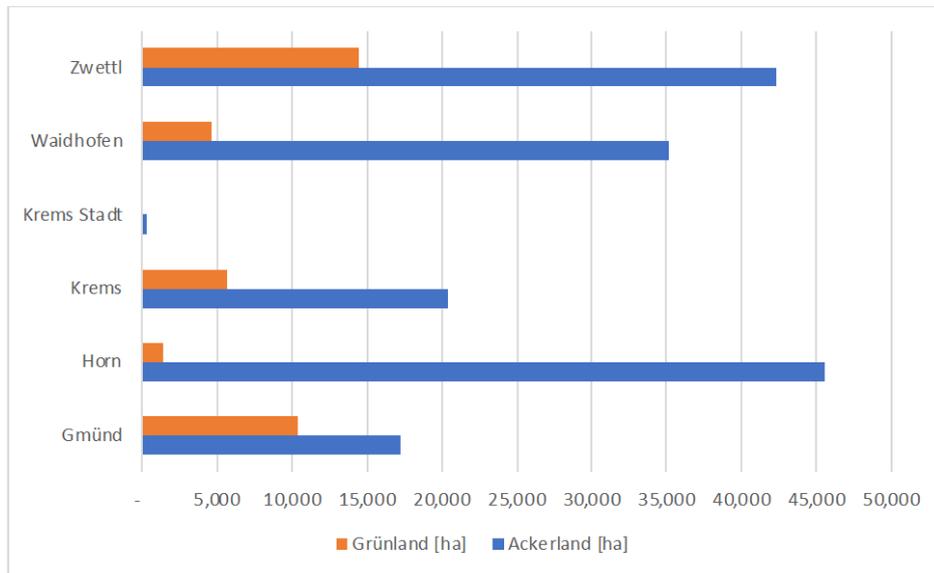


Abbildung 5: Feldstücknutzungsart, eigen Darstellung angelehnt an (AMA, 2022)

Aufgrund der verschattungstechnischen Merkmale der vertikalen Aufständering von PV-Modulen wird diese Technik in der Potentialanalyse ausschließlich für Grünland benutzt. Für Ackerflächen wiederum kommt nur die hoch aufgeständerte Bauweise zum Zuge. Durchschnittliche Leistungswerte pro Hektar Nutzfläche sind für die aufgeständerte Bauweise 650 kWp und für die vertikale Aufständering 345 kWp (Scharf, 2021). Die solare Einstrahlung im Waldviertel ermöglicht Vollaststunden im Bereich von 1050 Stunden im Jahr (PV-Austria, 2023). Zur Kalkulation der potenziellen Leistung und Energie werden die oben recherchierten Werte unter Formel 1.1 bis 1.2 verwendet.

$$P_{pot} = Fläche_G * \frac{kWp}{ha_G} + Fläche_A * \frac{kWp}{ha_A} = 117,214 \text{ GWp}$$

$$E_{pot} = P_{pot} * \text{Vollaststunden} = 123,07 \text{ TWh}$$

Die Ergebnisse der theoretischen Potentialabschätzung werden erweitert um verschiedene Umsetzungsintensitäten im Kontrollgebiet. Je nach Bodenqualität und Gegebenheiten auf den Grundstücken ist mehr oder weniger Potential für etwaige Agri-PV-Flächen vorhanden (vgl. Tabelle 5). Die Auswirkungen auf den potenziellen Energieertrag ergibt sich über die untenstehende Formel.

$$E_{real} = E_{pot} * \text{Umsetzungsintensität (U \%)}$$

Tabelle 4: Korrekturfaktor Umsetzungsintensität

U	Energiebereitstellung (TWh)	Auswirkung Landwirtschaft
2,5%	3,08	Verfügbare Flächen auf Sub-Bonitätsflächen (Steilhang Ausrichtung Süd)
5,0%	6,15	Verfügbare Flächen auf Sub-Bonitätsflächen (Steilhang + Hanglage Ausrichtung Süd)
7,5%	9,23	Verfügbare Flächen auf Sub-Bonitätsflächen (Steilhang Ausrichtung Ost-Süd-West)
10,0%	12,31	Verfügbare Flächen auf Sub-Bonitätsflächen (Steilhang Ausrichtung Ost-Süd-West)
12,5%	15,38	Verfügbare Flächen auf mittel-Bonitätsflächen Ausrichtung Süd
15,0%	18,46	Verfügbare Flächen auf mittel-Bonitätsflächen Ausrichtung Ost-Süd-West
17,5%	21,54	Verfügbare Flächen auf guten-Bonitätsflächen Ausrichtung Süd
20,0%	24,61	Verfügbare Flächen auf guten-Bonitätsflächen Ausrichtung Ost-Süd-West
22,5%	27,69	Verfügbare Flächen auf sehr guten-Bonitätsflächen Ausrichtung - Süd
25,0%	30,77	Verfügbare Flächen auf sehr guten-Bonitätsflächen Ausrichtung Ost-Süd-West

4.1.4. Handlungspfadoptionen – 100% erneuerbares Waldviertel – Umsetzungsstrategie Biogas

Die Potentialabschätzung erfolgte über eine Ermittlung der möglichen Substratmengen im Waldviertel. Die Methodik bestand darin die unterschiedlichen Methangehälter zu recherchieren und das Potential in Kubikmeter Erdgasäquivalent anzugeben. Folgende Untergruppen an Grundstoffen wurden gebildet:

- Reststoffe der Pflanzenproduktion,
- Reststoffe der Tierproduktion,
- Biomüll,
- Grünschnitt,
- Lebensmittel im Restmüll,
- Klärschlamm (Lindorfer, 2017).

Reststoffe der Pflanzenproduktion

Zur Biogasifizierung werden rein die Blätter der Nutzpflanzen verwendet. Um auf die Substratmenge zu schließen, wurden fixe Stroh-zu-Frucht-Verhältnisse verschiedener Pflanzenarten benutzt. Produktionsmengen werden nur für die einzelnen Bundesländer veröffentlicht, somit wurde die Anbaufläche als Gewichtungsfaktor zur Berechnung verwendet.

Tabelle 5: Anbaufläche und Strohverhältnis, eigen Darstellung angelehnt an (AMA, 2022)

Kulturart	Prozent Anbaufläche	Strohverhältnis
Weizen	15%	0.8
Triticale (Elefantengras)	67%	0.9
Gerste	22%	0.65
Roggen	60%	0.9
Hafer	81%	1
Rüben	3%	0.4
Mais (keine Silage)	5%	1
Raps	41%	1.3

Um die Konkurrenz mit der Felddüngung zu vermeiden, gingen nur 40 % der Gesamtstrohmenge in die Potentialberechnung ein. Der Biogasgehalt beläuft sich bei allen Strohsorten auf 331 Nm³/t mit einem Methangehalt in der Höhe von 51 %. Ausnahmen sind Rübenblatt mit 105 Nm³/t (100 % Methan) und Rapsstroh mit 187 Nm³/t (52 % Methan) (Lindorfer, 2017). Das Gesamtpotential an Methan aus Reststoffen der Pflanzenproduktion beläuft sich auf knapp über 54 Mio. Nm³. Die Aufteilung nach Kulturarten ist in Abbildung 6 ersichtlich.

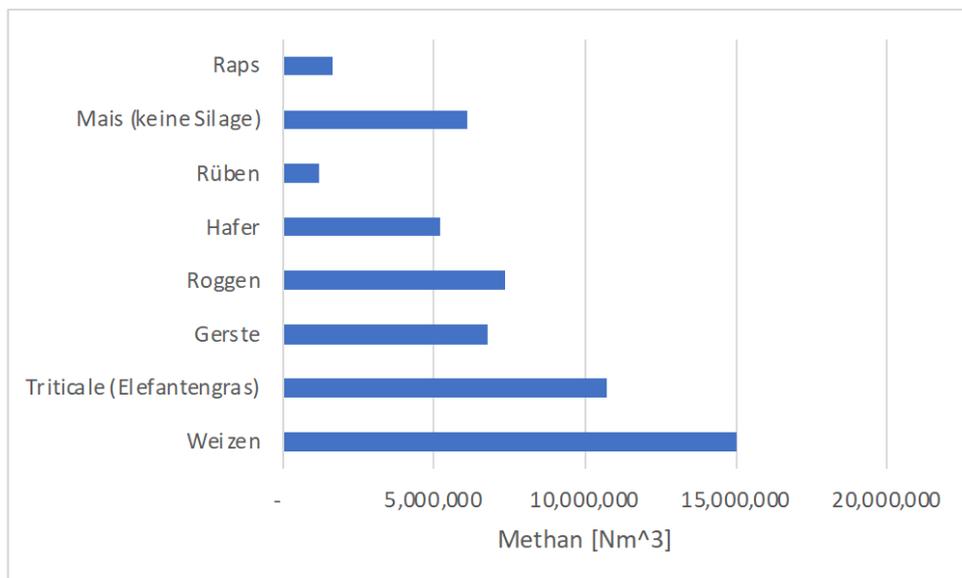


Abbildung 6: Methanpotential pflanzliche Reststoffe

Reststoffe der Tierproduktion

Um abzuschätzen welche Mengen an biogenen Abfällen von Nutztieren im Waldviertel anfallen, wurde auf Pauschalwerte je Rasse zurückgegriffen. Die Potentialabschätzung beschränkt sich auf Rinder, Schweine, Geflügel und Pferde in ihrer Untersuchung. Um die Berechnung durchzuführen sind Stückzahlen, die im Waldviertel in landwirtschaftlichen Betrieben gehalten werden, recherchiert worden. Geflügel sind zahlenmäßig die größte Kultur jedoch sind sie bezüglich der Masse allen anderen Tiergattungen stark unterlegen (vgl. Abbildung 7).

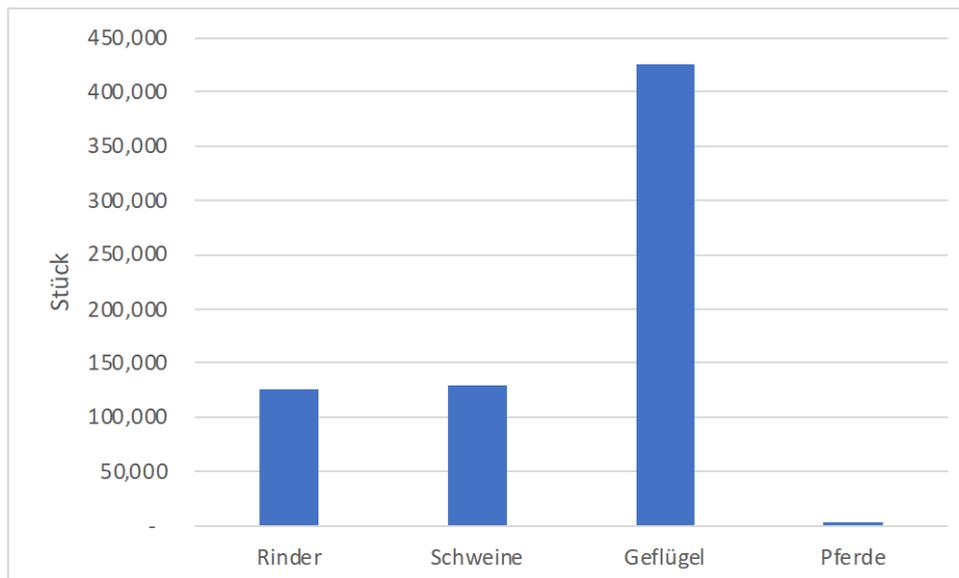


Abbildung 7: Nutztieranzahl, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2010)

Jede Nutztierart produziert im Jahresverlauf unterschiedliche Mengen an Mist und Gülle. Für die vier betrachteten Viehrassen wurden keine Unterscheidungen nach Alter und Geschlecht unternommen, sondern folgende Standardtierarten verwendet:

- Rinder: Milchkuh 8000 kg Milch Jahreserzeugung,
- Schweine: Mastschwein,
- Pferde: Großpferde (Mittelwert von Fohlen und ausgewachsenen Tieren) (ÖKL-Bauen, 2022),
- Geflügel: Legehenne (lk-nö, 2022).

Weiters enthalten die verschiedenen Dünger abweichende Biogasgehalte bezogen auf das Gewicht (einheitlicher Methangehalt von 60 %) (Lindorfer, 2017). Da die Ergebnisse aus der Quelle in m^3 angegeben waren, wurde eine einheitliche Dichte von $1000 \text{ kg}/m^3$ angenommen für die Umrechnung in Tonnen pro Jahr. All diese Recherchen und Berechnung sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 6: Biogasertrag aus tierischen Reststoffen

	Produktion p.a. [t]	Biogasertrag [Nm^3/t]	Biogasertrag [Nm^3]
Rindergülle	2,958,992	25	73,974,790
Schweinegülle	181,832	28	5,091,296
Geflügelmist	13,623	80	1,089,874
Pferdmist	37,232	60	2,233,920
		Summe	82,389,880

Insgesamt besteht im Waldviertel ein Potential von über 80 Mio. Nm^3 Biogas aus tierischen Abfällen. Umgeformt in eine energetische nutzbare Form ergeben sich somit im Jahr knapp 500 GWh die lokal in tierischen Reststoffen verborgen sind. Mit Abstand am meisten Produktionskapazität herrscht bei Betrieben mit Rindern vor. Diese erwirtschaften knapp 90% der Gesamtmenge.

Biogene Abfälle

Unter diese Kategorie fallen sämtliche Abfälle, die im Biomüll landen sowie in Grünschnittsammelstellen (vgl. Abbildung 8). Zusätzlich wurde noch das Potential für Lebensmittelreste, die im Restmüll landen erhoben welche ebenfalls zur Biogasproduktion verwendbar sind. Diese Ermittlung beruhte auf einen Pauschalwert von 40 kg/EW*a der für das Bundesland Niederösterreich gültig ist (ru3, 2023). Um auf den Jahresertrag im Waldviertel zu schließen, wurde die Einwohnerzahl als Multiplikator verwendet (ru7, 2022).

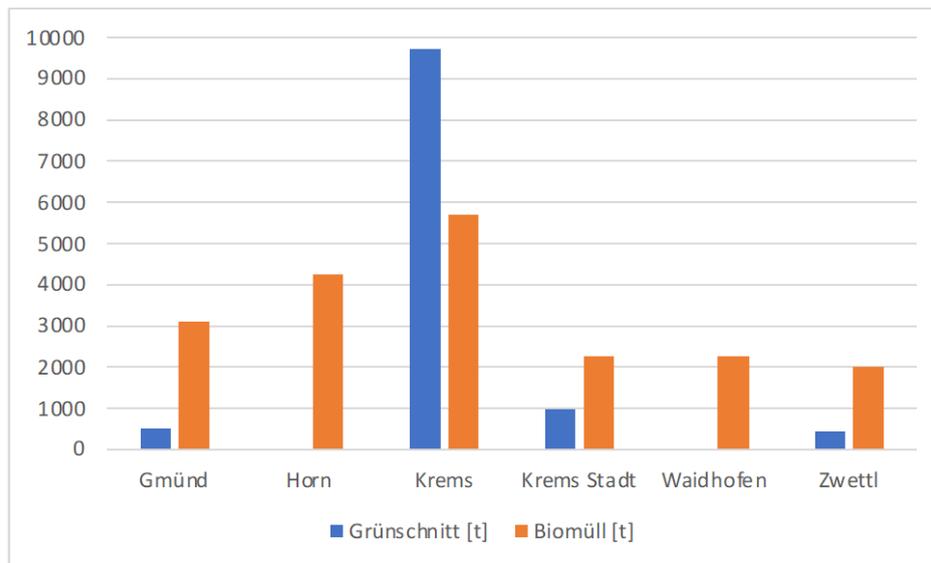


Abbildung 8: Grünschnitt und Biomüll, eigene Darstellung angelehnt an (eNu, 2021)

Die Biogasgehälter der biogenen Abfälle sind sehr divers. Lebensmittelabfälle im Restmüll generieren 350 Nm³/t mit einem Methangehalt in der Höhe von 59 %, Grünschnitt nur 105 Nm³/t jedoch mit einem Methangehalt von 100 %. Biomüll kann in 185 Nm³/t Biogas umgewandelt werden mit einem Methangehalt in der Höhe von 40 % (Lindorfer, 2017).

In Abbildung 9 ist zu sehen, dass sich die Methanerträge der drei unterschiedlichen biogenen Abfallsorten in etwa die Waage halten. Alle Werte sind in einem Bereich von 1,2 bis 1,8 Millionen Normkubikmeter angesiedelt.

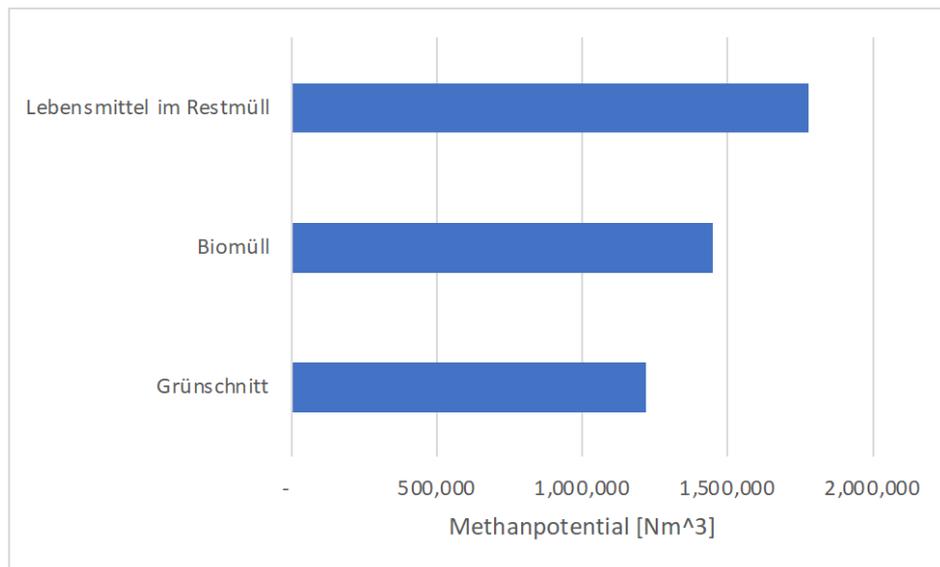


Abbildung 9: Biogaspotential biogener Abfälle eigene Darstellung angelehnt an (eNu, 2021) & (ru3, 2023)

Klärschlamm

Zur Ermittlung des Klärschlammpotentials wurde wie bei den Lebensmittelresten ein Pauschalwert angenommen. Dieser beläuft sich auf 30 kg TS/EW*a für einen Durchschnittsösterreicher (Domenig, 2009). Bei einer Einwohnerzahl von 215.650 Personen im Untersuchungsgebiet werden pro Jahr knapp 6,5 Mio. kg Klärschlamm in Form von Trockensubstrat produziert (ru7, 2022). Der Biogasertrag liegt bei 520 Nm³/t TS mit einem Methangehalt in der Höhe von 60 % (Lindorfer, 2017). Somit ergibt sich ein Potential von über 3,3 Mio. Nm³ Biogas pro Jahr.

4.1.5. Handlungspfadoptionen – 100% erneuerbares Waldviertel – Umsetzungsstrategie Nahwärme

Nahwärmenetze bestehen aus einer zentralen Heizanlage sowie mehreren Abnehmern. Verbunden werden die Teilnehmer über ein Verteilnetzsystem aus Leitungen mit integrierten Wärmeübergabestationen. Unter die Abnehmer fallen normale Haushaltskunden als auch Industriebetriebe. Der größte Benefit für die Teilnehmer ergibt sich aus der nicht benötigten individuellen Wärmeproduktionsanlage. Wärme kommt bildlich gesprochen wie Wasser aus dem Hahn ohne zusätzliche Anstrengungen. Die Definition Nahwärmenetz lässt einiges an Interpretationsspielraum offen. Es gibt keine genau Flächenabgrenzungen als auch Abnahmeleistungen, die den Begriff beschreiben. Die örtlichen Begebenheiten eines Abnahmegebiets variieren stark. In Folge daraus muss eine gute Balance zwischen Wirtschaftlichkeit und Versorgungsumfang gebildet werden. Typische Beispiele für Nahwärmenetze sind Wohngebiete, Ortschaften und Stadtteile (Kesselheld, 2023).



Abbildung 10: Nahwärmenetz (tab, 2023)

Als speisende Wärmequellen für das Nahwärmenetz stehen aus technischer Sicht viele Technologien zur Verfügung. Die Spanne reicht vom klassischen thermischen Blockkraftwerk bis hin zur Großwärmepumpe, Tiefengeothermie oder Solarthermie. Nicht zu vergessen ist die industrielle Abwärme, welche ausschließlich Leitungsinfrastruktur benötigt, um die Versorgung mit Wärme zu gewährleisten. Eine Kombination mit der Stromversorgung über Kraft-Wärme-Kopplung kann ebenfalls als sinnvoll erachtet werden. Die Ausgangslage, welche der Technologien zum Einsatz kommt, muss jedoch wiederum individuell für das betrachtete Versorgungsgebiet getroffen werden (Cantos, 2023).

Potentialanalyse

Die Ressourcen für eine qualitativ hochwertige Potentialanalyse mit der Zuhilfenahme von GIS-Dateien waren für den Endbericht nicht mehr vorhanden. Vernachlässigt wird aufgrund dieser Umstände die Nahwärme bei der Projektentwicklung keinesfalls. Die Potentialabschätzungen für die einzelnen Gebiete im Waldviertel wird eine Teilaufgabe des Labors und wird hier evaluiert sowie bei Bedarf ins operative Geschäft miteingebunden.

4.2. Erneuerbare Energiegemeinschaften: Umsetzungsstrategie für Untersuchungsregion

Im Rahmen des Sondierungsprojekts wurde immer deutlicher die Systemintegration von erneuerbaren Energiegemeinschaften in das Untersuchungsgebiet von regionalen Bedarfsträger*innen als wichtiges Thema der Energiewende im Waldviertel eingemeldet.

Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften werden in den kommenden Jahren in den unterschiedlichsten Ausprägungen entstehen. Stand heute gibt es dazu jedoch noch eine Vielzahl an unterschiedlichen Partizipanten und ungelösten Fragen – auch wenn sich bereits eine unzählige Studien mit unterschiedlichsten Ausprägungen von EEG befasst hat

Ausprägungen Energiegemeinschaften

Energiegemeinschaften sind ein Zusammenschluss von mindestens zwei Teilnehmern, um erzeugte Energie Grundstücksübergreifend zu teilen, indem diese gemeinsam verbraucht, gespeichert oder verkauft wird. Durch intelligente Strommessgeräte (Smart Meter) und der Messung sowie Speicherung von Viertelstundenwerten wird es möglich, die Abrechnung innerhalb der Energiegemeinschaften durchzuführen

Gemäß Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften im Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) und Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (EIWOG 2010) kann rechtlich zwischen zwei Formen von Energiegemeinschaften unterschieden werden: Bürger*innen-Energiegemeinschaft (BEG) und Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EG)

Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften sind auf den „Nahebereich“ beschränkt, das bedeutet, dass sich die Teilnehmer*innen in derselben Netzebene befinden müssen. Teilnehmer einer lokalen EEG sind innerhalb der Netzebenen 6 und 7, Teilnehmer einer regionalen EEG können sich auch in Netzebene 4 und 5 befinden. TeilnehmerInnen einer EEG besitzen monetäre Benefits durch reduzierte Netzentgelte, den Wegfall des Erneuerbaren-Förderbetrags sowie durch die Befreiung von der Elektrizitäts-Abgabe (Energiefonds 2021). EEGs können in verschiedenen Organisationsformen gegründet werden, jedoch soll dabei die Gemeinnützigkeit im Vordergrund stehen. Der Hauptzweck liegt in der gemeinsamen Erzeugung und Nutzung von erneuerbarer Energie und nicht im finanziellen Gewinn, was auch in den Statuten der EEG festgesetzt werden muss.

Die Teilnehmer*innen an solchen EEGs können natürliche Personen, Klein- und Mittelunternehmen (KMU) sowie lokale Behörden einschließlich Gemeinden sein (Frieden et al. 2019). Hierbei kann die Energiegemeinschaft verschiedene Teile der Wertschöpfungskette, von der Erzeugung über die Verteilung bis hin zum Verbrauch bzw. der Speicherung der lokal erzeugten Energie, abdecken (Abada et al. 2019).

Energiegemeinschaften können auch über den Lokal- bzw. Regionalbereich sowie über Netzbereiche hinausreichen. Dies kann in Form von Bürger*innen-Energiegemeinschaften realisiert werden. Hierbei darf nur elektrische Energie erzeugt, geteilt und verbraucht werden, wobei diese nicht ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern stammen muss. Durch die fehlende Lokalität entfallen die reduzierten Netztarife und für den geteilten Strom innerhalb der BEG muss auch der Erneuerbaren-Förderbetrag gezahlt werden.

Abgrenzung: Eine EG ist nicht mit einem Microgrid zu vergleichen. Ein Microgrid ist ein Verteilnetz bzw. ein Teil eines Verteilnetzes, an dem alle Konsumenten und Erzeuger von Energie angeschlossen sind. Ein Microgrid ist immer noch Teil eines normalen Verteilernetzes. Eine EG hingegen muss nicht in einem örtlich kleinen Raum stattfinden, sondern kann auch über größere Reichweiten bestehen und die Teilnahme ist freiwillig. Eine EG hat daher nicht nur einen energetischen, sondern auch einen sozialen Hintergrund. Ziel dabei ist es erneuerbare Energie möglichst günstig untereinander zu verkaufen (Perger et al. 2021).

In Energiegemeinschaften wird der Energiepreis direkt von den Teilnehmer*innen der Energiegemeinschaft bestimmt. Im Idealfall bietet der Energiepreis allen Teilnehmer*innen finanzielle Vorteile. Das bedeutet, dass er über dem durchschnittlichen Einspeisetarif sowie unter dem durchschnittlichen Bezugstarif der TeilnehmerInnen liegt.

Mit der am 01.11.2021 veröffentlichten Systemnutzungsverordnung der E-Control ist ein reduziertes Systemnutzungsentgelt für Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften gültig. Abhängig von der jeweiligen Netzebene, treten Reduzierungen von 28 % bis 64 % auf. Das Systemnutzungsentgelt, bzw. auch geläufig als Netzentgelt bekannt, gibt jene Kosten wieder, welche dem Netzbetreiber für die Errichtung, den Ausbau, die Instandhaltung und den Betrieb des Netzsystems gezahlt werden müssen (e-control c 2022).

Da EEGs je nach räumlicher Größe nur bestimmte Netzebenen nutzen, sieht die Systemnutzungsentgelt-Verordnung niedrigere arbeitsbezogene Netzentgelte für Teilnehmer eine EEG vor. Hierbei wird in der Verordnung in lokale und regionale EEGs unterschieden, wobei als lokal die Netzebenen 6 und 7 und als regional die Netzebenen 4, 5, 6 und 7 definiert werden. Lokale EEGs nutzen lediglich die Netzebene 7, also das örtliche Niederspannungsnetz sowie eine Umspannungsebene, Netzebene 6. Regionale EEGs hingegen, können auch höhere Netzebene, wie beispielsweise die Mittelspannungsebene (Netzebene 5) und Sammelschienen der Umspannwerke (Netzebene 4) benutzen. Anteilig entfallen somit die Kosten für die nicht genutzten Netzebenen für die Teilnehmer der EEG für die gehandelte Energie untereinander (Energiefonds 2021).

Abhängig ob lokale oder regionale EEG ergeben sich unterschiedliche Vergünstigungen gemäß der Systemnutzungsentgelte-Verordnung 2018:

- Lokale EEGs: Reduktion des Netzentgelt für die Netzebene 6 und 7 um 57 %
- Regionale EEGs: Reduktion des Netzentgelts für Netzebene 6 und 7 um 28 % und Reduktion des Netzentgelts für Netzebene 4 und 5 um 64 %

4.2.1. Errichtungsgrundlagen erneuerbarer Energiegemeinschaften

Das am 07.07.2021 im österreichischen Nationalrat beschlossene Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzpaket (EAG-Paket) nimmt unter anderem die Demokratisierung des privaten und kleinbetrieblichen Energiesektors in den Fokus (Klima- und Energiefonds 2022). Einer der Ziele ist es Endkund*innen zu ermächtigen und ihnen die Möglichkeit zu bieten, sich an der Transition aktiv zu beteiligen. Dies steigert die öffentliche Akzeptanz von erneuerbaren Energieprojekten und macht die Energiewende nachhaltig erfolgreich (Jan Steinkohl 2020). Ein wichtiges Instrument stellen dabei Erneuerbare Energiegemeinschaften (EEG) dar. Damit ist es erstmals möglich den selbst erzeugten Strom über Grundstücksgrenzen hinweg eigens zu vermarkten.

4.2.2. Stakeholder*innen-Einbindung durch Energiegemeinschaften

An einer EEG sind unterschiedliche Stakeholder*innen beteiligt. Gründer*innen/Teilnehmer*innen sind essenziell für den erfolgreichen Start einer Energiegemeinschaft und nehmen derzeit noch eine Pionierrolle ein. Der Zusammenschluss von mindestens zwei TeilnehmerInnen*innen macht es möglich eine Energiegemeinschaft zu gründen. Nach oben ist die Anzahl der Teilnehmer*innen nicht begrenzt und reduziert einerseits den Aufwand der Gründung pro Teilnehmer*in, da dieser auf mehrere Personen verteilt werden kann. Andererseits steigt der Koordinationsaufwand mit der Anzahl der Teilnehmer*innen. Grundsätzlich sollte man sich im Vorhinein gut überlegen, wer Initiator*in und wer Mitglied der EEG ist. Je nach Position innerhalb kommen neben verwaltungstechnischen Aufgaben auch Haftungsfragen auf die Teilnehmer*innen zu.

Netzbetreiber*innen sind die Betreiber*innen von Übertragungs- oder Verteilernetzen und sind für Ausbau und Instandhaltung des Stromnetzes verantwortlich. Sie verfügen über die Messhoheit in ihrem Konzessionsgebiet und sind bezüglich der Abrechnungsdaten die direkten Ansprechpartner*innen der Energiegemeinschaften. Sie verwalten zudem auch die Smart-Meter Daten der TeilnehmerInnen und übermitteln diese über das EDA-Portal (energiewirtschaftlicher Datenaustausch) an die Energiegemeinschaft.

Die Energiewirtschaftliche Datenaustausch-Plattform (EDA-Plattform) übernimmt die Übermittlung der Daten zwischen Netzbetreiber*innen und Lieferant*innen (auch Sender*innen bezeichnet) und sog. Marktteilnehmer*innen (Energiedienstleister*innen, Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen, Erneuerbare Energiegemeinschaften, Bürgerenergiegemeinschaften) (EDA 2022c). Hierbei werden drei unterschiedliche Anbindungsarten differenziert, die im Folgenden noch näher beschrieben werden. Die Informationsplattform ebUtilities der übergeordneten EDA GmbH steht als zentrale Anlaufstelle für alle Stakeholder*innen zur Verfügung. Hier müssen sich Marktteilnehmer*innen registrieren und haben Zugriff auf das Anwender*innen-Portal und können gleichzeitig die Weiterentwicklung des Übermittlungsprozesses vorantreiben, indem sie an Konsultationsprogrammen teilhaben.

Neben den Netzbetreiber*innen sind die Energieversorgungsunternehmen (EVU) ein weiterer wichtiger Bestandteil um Energiegemeinschaften zu betreiben. Sie stellen sicher, dass die Teilnehmer*innen auch dann mit Strom versorgt werden, wenn es nicht ausreichend Strom in der EEG gibt bzw. kaufen den Überschuss einer EEG auf, für den Fall, dass zu viel Energie in der EEG zur Verfügung steht. Sie schließen damit die Lücke, der in der EEG nicht zu deckenden Nachfrage

„Energieversorger beliefern ihre Kunden mit Elektrizität und nehmen produzierten Strom ab. Ihre Teilnahme an Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEG) ist ausgeschlossen.“ (Österreichischen Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften 2022a).

Des Weiteren stehen den Gemeinschaften sogenannte externe Dienstleister*innen zur Verfügung, die bei komplexeren Einzelprozessen wie der Verrechnung beraten und unterstützen. Externe Dienstleister*innen können unter Umständen auch die gesamte Gründung übernehmen. In der Regel entstehen dabei Kosten, die seitens der EG abzudecken sind.

„Im Bereich der Energiegemeinschaften ist davon auszugehen, dass Dienstleistungen hauptsächlich im Bereich der Verrechnung, des Energiemanagements sowie im Anlagen-Contracting angeboten werden.“ (Österreichischen Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften 2022a).

Je nach Rechtsform sind auch öffentliche Stellen in den Gründungsprozess miteinzubeziehen. Beim konkreten Beispiel einer Vereinsgründung (als Trägerorganisation einer EEG) dienen die Bezirkshauptmannschaften der jeweiligen Ortschaften als Ansprechpartner*innen. Dort müssen Vereinsstatuten sowie Gründungsdokumente eingereicht werden.

4.2.3. Umsetzungsphasen einer EEG bzw. damit verbundene Errichtungs- und Betriebsprozesse

Im Rahmen des Sondierungsprojekts wurden gemeinsam mit der regionalen Bevölkerung im Untersuchungsgebiet (Gemeinde Hollenbach) Möglichkeiten der lokalen Energiebereitstellung, -speicherung und -verwendung diskutiert. Dazu wurden die Möglichkeiten, die erneuerbare Energiegemeinschaften für Regionen, wie das Waldviertel, bieten, vorgestellt. Dazu zählen die nachfolgend dargestellten Schritte (Österreichs Energie 2022).



Abbildung 11: EEG Inbetriebnahme-Phasen (eigene Darstellung)

Diese „Handlungsanweisung für die Umsetzung von Energiegemeinschaften“ stellt für potentielle Nutzer*innen die Gründung einer Energiegemeinschaft in 4 Phasen dar.

Im Zuge der Initialisierungsphase ist mit den Netzbetreiber*innen zu klären, welche Teilnehmer*innen sich regional bzw. lokal zu einer EG zusammenschließen dürfen. Diese Nahbereichsabfrage haben die Netzbetreiber*innen innerhalb von zwei Wochen zu beantworten. Der Zugang ist je nach Netzbetreiber*in unterschiedlich (Mail, Onlineportal,...). Soll die Anfrage über eine dritte Partei erfolgen ist in der Regel eine Vollmacht erforderlich. Im Zuge der Kommunikation mit den Netzbetreiber*innen ist weiters zu klären, ob alle teilnehmenden Zählpunkte über einen Smart Meter verfügen. Diese müssen – wenn nicht vorhanden – nachgerüstet werden.

Im Zuge der Initialisierungsphase sollte auch eine erste Analyse durchgeführt werden (Anzahl Teilnehmer*innen, Erzeugungsleistung, Verbrauch,...). Weiters ist zu ermitteln, ob zukünftige Investitionen in eine Erweiterung der Anlagenlandschaft geplant sind. Darüber hinaus sollten sich die Initiator*innen auf einen organisatorischen Rahmen einigen, der Zuständigkeiten für Gründung, Betrieb, Abrechnung und Monitoring festlegt.

Im nächsten Schritt sind Vorarbeiten bezüglich der Organisationsform / Rechtsform durchzuführen. Welche die beste Rechtsform für die EEG ist, ist individuell zu betrachten. Weiters sollte der Stromtarif innerhalb der EEG besprochen werden. Wichtig ist zudem in diesem Stadium der Planung den Aufteilungsschlüssel (statisch oder dynamisch) zu vereinbaren.

In der Gründungsphase wurden unter anderem folgende Aufgaben für potentielle Nutzer*innen erläutert (Gemeinde Hollenbach):

- 1) Trägerorganisation gründen und als Marktpartner*in registrieren: Im Zuge der Gründung sind die Statuten (Zusammenfassung der vereinsinternen Regeln), die Vereinserrichtungsanzeige sowie eine Wahlanzeige in Abstimmung mit der örtlichen Bezirkshauptmannschaft aufzusetzen und an die zuständigen Stellen zu übermitteln. Nach der Gründung ist die EEG bei ebUtilities als sogenannter Marktpartner zu registrieren.
- 2) Vertrag mit den Netzbetreiber*innen eingehen: Im nächsten Schritt muss die EEG eine Vereinbarung mit dem/der jeweiligen Netzbetreiber*in abschließen. Darüber hinaus schließt jedes Mitglied der EEG einen Zusatzvertrag mit den Netzbetreiber*innen ab.

In der Realisierungsphase verbindet sich die EEG über die EDA-Portal mit den Netzbetreiber*innen sowie den Energielieferant*innen. Die Plattform stellt dabei die Transferinfrastruktur zur Verfügung. Eine geeignete Kommunikationsstruktur muss seitens der EEG aufgebaut werden. Dies wurde mittels nachfolgender Graphik den potentiellen Nutzer*innen von Energiegemeinschaften (Gemeinde Hollenbach) dargestellt.



Abbildung 12: Ablauf der Anbindung an die EDA-Portal, eigene Darstellung, (Quelle: modifiziert übernommen aus (EDA 2022b))

Um die Zugriffe auf die Daten einfach kommunizieren zu können, wurde im Antrag für das Innovationslabor ein gesonderter Posten Ressourcen „Personal Nutzer*inneninteraktion“ festgelegt sowie das Informationsmaterial des EDA Anwenderportals aufgenommen (vgl. Abbildung 13).

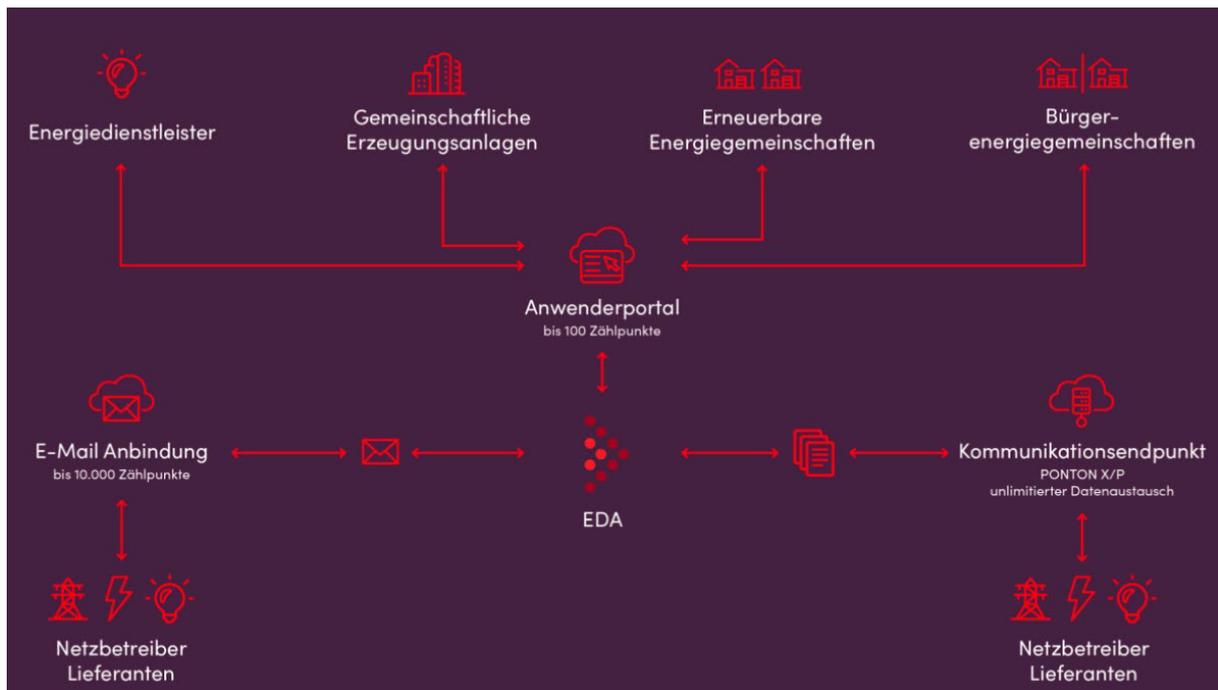


Abbildung 13: Datenaustausch zwischen einzelnen EEG-Stakeholder*innen auf der EDA-Portal (EDA 2022d)

Das Anwender*innenportal ist eine Weboberfläche „zur Abwicklung von Prozessen für Energiedienstleister[*innen] und Energiegemeinschaften“ (EDA 2022a) mit niedrigem Datenaufkommen. Hier können bestimmte Nachrichten versendet und empfangen sowie Stammdaten der EEG importiert sowie exportiert werden. Zusätzlich wird eine Reportgenerierung der empfangenen Energiedaten angeboten, die zur Auswertung und Abrechnung herangezogen werden kann. Diese Art der Anbindung ist für Energiedienstleister*innen und Energiegemeinschaften kostenlos.

Um die vorhandenen Fragen der Voraussetzungen von Energiegemeinschaften (Gemeinde Hollenbach) zu beantworten wurden die Schritte der Registrierung auf ebUtilities.at mit der gewünschten Rolle (z. B. Bürgerenergiegemeinschaft, Erneuerbare Energiegemeinschaft) erläutert. Dazu zählten die Erläuterung des Registrierungsformulars sowie der Einreichung der folgenden Unterlagen:

- Firmenbuchauszug oder Vereinsregisterauszug (bei juristischen Personen)
- Reisepass der zeichnungsberechtigten Personen
- Reisepass der benannten Benutzer*innen
- Energiegemeinschaften (GEA, EEG, BEG)
- unterzeichnete Vereinbarung mit dem jeweiligen Netzbetreiber*innen).

Auch weiterführende Fragen des Betriebs wurden umfangreich beantwortet (Gemeinde Hollenbach), insbesondere hinsichtlich Betriebsphase. Um die von den Netzbetreiber*innen übermittelten Daten abrechnen zu können sind unterschiedliche Verrechnungsvorgänge innerhalb der EEG notwendig. Die Rechnungslegung ist exemplarisch in Abbildung 14 dargestellt. Teilnehmende Stakeholder*innen im Abrechnungsprozess sind: Energielieferant*innen, Energieabnehmer*innen, Netzbetreiber*innen, Dienstleister*innen (optional), Teilnehmer*innen (Verbraucher*innen & Erzeuger*innen) sowie die EEG selbst. Energieabnehmer*innen verrechnen den Anteil der nicht innerhalb der EEG genutzt werden mit den Inhaber*innen der Anlage kann wohingegen die Energielieferant*innen den Residualanteil mit den

Verbraucher*innen verrechnen. Die Netzbetreiber*innen verrechnen ihre Kosten abhängig davon wer Vertragspartner*in ist mit den Abnehmer*innen und Lieferant*innen oder mit den Teilnehmer*innen der EEG selbst. Das reduzierte Netznutzungsentgelt sowie Elektrizitätsabgaben und Förderbeiträge werden im Voraus von den Netzbetreiber*innen abgezogen (Österreichs Energie 2022). Dienstleister*innen wie z.B. Abrechnungsservices gehen mit der EEG einen Vertrag ein und rechnen direkt mit ihr ab. Die EEG wiederum verrechnet mit den Teilnehmer*innen der EEG direkt. Hierbei ist bei den Erzeugungsanlagen zu beachten wer Inhaber*in der Anlage ist.

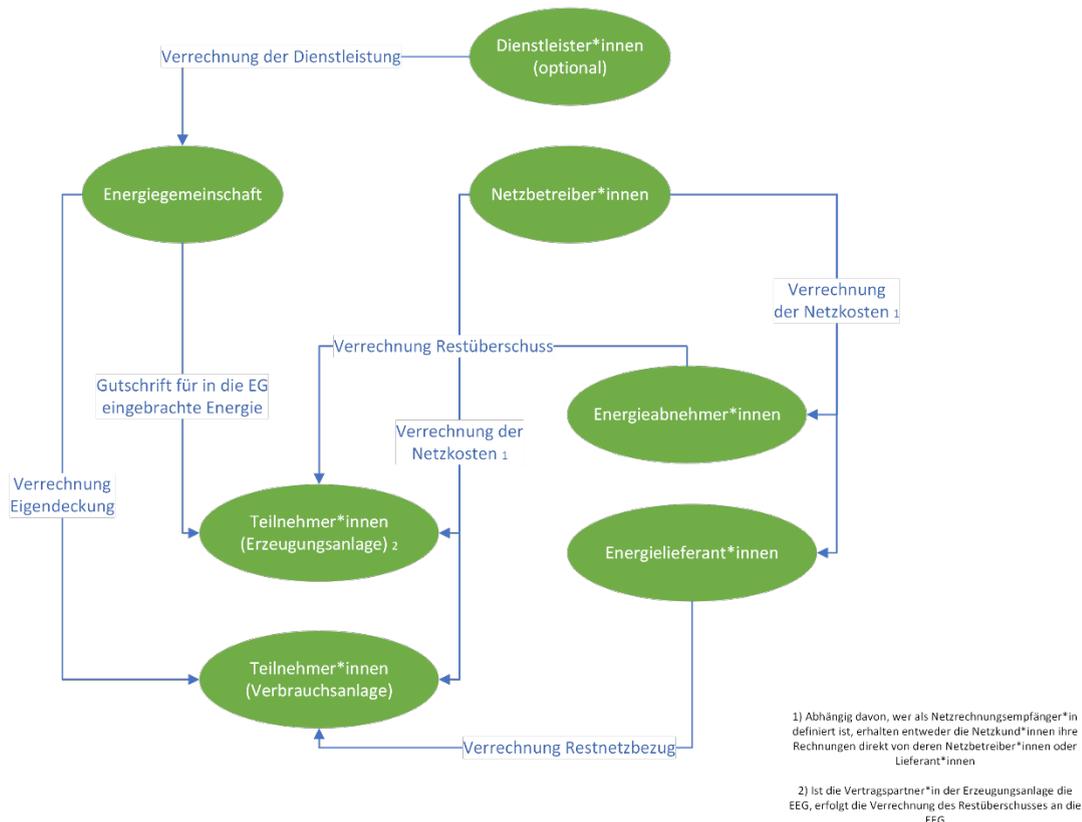


Abbildung 14: Rechnungslegung innerhalb der EEG, (Quelle: modifiziert übernommen aus (Österreichs Energie 2022, S. 5))

4.2.4. Systemintegration von erneuerbaren Energiegemeinschaften in das Untersuchungsgebiet

Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften werden in den kommenden Jahren in den unterschiedlichsten Ausprägungen entstehen. Beispielsweise wurde gezeigt, dass die Nutzung eines spielbasiertes Peer-to-Peer-Energiehandels-Rahmens es Prosumern ermöglichen kann, Strom zu exportieren, ohne Hochspannungsprobleme im Netz zu verursachen, und ihnen helfen, einen erheblichen Teil ihrer Gesamtstromkosten im Vergleich zum Einspeisetarif- und Koalitionsspielmodell zu senken, ohne mit den Teilnehmern*innen in direkte Verhandlungen treten zu müssen (Azim et al. 2021).

Andere Studien haben den Beitrag von Batterien untersucht, welche sich auf Kundenebene befinden, im Vergleich zu einer zentralen Batterie, die von der Community geteilt wird. Die Ergebnisse zeigen, dass die kombinierten Eigenschaften von Handel und Flexibilität durch die Speicherung den Endbenutzer*innen Einsparungen von bis zu 31 % ermöglichen. Mehr als die Hälfte der Einsparungen

stammt aus der Zusammenarbeit und dem Handel in der Gemeinschaft, während der Rest auf die Flexibilität der Batterie beim Ausgleich von Angebot und Nachfrage zurückzuführen ist (Lüth et al 2018).

Weiters wurde bereits in einer Studie gezeigt, dass die potenziellen Erlöse, welche aus der Teilnahme an einer Energiegemeinschaft erwirtschaftet werden, maßgeblich von den Eigenschaften der Gemeinschaft abhängen. Zudem sind Faktoren wie die Zusammensetzung der Teilnehmer*innen und die Anzahl der zu Verfügung stehenden Erzeugungseinheiten sowie der Strompreis ausschlaggebend für die potenziellen Erlöse. Höhere Preise für den Verkauf von PV-Strom innerhalb der Gemeinschaft führen zu höheren Erlösen für Prosumer und geringere Erlöse für Consumer. Preise für den gemeindeinternen Verkauf von PV-Strom, die näher am konventionellen Preis für Überschusseinspeisung liegen, generieren hingegen geringere Erlöse für Prosumer und höhere Erlöse für Consumer (Fina et al. 2022).

Andere Studien befassen sich wiederum damit wie Prognosehorizonte von Wetter- und Nutzerdaten Einfluss auf Energiegemeinschaften haben und inwieweit dies den Gewinn steigern kann. Wobei bewiesen wurde, dass für einen finanziellen Nutzen, keine langen Prognosehorizonte erforderlich sind und selbst Peer-to-Peer-Energieteilung in kleinen Gruppen (mit nur 2 – 5 Teilnehmer*innen) einen hohen Anteil des maximalen Gewinns, welcher erreichbar ist, wenn alle Eingaben im Voraus bekannt sind, erreichen kann (96%) (Duvignau et al. 2021).

Um verbliebene offene Fragen zu beantworten, wurde im Rahmen des vorliegenden Projekts analysiert, welche Auswirkung die Anzahl der Teilnehmer*innen, die Verteilung zwischen den Prosumern und Consumern sowie der Einsatz von Batteriespeichern in einer Energiegemeinschaft mit privaten, kommunalen und gewerblichen Teilnehmer*innen auf ausgewählte energietechnische und energiewirtschaftliche Parameter haben.

4.2.5. Zwischenfazit Erneuerbare Energiegemeinschaften in der Untersuchungsregion - Erzeugungs- und Lastprofile

Für die Analyse der zukünftigen Bedeutung von Energiegemeinschaften in der Untersuchungsregion wurden unterschiedliche Kriterien hinsichtlich der Bereitstellung von Elektrizität aus PV-Anlagen (Kap 4.1.3), der Bereitschaft der Bevölkerung (Kap 5.1. gesellschaftliche Aspekte) sowie der energiewirtschaftlichen, -technischen, Aspekte untersucht. Es zeigt sich, dass erneuerbare Energiegemeinschaften in der Untersuchungsregion einen wichtigen Anteil an einer erfolgreichen Integration erneuerbarer Energieträger in das Gesamtenergiesystem aufweisen. Erneuerbare Energiegemeinschaften werden daher im Rahmen des Gesamtprojekts „Reallabor 100% erneuerbares Waldviertel“ tiefgründiger evaluiert und auf die Energieträger Gas und Wärme ausgeweitet.

4.3. Entwicklung von Projektfortschritts-Kennwerten

Die Realisierung eines greifbaren Parameters, der die Fortschritte hinsichtlich Anteil erneuerbare Energie in der Untersuchungsregion widerspiegelt, ist für Projektaußenstehende von enormer Wichtigkeit. Für die Projektmitglieder*innen selbst sind solche Indikatoren gute Anhaltspunkte, um das Gesamtziel des Vorhabens nicht aus den Augen zu verlieren. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Sondierungsprojektes ein „renewable key performance indicator“ (KPI) für die Untersuchungsregion Waldviertel entwickelt.

5 Energiewirtschaftliche, -technische und gesellschaftliche Analyse in der Untersuchungsregion

5.1. Gesellschaftliche Aspekte

Die gesellschaftliche Perspektive zum Ziel der 100% erneuerbaren Energieversorgung im Waldviertel und den dafür erarbeiteten Maßnahmen wurde in verschiedenen Tasks und Arbeitsschritten in die Sondierung miteinbezogen. Einleitend wurde eine Literaturrecherche zur Erhebung des Status Quo der gesellschaftlichen Wahrnehmung verschiedener Maßnahmen zur Steigerung des Erneuerbaren Energien-Anteils im Waldviertel bzw. in Niederösterreich durchgeführt.

Darauf aufbauend steht die Integration der Bevölkerung des Untersuchungsgebiets (Nutzer*innenintegration). Zur Vertiefung der aus der Literaturrecherche gewonnenen Erkenntnissen und Erhebung projektspezifischer Wahrnehmungen wurden mehrere empirische Erhebungen mit im Waldviertel lebenden Personen durchgeführt. In Summe wurden in mehreren Befragungsrunden & Workshops knapp 140 Personen zu verschiedenen Aspekten Erneuerbaren Energien und deren Akzeptanz befragt. Dabei wurden die in der Region bestehenden Kanäle genutzt, um möglichst unterschiedliche Personengruppen zu erreichen. Folgende Erhebungen haben stattgefunden:

- **Erhebungen in Schulen:** Im Juni 2022 haben Schulbesuche in zwei Schulen (Karlstein und Gmünd) stattgefunden. Dabei wurden Workshops mit den Schüler*innen durchgeführt, um deren Einstellungen und Visionen gegenüber zukünftigen Entwicklungen der Energiewende besser zu verstehen.
- **Erhebungen bei Messe BIOEM:** am 16. bis 19. Juni 2022 haben 41 Messebesucher*innen einen Fragebogen zur Zukunft der Energieversorgung im Waldviertel ausgefüllt. Das Verhältnis zwischen Männern und Frauen ist ausgeglichen (21 Frauen, 20 Männer). Im Mittel sind die Befragten 52 Jahre alt, mit einer Standardabweichung von 14,6 Jahren. Die jüngste Person ist 13, die älteste 75. Etwa die Hälfte der Personen hat als höchste abgeschlossene Ausbildung eine mittlere Schule absolviert.
- **Erhebungen in Großschönau:** Im Rahmen von Besuchen in Großschönau haben 2 weitere Gruppen im November 2022 einen Fragebogen erhalten. 29 Personen haben den Fragebogen ausgefüllt, davon 13 Männer und 14 Frauen. Im Mittel sind die Befragten 50 Jahre alt, die jüngste Person ist 22, die älteste Person 83 Jahre alt. 9 Personen haben die Pflichtschule als höchste Ausbildung absolviert, 7 Personen eine mittlere Schule, 8 Personen die Matura und 2 Personen ein Studium.
- **Erhebungen in Hollenbach:** In der Gemeinde Hollenbach fand im Januar 2023 eine Vollerhebung statt. Fokus lag auf der Erfassung energietechnischer Kennzahlen (Energiekonsum, Technologien im Haushalt etc.). Daneben wurden sozialwissenschaftliche Fragestellungen hinsichtlich der Wahrnehmung Erneuerbarer Energien und Maßnahmen zur Hebung des Anteils erneuerbarer im Waldviertel erhoben.

5.1.1. Grundlagen: Wahrnehmung Erneuerbarer Energien im Waldviertel

Das umfassendste Bild über die gesellschaftliche Meinung zu erneuerbaren Energie Themen in Österreich gibt das jährliche Stimmungsbarometer zu erneuerbaren Energien, in welchem die wichtigsten Aspekte mittels repräsentativer Stichprobe der österreichischen Bevölkerung abgefragt werden. In Österreich besteht ein hohes Bewusstsein für die Auswirkungen des Klimawandels und knapp 60% geben an, selbst bereits Auswirkungen zu spüren. Die Bereitschaft, auch privat Maßnahmen zum Klimaschutz zu tätigen nimmt zu. Das Ziel der Klimaneutralität bis 2040 wird vom Großteil der Bevölkerung (70%) befürwortet. Generell besteht in Österreich durchaus hohe Zustimmung zu erneuerbaren Energie-Projekten (im Schnitt 73%). Bei Windkraft sind die Zustimmungsraten deutlich rückläufig, bei den Technologien PV und Kleinwasserkraft ist nur ein leichter Negativtrend zu erkennen. Hampl et al (2021) geben als mögliche Begründung dafür den Wunsch der Bürger*innen zu mehr Transparenz und Schutz der Natur an. Beim Ausbau von PV besteht eine Einschränkung – PV-Freiflächenanlagen werden nur von etwa 1/3 befürwortet (Hampl et al. 2021).

In Abbildung 16 ist die Zustimmung zu den einzelnen Technologien pro Bundesland dargestellt. Für Niederösterreich bestehen für alle Technologien sehr hohe Zustimmungsraten, im Schnitt stimmen 80% der Niederösterreicher*innen einem solchen Projekt zu.



Abbildung 16: Zustimmung zu einem EE-Projekt in der Nähe der Gemeinde nach Bundesländern (Hampl et al. 2020, S.11).

In anderen Aspekten der Energiewende ist ein positiver Trend zu erkennen: immer mehr Menschen denken über die Installation eines erneuerbaren Heizsystems und/oder eine Photovoltaikanlage nach, wobei die zusätzliche Installation eines Heimspeichers nach wie vor eine Nische bleibt und nur von 1% der Interessenten auch umgesetzt wird. Auch die Bekanntheit von und das Interesse an Bürgerbeteiligungsmodellen nimmt zu. Der Anteil jener Personen, die am Kauf eines E-Autos interessiert sind bleibt mit etwa 45% stabil (Hampl et al., 2021). Auch das Interesse an Energiegemeinschaften ist hoch, ca. 66% können sich eine Teilnahme vorstellen (Hampl et al., 2020).

Friedl & Reichl (2016) untersuchen Akzeptanzfaktoren für größere erneuerbare Energieprojekte in Oberösterreich. Eine Erkenntnis ist, dass neben Faktoren, welche oft in Studien identifiziert werden (Veränderung des Landschaftsbilds, negative Umweltauswirkung) insbesondere das Vertrauen in handelnde Akteure ausschlaggebend ist. Für geplante Projekte ist daher ein besonderes Augenmerk auf Verfahrens- und Verteilungsgerechtigkeit von Kosten und Nutzen zu legen, um das Vertrauen der Bevölkerung zu stärken. Des Weiteren ist Transparenz und Information über den Nutzen und die Notwendigkeit solcher Projekte zu intensivieren. Kapeller & Biegelbauer (2020) weisen ebenfalls auf die Wichtigkeit einer echten Partizipation bei der Umsetzung erneuerbarer Energieprojekte hin. Oft wird bei Projekten von den verantwortlichen Stakeholdern lediglich informiert, es findet jedoch keine echte Partizipation statt, Bürger*innen fühlen sich nicht gehört, da kein echter Dialog stattfindet und kaum Entscheidungsspielraum gegeben wird. Auch diese Studie verweist auf vertrauensbildende Maßnahmen indem völlige Transparenz über ein Vorhaben besteht (Kapeller & Biegelbauer, 2020). Gute Ausgangsbedingungen für umfassende Partizipation besteht bei Klima- und Energiemodellregionen (Komendantova et al., 2018). Hier bestehen gute Ansätze ganzheitlicher und partizipativer Umsetzungen, jedoch wird auch hier auf Verbesserungspotentiale für echte Partizipation hingewiesen.

Doch auch, wenn die überwiegende Mehrheit der Niederösterreicher*innen Erneuerbaren Energieprojekten positiv gegenübersteht, gibt es auch hier starke kritische Stimmen. Im Waldviertel sind bereits Initiativen aufgrund Protests der lokalen Bevölkerung gescheitert, wobei hier insbesondere Windenergieprojekte auf Skepsis stoßen. So wurden im Jahr 2020 geplante Anlagen im Bezirk Zwettl (Waldhausen, Sallingberg, Göpfritz) nicht realisiert². Sorge der Bevölkerung war u.A. die große Höhe der geplanten Anlagen von 200m, aber auch die Veränderung des Landschaftsbilds und damit einhergehende negative Auswirkungen für Tourismusregionen. Auch die Schaffung neuer Infrastruktur (Straßen und Stromleitungen) und dafür nötige Waldrodungen wurden kritisiert. Dabei setzen sich im Waldviertel immer wieder nicht nur Privatpersonen, sondern auch regionale Initiativen und Verbände gegen die Errichtung von Windkraftanlagen ein. Argumente sind u.A. Vogelschutz und das Infragestellen der gesamten ökologischen Sinnhaftigkeit, sowie die Belästigung durch Schall und Infraschall^{3 4}. Die IG Waldviertel⁵, eine Kooperation überparteilicher Bürgerinitiativen fordert gar einen Ausbaustopp bis 2025 und ein Retrofitting aller bestehenden Anlagen vor dem Bau neuer. Als negative Aspekte werden insbesondere möglicher Brand, Eiswurf, Schattenwurf, Infraschall und Lärmbelastung genannt. Die Projektverantwortlichen gehen davon aus, dass es sich um die Minderheit handelt und beim Großteil der Bevölkerung keine Einwände gegen die geplanten Projekte bestehen⁶.

Dies stimmt auch überein mit der Akzeptanzforschung. Schweizer-Ries et al. (2010), beschreiben, dass über 80% der deutschen Bevölkerung einem EE Projekt positiv gegenüberstehen, davon jedoch nur knapp 11% auch eine aktive Unterstützung leisten und das Projekt aktiv akzeptiert. Die große Mehrheit (knapp 71%) zeigt keine aktive Unterstützung, jedoch eine positive Einstellung. Bei Personen mit negativer Einstellung sind es etwa 3%, welche auch aktiv Handlungen setzen und so durchaus ein Projekt verhindern können.

² https://www.meinbezirk.at/zwettl/c-lokales/windparks-im-waldviertel-massiver-gegenwind-fuer-windkraft_a4148541

³ <https://www.noen.at/zwettl/neues-gutachten-windpark-grafenschlag-droht-jetzt-zweites-zwentendorf-grafenschlag-redaktionsfeed-windpark-grafenschlag-buergerinitiative-redaktion-304194723>

⁴ <https://www.noen.at/horn/verhandlung-wieder-windkraft-disput-in-irnfritz-und-japons-irnfritz-messern-japons-windenergie-stefan-zach-buergerinitiative-print-234852696>

⁵ <https://www.igwaldviertel.at/>

⁶ <https://www.derstandard.at/story/2000129551728/unser-letzter-freiraum-wo-im-land-gegen-erneuerbare-energie-gekaempft>

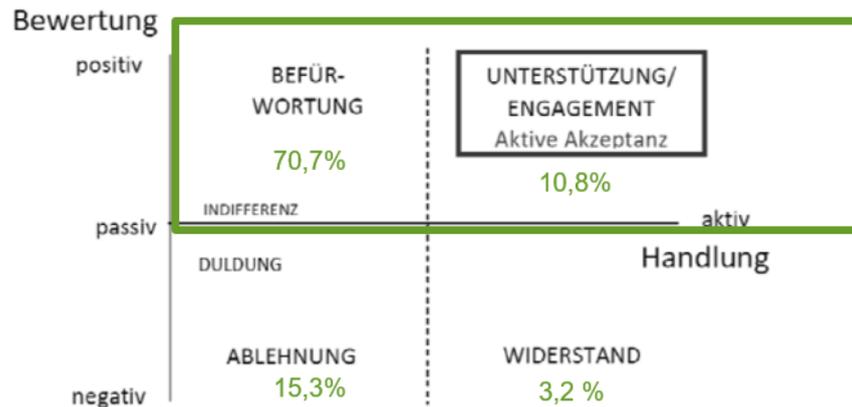


Abbildung 17: adaptiert nach (Schweizer-Ries et al., 2010)

Bei geplanten **Photovoltaikanlagen** (PV-Großanlagen) konnten bisher keine Bürgerinitiativen, welche dem negativ gegenüberstehen, identifiziert werden. Ein Beispiel aus Niederösterreich stellt jedoch eine geplante Freiflächenanlage im Bezirk Melk dar, welche von der Bevölkerung nicht ausreichend akzeptiert wird⁷. Die Bürgerinitiative spricht sich dabei jedoch nicht generell gegen die Technik der PV aus, sondern gegen die Umsetzung als Freiflächenanlage und die damit einhergehende befürchtete Versiegelung des Bodens und optische Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Auch wird befürchtet, dass die Realisierung keine regionale Wertschöpfung bringt. Eine ähnliche Situation besteht bei einer geplanten Freiflächenanlage im Bezirk Tulln⁸. Abgesehen von Protesten bei Freiflächenanlagen besteht jedoch durchaus hohe Akzeptanz von PV-Anlagen, wie auch die große Nachfrage bei verschiedenen Bürgerbeteiligungsmodellen zeigt. So sind z.B. die Sonnenkraftwerke vom Land NÖ regemäßig innerhalb kurzer Zeit ausverkauft⁹.

Im Bereich der **Biomasse** sind im Waldviertel keine negativen Stimmen ersichtlich, diese Form der erneuerbaren Energieerzeugung scheint durchgängig akzeptiert zu werden. Damit verbundene positive Aspekte sind die Schaffung regionaler Arbeitsplätze sowie die Nutzung für den Tourismus (Höher & Strimzer, 2020). Auch sind neue Anlagen im Waldviertel geplant¹⁰, wobei bisher keine Sorgen aus der Bevölkerung geäußert wurden. Anders ist die Situation beispielsweise jedoch im Bezirk Mödling, wo die Bevölkerung 2021 gegen die Errichtung eines Biomasseheizkraftwerks stimmte, wobei in erster Linie die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes negativ wahrgenommen wurde. Laut dem Betreiber der geplanten Anlage ist diese Situation jedoch ein Einzelfall gewesen¹¹.

Die gesellschaftliche Akzeptanz von **Biogas** ist in Österreich weitestgehend unerforscht. Eine deutsche Studie, jedoch bereits aus dem Jahr 2012, weist auf geringfügige Akzeptanz dieser erneuerbaren Energieform hin (Wueste, 2012). Die größten Bedenken bestehen dabei aufgrund der Flächenkonkurrenz zur Lebensmittelerzeugung, die Veränderung des Landschaftsbildes sowie

⁷ <https://www.kilb-redet.at/>

⁸ <https://www.heute.at/s/wirbel-um-grosses-photovoltaik-projekt-im-bezirk-tulln-100184487>

⁹ <https://www.sonnenkraftwerk-noe.at/>

¹⁰ <https://www.energate-messenger.at/news/216472/nawaro-plant-neue-kraftwerke-im-waldviertel>

¹¹ <https://www.derstandard.at/story/2000129551728/unser-letzter-freiraum-wo-im-land-gegen-erneuerbare-energie-gekaempft>

ökologische Bedenken. Weitere Sorgen sind ein befürchteter Preisanstieg bei Nahrungsmitteln sowie unangenehmer Geruch.

Aber auch jenseits des Stimmungsbarometers gibt es Studien, die die Akzeptanz verschiedener Maßnahmen in Österreich behandeln. So hat eine Fallstudie in Oberösterreich eine gute Durchführung von Bürgerbeteiligungsprojekten für PV auf Firmendächern – sowohl bei Privatpersonen als auch bei den beteiligten Firmen – gezeigt (Linhart et al., 2021).

Ebers Broughel & Hampl (2018) haben die Bereitschaft für Bürgerbeteiligung in Österreich untersucht. So sind etwa 50% der Befragten an einer Beteiligung interessiert, wobei der Großteil kleinere Beträge von bis zu 1000€ investieren möchte. Da das wahrgenommene Risiko einer finanziellen Investition eine große Barriere darstellt, sollten kurze Laufzeiten von weniger als 5 Jahren ermöglicht werden. Die präferierte Technologie für eine Beteiligung ist Photovoltaik. Die befragten Personen konnten hinsichtlich Ihrer Bereitschaft für eine Investition in 4 Gruppen zugeordnet. So kann knapp die Hälfte als „urbane Wind-Enthusiasten“ charakterisiert werden, ein weiteres Viertel als „rurale Wind-Enthusiasten“ und bei einem Viertel handelt es sich um Wind-Skeptiker. Doch auch unter den Skeptikern würden noch 27% in Windkraft investieren, sofern diese nicht in der Nähe der eigenen Gemeinde errichtet werden. Insbesondere bei ländlichen Skeptikern handelt es sich um männliche Eigenheimbesitzer mit hohem Einkommen und ohne tertiären Bildungsabschluss, städtische Skeptiker sind meist Personen mit tertiärem Abschluss.

Die wichtigsten Treiber für ein Bürger*innenbeteiligungsprojekt in Österreich sind nach (Ebers Broughel & Hampl, 2018) die Unterstützung erneuerbarer Energie sowie der Schutz von Klima und Umwelt, jedoch auch die Steigerung der Unabhängigkeit von Energieimporten – welche insbesondere für Skeptiker von Bedeutung ist. Weitere Faktoren sind Regionale Wertschöpfung, der persönliche Beitrag zur Energiewende, die Sicherheit und Rentabilität des Investments sowie der Wunsch, eine lokale oder regionale Initiative zu unterstützen.

Demgegenüber stehen jedoch auch zahlreiche Hürden. Der häufigste Grund, der für Befragte gegen eine Beteiligung spricht ist das Fehlen finanzieller Mittel (für 65% der Befragten). Auch das Investitionsrisiko und die Langfristigkeit des Investments spricht für über 50% gegen eine Beteiligung. Weitere Gründe sind die aus Sicht der Befragten unausgereiften Technologien, geringe Rentabilität des Investments und politische Unsicherheit. Bei immerhin 45% besteht zu geringes Wissen über die Beteiligungsmöglichkeiten und für 42% ist die hohe Komplexität hinderlich.

5.1.2. Grundlagen: Wahrnehmung fossiler Heizsysteme und zukünftiger Entwicklungen

Da die Raumwärme den größten Anteil an fossiler Energie benötigt, lag ein besonderer Schwerpunkt der Recherche auf der Wahrnehmung und Umstellungsbereitschaft von Heizsystemen bei Privathaushalten. Eine sehr gute Zusammenfassung gibt die Studie von Greenpeace (2022): „Niederösterreich besitzt insgesamt 39 % an Heizungen mit fossilen Energieträgern (Kohle, Öl und Gasheizungen), der Rest entfällt auf Holz (21 %), Fernwärme (17 %), Wärmepumpen/Solarthermie (13 %) und Elektroheizungen (6 %). Niederösterreich weist mit 101.000 Wärmepumpen/Solaranlagen in absoluten Zahlen die meisten Wärmepumpen/Solaranlagen in Österreich auf, relativ liegt Niederösterreich damit mit 17 % auf Platz 2. Jedoch werden nach wie vor 27 % der niederösterreichischen Heizungen mit Gas betrieben – damit

landet Niederösterreich auf Platz 2 (hinter Wien) in absoluten (circa 203.000) und relativen Zahlen die Gasheizungen betreffend“ (Greenpeace 2022, S7)

Folgende Zusammenfassende Aussagen zur Umstellung fossiler Heizsysteme wurden weiters erhoben:

- 33% würden eine **Wärmepumpe** wählen (Greenpeace 2022). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine Umfrage in Deutschland, hier würden 34% eine Wärmepumpe wählen (co2online 2021).
- 91% der Österreicher*innen, welche mit **Gas** heizen, würden diese Heizform nicht mehr wählen (Greenpeace 2022).
- laut ÖVGW wünschen sich jedoch 54% der Befragten, die Gasheizung weiterzubetreiben, du zwar mit **grünem Gas**. Diese Zahlen sind jedoch aus dem Jahr 2021 und somit vor den sehr stark steigenden Gaspreisen erhoben worden. Sie unterschieden sich auch stark von der Studie von Greenpeace (2022). Laut EY (2022) planen ca. 24% der Personen, die mit Gas heizen, einen Umstieg in den nächsten 5 Jahren.
- 10% heizen aktuell mit **Ölheizungen** – davon planen nur 40% einen Umstieg innerhalb der nächsten 5 Jahre. 26% haben keinen Umstieg geplant, sind demgegenüber jedoch offen und 19% möchten die Ölheizung beibehalten (EY 2022). Die Preisentwicklung ist der wichtigste Grund für einen Umstieg, danach folgt der Klimaschutz.
- Größte **Hürden** für einen Heizungstausch bei Eigenheimbesitzer*innen sind die hohen Kosten, die Zufriedenheit mit dem aktuellen System und das geringe Alter des bestehenden Systems (Greenpeace 2022)
- Aus Sicht von Energieberater*innen in Deutschland werden in erster Linie Informationen zu Wärmepumpen von ihren Kund*innen gewünscht; daneben mit geringerer Bedeutung wird auch nach Holzpellet-Heizungen nachgefragt. Gas-oder Ölbrennwertgeräte werden sehr selten angefragt. Sehr häufig empfehlen die Berater*innen die Wärmepumpe in Kombination mit einer PV-Anlage und Batteriespeicher (die Rahmenbedingungen bei den Kund*innen scheinen daher sehr oft gegeben zu sein, sowie auch deren Interesse an einer Beratung dazu). Jedoch sind oft bauliche Hindernisse für eine Wärmepumpe gegeben („44% der Befragten gaben an, dass häufig bis sehr häufig ein Wärmepumpeneinsatz nicht möglich sei. Aktuelle Feldtests zeigen hingegen, dass Hemmnisse oft geringer als gedacht sind und oft mit einzelnen überschaubaren Maßnahmen lösbar sind (Heizkörpertausch, Fenstertausch) (dena 2022).

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick, welche Wechselaktivitäten die Ö. Bevölkerung bevorzugen würde.

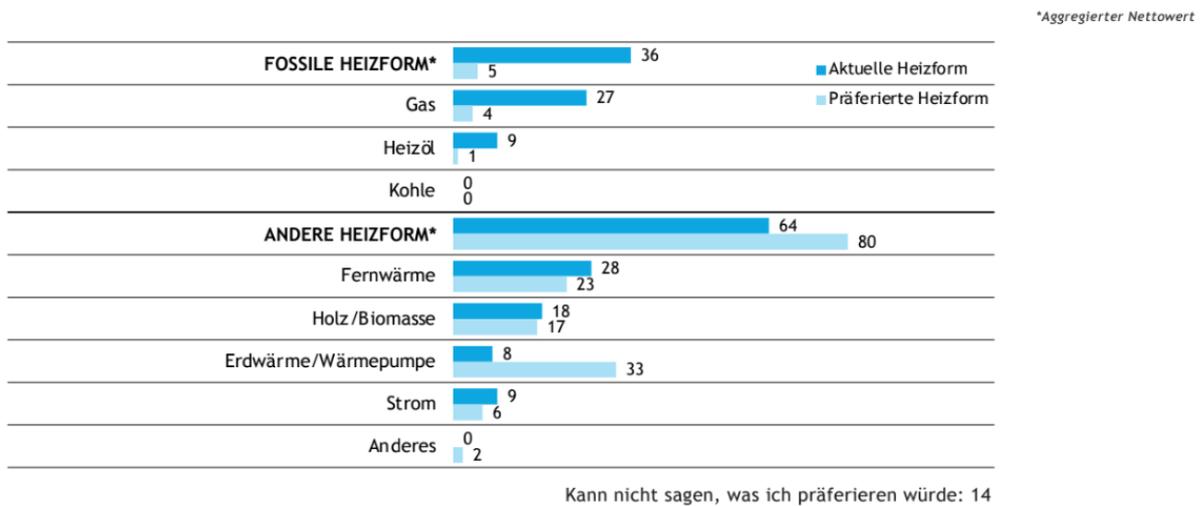


Abbildung 18: Art der aktuellen vs. präferierten Heizungsart (INTEGRAL 2022, S19)

Wunsch und Wirklichkeit liegen beim Heizungstausch derzeit noch weit auseinander, wie folgende Abbildung (Daten aus Deutschland) zeigt. Die größte Diskrepanz zeigt sich bei den Wärmepumpen, aber auch bei Gasheizungen. Nur 1% der Befragten wünscht in Zukunft eine Gasheizung, dennoch sind haben 35% vor kurzem eine solche Heizungsart installiert. Die Wärmepumpe ist die am häufigsten gewünschte Heizungsform, wurde aber nur von 3% vor kurzem installiert.



Abbildung 19: Gewünschte vs. installierte Heizsysteme in Deutschland (co2online 2021)

5.2. Ergebnisse der Nutzer*innenintegration

5.2.1. Wahrnehmung erneuerbarer Energiebereitstellung im Untersuchungsgebiet

Die Zustimmung zu erneuerbaren Erzeugungsanlagen in der Wohnumgebung unterscheidet sich je nach Technologie und ist für Freiflächen-PV mit Deutlichkeit am geringsten. Die höchste Zustimmung erfährt PV auf Dächern. Hier sehen ca. 90 % der Befragten einen Ausbau in der Wohnumgebung als positiv. Auch bei Windkraft besteht eine hohe Zustimmung für eine Erzeugungsanlage in der eigenen Wohnumgebung, bei Kleinwasserkraftanlagen ist die Zustimmung etwas geringer, mit knapp 80 % jedoch in Summe durchaus positiv. Dem Ausbau von Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerken stimmen jeweils etwa 60% der Befragten zu.

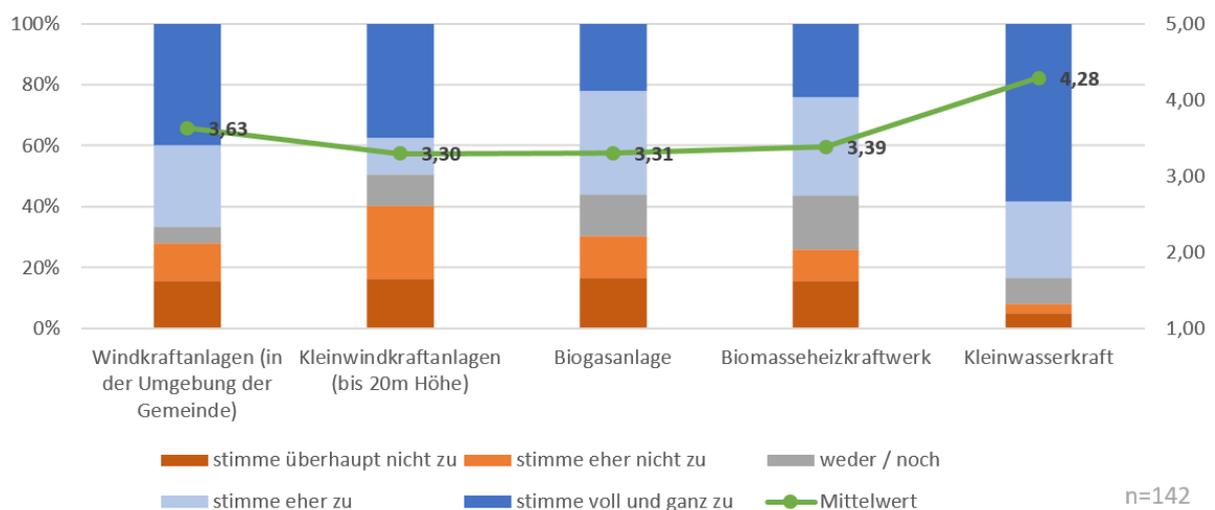


Abbildung 20: Zustimmung zu Erzeugungsanlagen in der Nähe der eigenen Wohnumgebung (1)

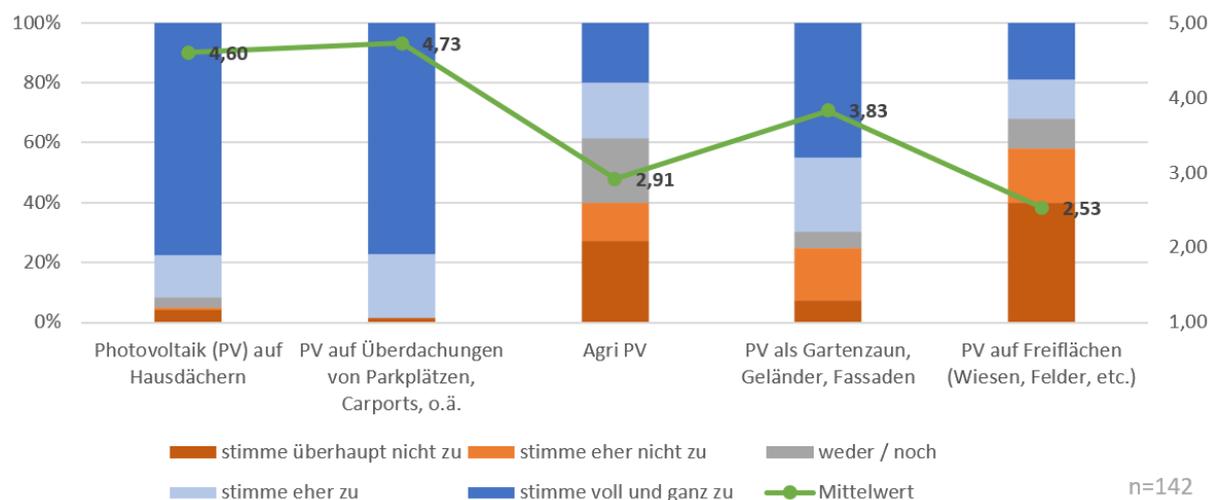


Abbildung 21: Zustimmung zu Erzeugungsanlagen in der Nähe der eigenen Wohnumgebung (2)

Auch wenn eine sehr hohe Zustimmung zu PV-Ausbau auf Dachflächen und sonstigen ungenutzten Flächen besteht, so gibt es aus Sicht der Waldviertler*innen auch einige Hürden für einen weiteren

Ausbau zu bewältigen. Die größte dabei stellen die hohen Kosten für eine PV-Anlage auf dem eigenen Dach dar.

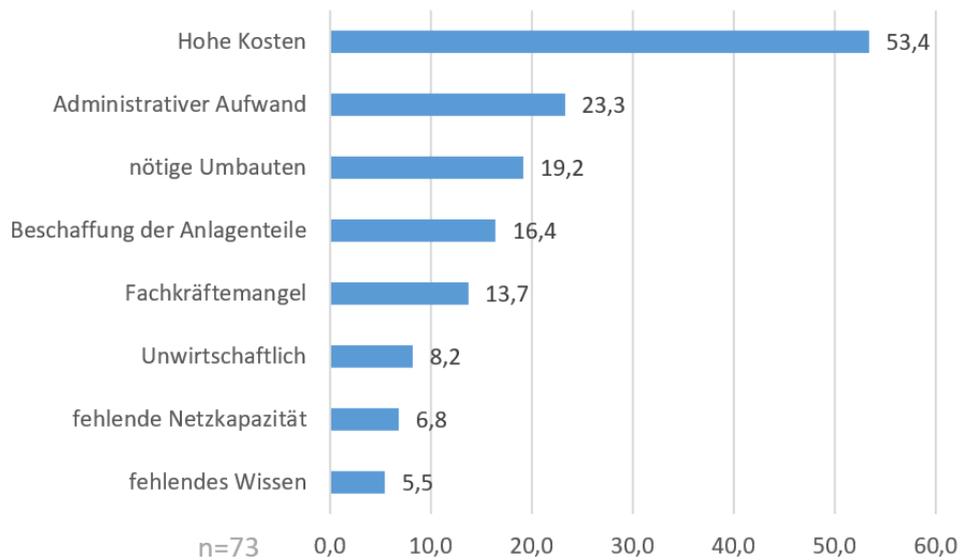


Abbildung 22: Hürden aus Sicht der Bevölkerung für privaten PV-Ausbau

Um zu identifizieren, wo die Personen den größten Spielraum an **umweltfreundlichem Verhalten** in ihrem eigenen Alltag sehen, wurden sie gefragt, in welchem Bereich sie den höchsten CO2 Ausstoß ihres Alltags vermuten, in welchem Bereich Verhaltensänderung vorstellbar sind, und welche das sein könnten (offene Frage). Zur Auswahl waren Mobilität, Wohnen und Konsum.

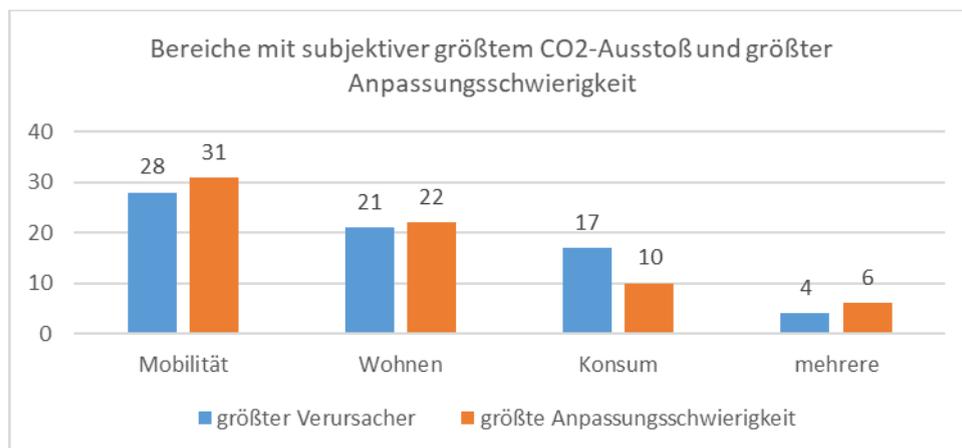


Abbildung 23: Anpassungsschwierigkeit und CO2 Ausstoß (n=70)

Die meisten Personen gehen davon aus, dass der Bereich Mobilität den höchsten CO2 Ausstoß in ihrem Leben ausmacht. Gleichzeitig stellen Verhaltensänderungen in diesem Bereich für knapp die Hälfte der Personen die größte Herausforderung dar. Das Wohnen ist bei 21 Personen der größte Verursacher und bei 22 Personen besteht hier die größte Anpassungsschwierigkeit. Der Konsum stellt für 17 Personen den höchsten Verursacher dar, eine Verhaltensänderung in diesem Bereich wird im Vergleich zu den anderen als am einfachsten umsetzbar eingeschätzt.

Die Gruppe der Schüler*innen wurde in separaten co-creativen Workshops zu ihren Vorstellungen der Zukunft der Energieversorgung im Waldviertel betrachtet. In verschiedenen Gruppenarbeiten setzten sich die Schüler*innen mit zukünftigen Visionen der Nachhaltigkeit und erneuerbaren Energien auseinander. Mobilität ist für **Schüler*innen im Waldviertel** sehr wichtiges Thema, es besteht großer Leidensdruck in diesem Bereich (drei Gruppen haben dieses Thema gewählt). Dabei geht das Denken stark in Richtung Individualverkehr. Hier stehen die eigenen Bedürfnisse im Vordergrund und der Individualverkehr wird als positiv (umweltfreundlich, verkehrsentlastend) dargestellt, sobald Fahrgemeinschaften gebildet werden. Das ist zwar der Fall, wenn man es mit dem Fahren alleine im Auto vergleicht, auch Fahrgemeinschaften sind jedoch wesentlich schädlicher als die Öffentlichen Verkehrsmittel oder andere Lösungen; Gedanken in Richtung der Verbesserung des Öffentlichen Verkehrs wurden kaum geäußert. Es ist möglich, dass die Erfahrungen mit dem Öff. Verkehr so negativ sind, dass auch bei einem Ausbau o.ä. keine Besserung erhofft wird. Um eine Forcierung der Nutzung Öff. Verkehrsmittel zu erreichen, ist bei den Jugendlichen Bewusstseinsbildung und Imageverbesserungen für das Thema nötig. Jene zwei Gruppen, die sich nicht mit dem Thema Mobilität auseinandergesetzt haben, haben Probleme, welche primär nichts mit dem Thema Energie zu tun haben, adressiert. Es ist anzunehmen, dass es sich hierbei um Probleme, denen die Schüler*innen im eigenen Leben begegnen, handelt (hohe Immobilienpreise, Herausforderung familiär + beruflich hohe Ziele zu erreichen). Dieser Umstand ist auch bei der Mobilität zu erkennen – die Lösungen sind nicht primär hinsichtlich Energieeinsatz vorteilhaft, sondern stellen in erster Linie eine Verbesserung der individuellen Lebenssituation dar. Das Thema der Nachhaltigkeit wird zwar in allen Gruppen (am Rande) mitgedacht, was jedoch auch nur aufgrund der Aufgabenstellung des Workshops der Fall sein kann, und nicht die primäre Intention der Schüler*innen zu sein scheint. Einzelne Statements der Schüler*innen zu Energie & Nachhaltigkeit lassen darauf schließen, dass Bewusstsein für die Wichtigkeit vorhanden ist; die Verantwortung wird jedoch zum großen Teil bei der Politik und Industrie gesehen und die Macht bzw. Wirksamkeit des Einzelnen als sehr beschränkt wahrgenommen. Andere Herausforderungen betreffend das eigene Lebensumfeld werden als dringlicher wahrgenommen.

5.2.2. Wahrnehmung fossiler Heizsysteme und zukünftige Entwicklungen

Unter den Befragten überwiegt das Heizen mit Biomasse (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz), d.h. es besteht bei den meisten Personen bereits ein erneuerbares System. Dennoch wurden Fragen hinsichtlich ihrer Meinung zur Umstellung von fossilen Heizsystemen gestellt. In etwa ¼ der befragten Haushalte besteht ein solches fossiles Heizsystem (Öl oder Gas).

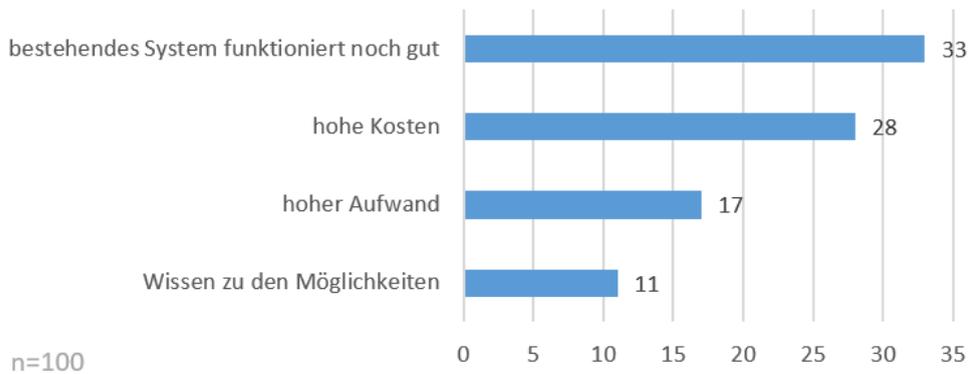


Abbildung 24: Hindernisse für einen Heizungstausch

Als größtes Hindernis werden die hohen Kosten für einen solchen Tausch angesehen. Außerdem funktioniert das bestehende System (auch bei fossilen Systemen) noch gut, ein Tausch wird daher nicht als notwendig erachtet. Das nötige Wissen und der entstehende Aufwand stellt die geringste Hürde dar und ist nur für 1/3 der Befragten problematisch. Mehr als die Hälfte der Personen sind nicht über Fördermöglichkeiten informiert. Die Förderhöhe scheint großteils jedoch angemessen zu sein. Fast alle wünschen sich mehr und einfache Informationen zu Fördermöglichkeiten.

Die Zustimmung zu grünem – CO₂ neutralem Gas – ist mit knapp 60% im mittleren Bereich. Obwohl ca. 60% dem Heizen mit grünem Gas zustimmen würden, bevorzugen knapp 85% andere Energieträger. Auch eine Mehrzahlungsbereitschaft im Vergleich zu Erdgas ist nur bei etwa einem Viertel gegeben. Über 60% ist es wichtig oder sehr wichtig, dass die Erzeugung dieses grünen Gases kein weiteres CO₂ verursacht. Aufgrund der sehr geringen Stichprobengröße kann keine generelle Aussage zur Meinung zu grünem Gas in der Region abgeleitet werden.

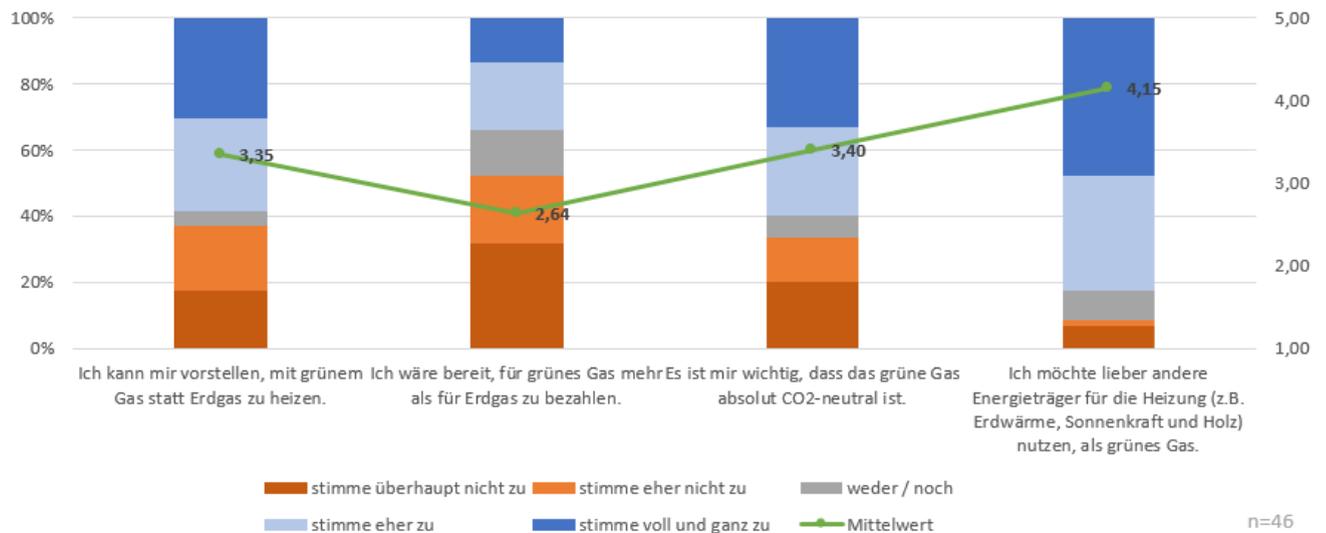


Abbildung 25: Meinungen zu grünem Gas

Um Feedback für die in der Sondierung vorgeschlagenen Maßnahmen einzuholen, wurde die Zustimmung zu ausgewählten Maßnahmen erfragt.

- **Abwärmenutzung:** Diese Maßnahme befürworten ca. 85%. Es ist jedoch unklar, inwiefern das technische Verständnis dieser Maßnahme und die lokalen Gegebenheiten im Wohnumfeld die Antwort beeinflussen.
- **Ausbau von Biogasanlagen:** Ca. 60% stimmen der Maßnahme zu, was im Vergleich zu den anderen gestellten Maßnahmen ein hoher Wert ist. Es ist anzunehmen, dass es sich bei Biogasanlagen um bekannte Technologien handelt, was der Akzeptanz förderlich ist.
- **Ausbau von Biomasseheizkraftwerken:** hier ist die Zustimmung mit knapp 55% etwas geringer.
- **Stromspeicher:** die Zustimmung zu großen Batteriespeichern zur Speicherung von erneuerbarer Energie ist mit 78% sehr hoch.

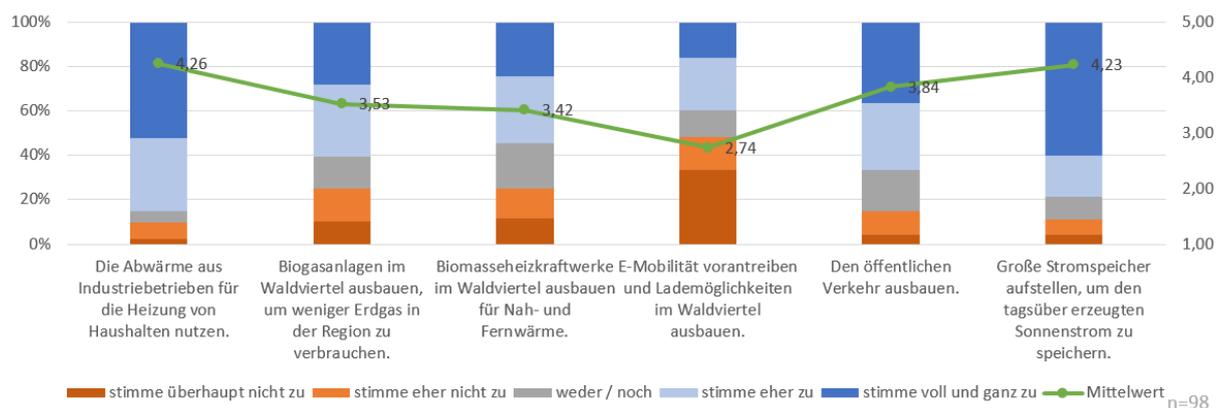


Abbildung 26: Zustimmung zu Maßnahmen im Reallabor

Zu gemeinschaftlichen Batteriespeichern wurde basierend auf den Ergebnissen aus der Befragung in Hollenbach zusätzlich ein semantisches Differential erstellt. Die folgende Abbildung bekräftigt das sehr positive Bild der dortigen Bevölkerung gegenüber gemeinschaftlichen Speicherlösungen. Lediglich bei der Sicherheit besteht bei einigen Befragten Skepsis, hier bedarf es an weiterer Wissensvermittlung in die Bevölkerung.

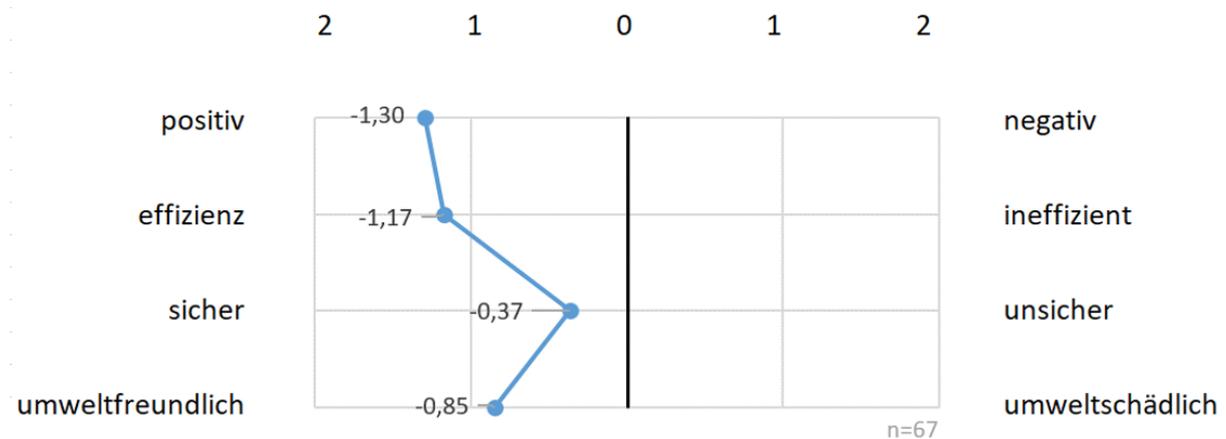


Abbildung 27: Semantisches Differential für gemeinschaftliche Batteriespeicher

Schlussfolgerungen aus der Nutzer*innenintegration

Die Ergebnisse der Erhebungen (Literaturrecherche und Empirie) zeigen, dass hohe Zustimmung für den Ausbau Erneuerbarer Energietechnologien im Waldviertel vorhanden ist, am geringsten ist diese für PV auf Freiflächen (wobei immer noch 50% sich dafür aussprechen).

Die befragten Bürger*innen sind der Meinung, dass sie im Bereich Mobilität am meisten schädliche Umweltauswirkung verursachen, sehen in diesem Bereich jedoch auch die größten Hürden zur Reduktion dieser Umweltauswirkung. Dabei wird als größtes Hindernis die unzureichende Abdeckung mit öffentlichen Verkehrsmitteln gesehen.

Am einfachsten fallen Verhaltensänderungen im Bereich Konsum. Auch hier besteht der Wunsch, die Verantwortung nicht auf die Konsument*innen zu übertragen, sondern verstärkt Hersteller und Händler in die Pflicht zu nehmen.

Die Umstellung von fossilen Heizsystemen hat bei den Befragten untergeordnete Bedeutung, trotz des teils hohen Alters vieler Anlagen. Da jedoch viele Haushalte mit Biomasse heizen, besteht keine Notwendigkeit zum Tausch. Dementsprechend gering ist auch das Wissen über Förderungen.

Beim Thema grünes Gas konnte ein allererstes Stimmungsbild eingeholt werden, das jedoch keinerlei Allgemeingültigkeit besitzt. So wird das Thema überwiegend positiv gesehen, die Mehrzahlungsbereitschaft und Motivation zu eigenen Nutzung ist jedoch gering.

Hinsichtlich verschiedener im Reallabor zu erprobender Maßnahmen ist der Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzes mit Abstand jene mit der höchsten Zustimmung, die Förderung von E-Mobilität jene mit der geringsten. Ausbau von Biogas- und Biomasseheizkraftanlagen finden sich gemeinsam mit industrieller Abwärmenutzung und kommunalen Batteriespeichern im Mittelfeld.

Um die Bevölkerungsgruppe der Jugendlichen mit den Maßnahmen im Reallabor Waldviertel zu erreichen, müssen nicht nur auf Ebene der Bürger*innen, sondern vor allem auf politischer &

wirtschaftlicher Ebene Maßnahmen gesetzt werden. Diese können eine Vorbildwirkung darstellen. Dasselbe gilt für interessierte Bürger*innen jeden Alters.

Die Jugendlichen haben eine positive Einstellung gegenüber erneuerbaren Energien und Bewusstsein für die Herausforderungen der Klima- und Energiekrise. Gesetzte Maßnahmen sollen ihren persönlichen Komfort jedoch nicht einschränken. Ausblick und Empfehlungen

- Empfehlungen für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
- Potenzial für Demonstrationsvorhaben (Chancen / Herausforderungen / Risiken bei der Realisierung / Umsetzung in Richtung Demonstrationsprojekt)

5.3. Analyse der energetischen Bereitstellungsoptionen- Zielsetzung: 100% erneuerbares Waldviertel

Zum Zeitpunkt des Projektstarts wurde ein Anteil von 41 % erneuerbarer Energie am gesamten Energiemix im Waldviertel festgehalten (vgl. Abbildung 28). Anhand dieser Berechnung können weitere Ziele für die Realisierung des Reallabors gesetzt werden, um bei Projektende die Voraussetzungen für eine zu 100 % mit erneuerbaren Energieträgern versorgtes Untersuchungsgebiet Waldviertel zu schaffen. Dieses dient aufgrund der Regionscharakteristika sowie der gewählten Maßnahmen als Blaupause für österreichweite Skalierungsanstrengungen.

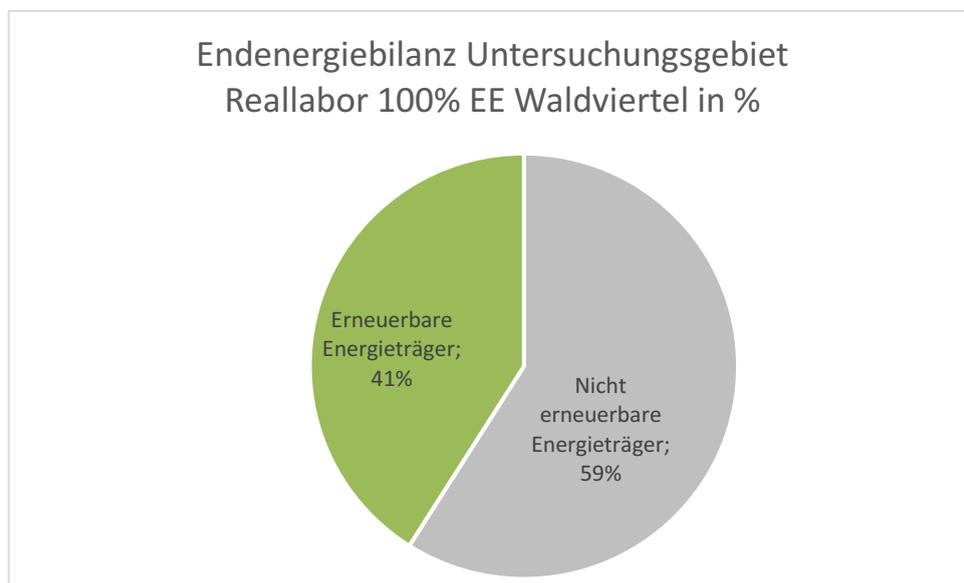


Abbildung 28: Anteil erneuerbarer Energie, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2022)

Zur Berechnung der erneuerbaren Energie der einzelnen Sektoren wurden folgende Primärenergieträger als erneuerbar eingestuft: Fernwärme, Scheitholz, biogene Brenn- und Treibstoffe, brennbare Abfälle, und Umgebungswärme. Der Energieträger elektrische Energie wurde separat unter Einbeziehung der lokalen Stromerzeugung im Untersuchungsgebiet und den österreichweiten Strommix berechnet und ergab insgesamt 15 % fossiler Erzeugung. Prozentual ist der Dienstleistungssektor mit 81,71 % erneuerbarer Energie der Spitzenreiter unter den fünf Sektoren. In absoluten Werten gesehen verbrauchen die privaten Haushalte mit 1623,7 GWh die meiste „grüne“ Energie, jedoch beläuft sich der

anteilige Wert auf lediglich 66,32 %. Im Verkehrssektor ist wenig verwunderlich der größte fossile Anteil beheimatet mit 93,17 %. Zusätzlich negativ wirkt sich hier der nach Absolutwerten höchste Energieverbrauch aus. Landwirtschaft und produzierender Bereich teilen sich in etwa beide 50:50 auf in fossile und erneuerbare Energie (vgl. Abbildung 29).

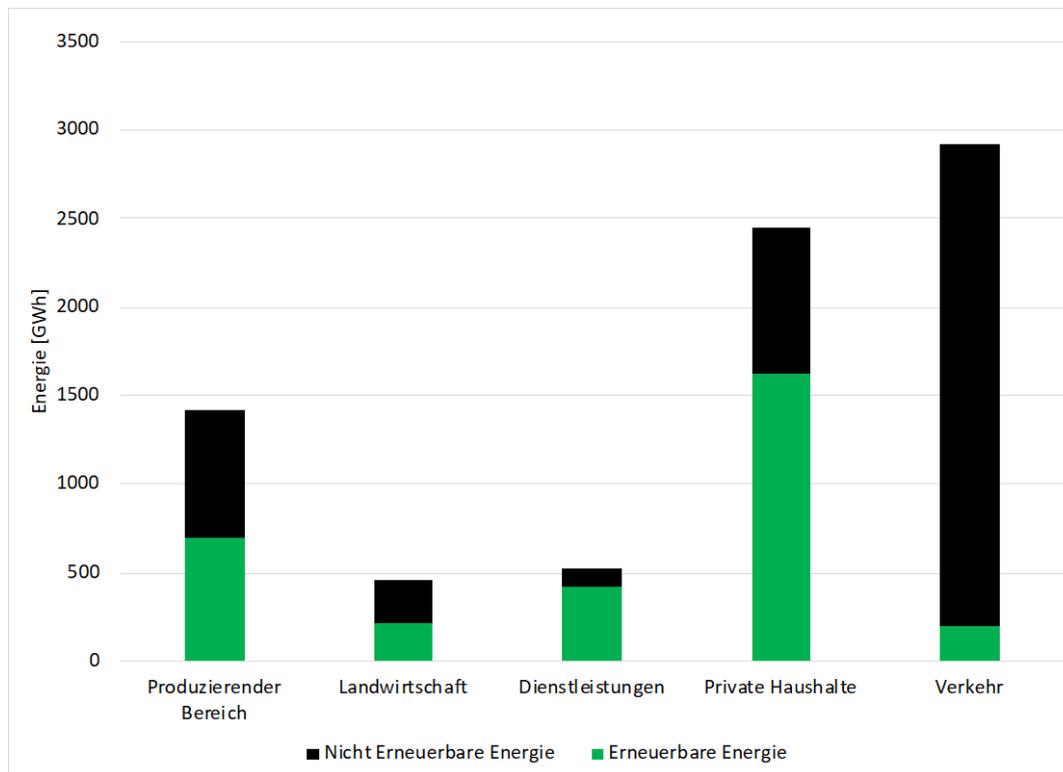


Abbildung 29: Anteil erneuerbarer Energie sektorweise, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2022)

5.3.1. Photovoltaik

PV Aufdachanlagen

Insgesamt belaufen sich die Potentiale der Auf-Dach-PV im Waldviertel auf 1371,7 GWh an elektrischer Energie pro Jahr. Das größte Kuchenstück ist bei den Wohnbauten zu holen mit knapp über 1200 GWh (vgl. Abbildung 30). Im Jahr 2020 generierten alle bereits installierten PV-Anlagen im Waldviertel in etwa 93 GWh (Sonnenplatz-Großschönau, 2020). In Folge daraus ergibt sich ein Restpotential von über 1000 GWh an jährlicher solar Energie, welches auf den Dächern des Waldviertels erschlossen werden kann.

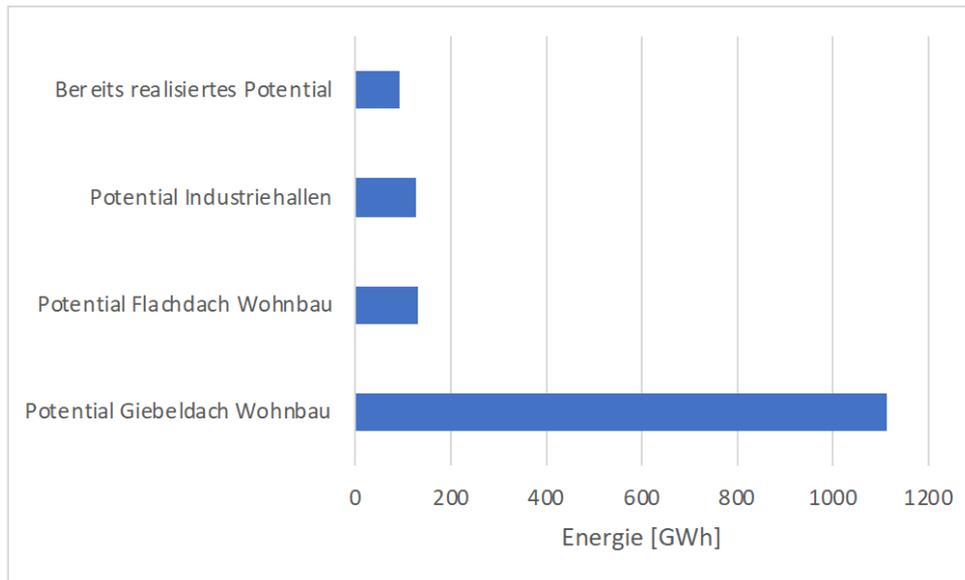


Abbildung 30: Potentiale Aufdach-PV

Agri-PV

Die erste Hochrechnung in Abbildung 31 würde den aktuellen Stromverbrauch von ganz Österreich überschreiten (82 TWh). Die Berechnung berücksichtigt jedoch nur das technisch mögliche Ausbauszenario und keine Netzbeschränkungen oder soziale Aspekte, die gegen einen Ausbau von Agri-PV sprechen. Nichtsdestotrotz ist enormes Potential auf den landwirtschaftlichen Nutzgründen in der Region, um ein 100% erneuerbares Waldviertel zu ermöglichen. Werden nur 0,1 % der möglichen Flächen realisiert entspräche dies einer zusätzlichen Energieerzeugung von 123,07 GWh im Jahr. Die Technologie kann auch rein in landwirtschaftlich schwachen Ertragsflächen zum Einsatz kommen, um kein Konkurrenzdenken zu entfachen. Um die diskutierten Aspekte zu berücksichtigen, müssen zu den theoretischen Potentialen Umsetzungsintensitäten zugeordnet werden (vgl. Tabelle 5). Diese berücksichtigen Bodenqualität und soziale Aspekte. Die Ermittlung und Auswertung der Indikatoren sind ein Aufgabengebiet bei der Weiterführung des Labors.

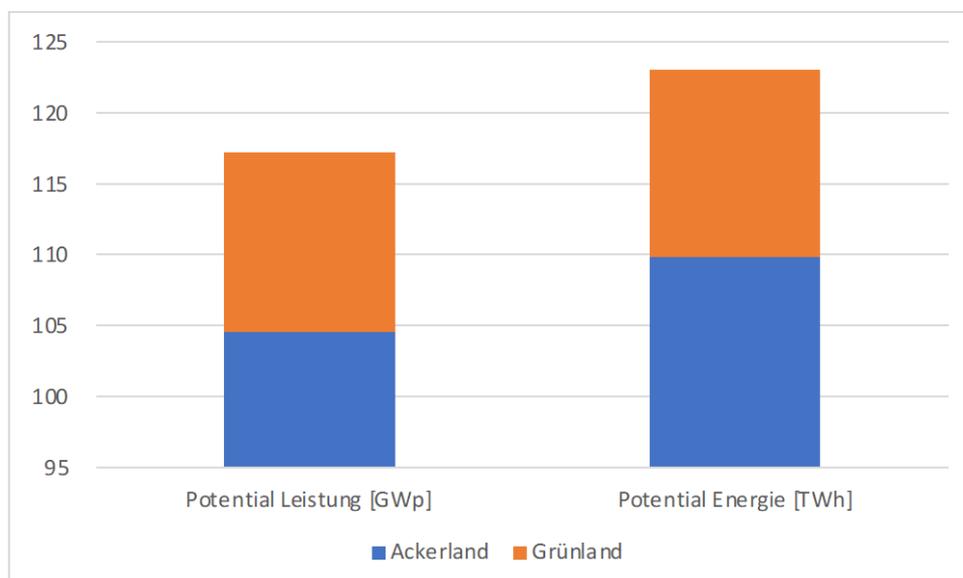


Abbildung 31: Potential Agri-PV

5.3.2. Biogas

Das Gesamtpotential an Biogas im Untersuchungsgebiet beläuft sich auf knapp über 146 Mio. Nm³ mit unterschiedlichen Methangehalten. Reines Methan kann in der Höhe von 83,5 Mio. Nm³ generiert werden. Bei einem durchschnittlichen Energiegehalt von 10 kWh/Nm³ für Methan, besteht ein Potential von über 835,43 GWh an erneuerbarer Energie, die dem Waldviertel zur Verfügung steht (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 7: Biogaspotential

	Biogaspotential [Nm³]	Methanpotential [Nm³]
Reststoffe der Pflanzenproduktion	54,027,192.00	28,156,996.70
Reststoffe der Tierproduktion	82,389,880.00	49,433,928.00
Biomüll	3,623,225.00	1,449,290.00
Lebensmittel im Restmüll	2,143,561.00	1,264,700.99
Grünschnitt	1,219,365.00	1,219,365.00
Klärschlamm	3,364,140.00	2,018,484.00
Summe	146,767,363.00	83,542,764.69

Das größte Potential im Bereich Biogas befindet sich in der Landwirtschaft. Die Reststoffverwertung in der Tierproduktion und Pflanzenproduktion beinhaltet nahezu die gesamten Kapazitäten. Biogene Abfälle und Klärschlamm sind trotzdem nicht zum Vernachlässigen, diese besitzen jeweils über 10 GWh an nutzbarer Energie (vgl. Abbildung 32).

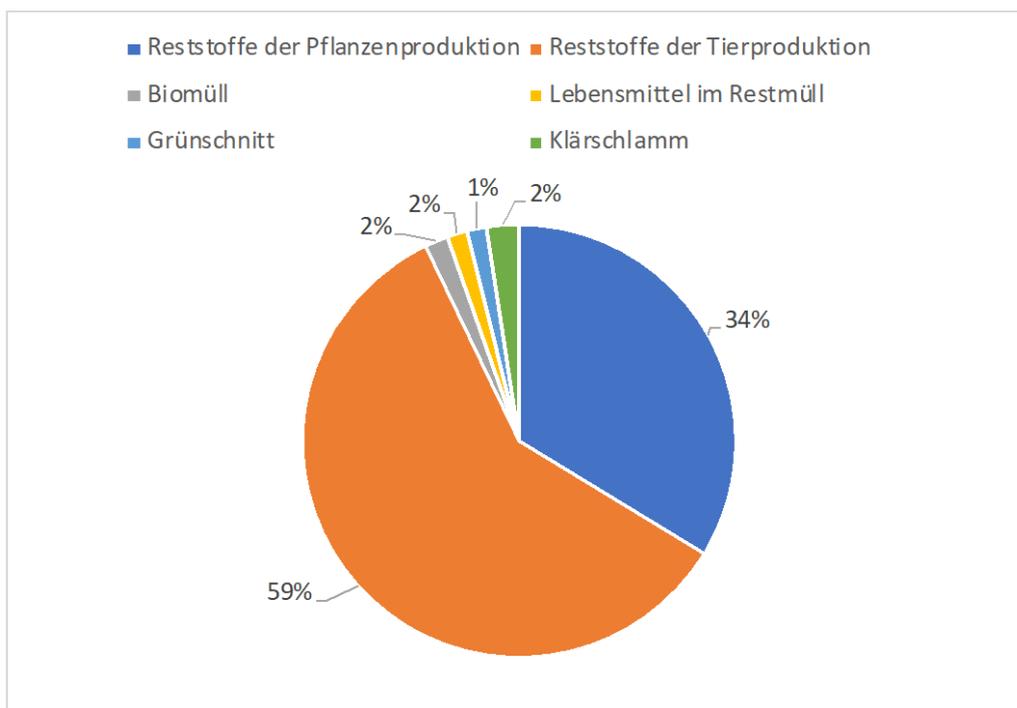


Abbildung 32: Biogasquellen im Vergleich

Zwischenfazit Biogas

Wichtig in der Potentialbetrachtung ist, dass die Abfallprodukte, die zur Berechnung verwendet worden sind, nicht in Konkurrenz stehen mit weiteren Anwendungsmöglichkeiten. Am Beispiel der tierischen Abfallprodukte, diese wirken nach der Biogasifizierung noch immer als Düngemittel (Bur, 2017). Ausnahme bilden hier nur die Reststoffe der Pflanzenproduktion, jedoch wurde ein Korrekturfaktor von 40 % bei der Abschätzung berücksichtigt. Fehlende Potentiale verbergen sich noch im betrieblichen Klärschlamm sowie in tierischen Abfällen der Lebensmittelproduktion.

5.4. Analyse der Energieverwendung im Untersuchungsgebiet: Forcierung erneuerbarer Energiegemeinschaften

Um die Energiemengen aus vorhin beschriebenen erneuerbaren Energiequellen in der Untersuchungsregion zu den Konsument*innen zu bringen, ist Anwendung innovativer Energiekonsumpfade unumgänglich. Aus diesem Grunde wurden erneuerbare Energiegemeinschaften im Untersuchungsgebiet einer gesonderten Analyse unterzogen.

In nachfolgende Kapitel werden die Ergebnisse der Simulation verschiedener Ausprägungen von erneuerbaren Energiegemeinschaften grafisch dargestellt und interpretiert. Zur besseren Lesbarkeit wurde ein erweiterter Szenariename verwendet. Beim Szenarienset ProLe wurde an den Szenariennamen die Anzahl der Prosumer, die Größe der PV-Anlage des Gewerbebetriebes in kW sowie die Größe des Speichers in kWh angehängt. Beim Szenarienset ProLeCo an den Szenariennamen wurde die Anzahl der Prosumer, die Anzahl der Consumer, die Größe der PV-Anlage des Lebensmittelgeschäftes in kW sowie die Größe des Speichers in kWh angefügt.

Ergebnisse Szenarienset 1 – ProLe

Nachfolgende Abbildung zeigt Netzbezug, Netzeinspeisung sowie Direktnutzungsanteile der unterschiedlichen Szenarien. Es ist zu erkennen, dass mit steigender Anzahl an Prosumern und somit mit steigender Anzahl an Photovoltaikleistung der Netzbezug der EEG abnimmt. Szenario 4 weist dabei den geringsten Netzbezug auf. Dies ist unter anderem auf den vorhandenen Speicher sowie die vorhandene PV-Anlagen beim Gewerbebetrieb zurückzuführen.

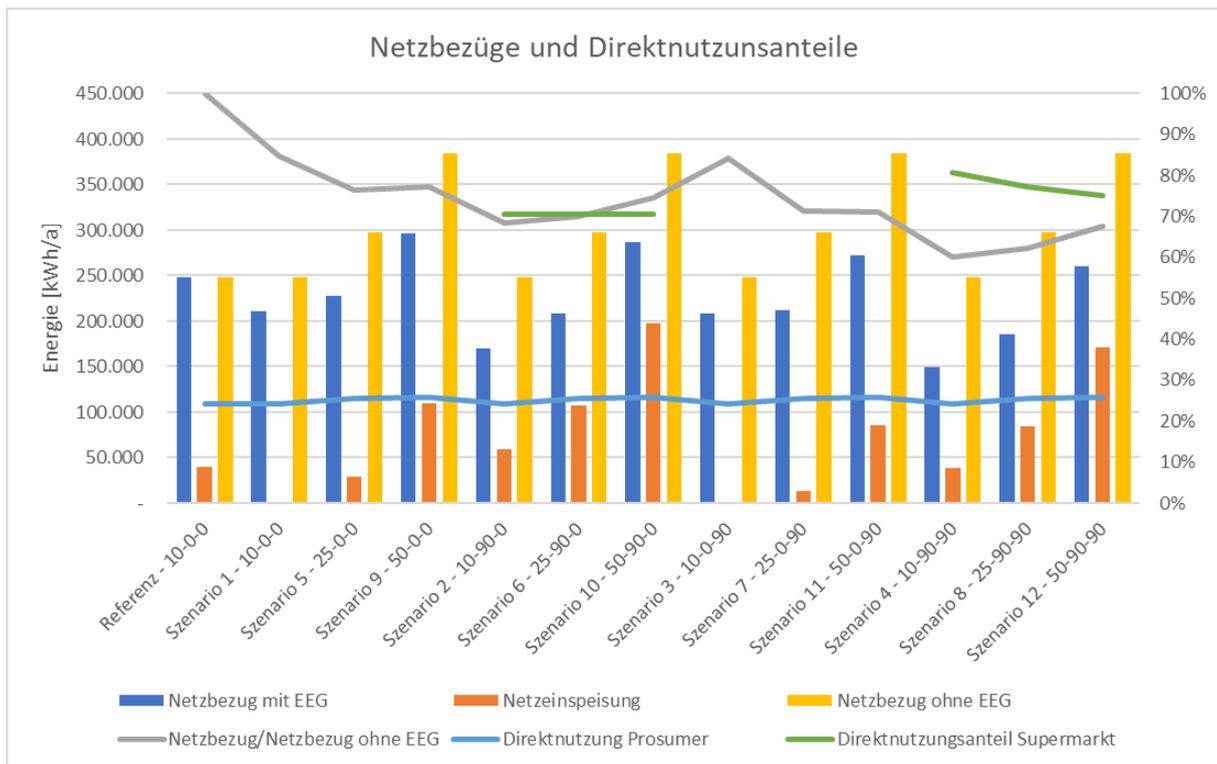


Abbildung 33: Szenarienset ProLe – Netzbezug, Netzeinspeisung sowie Direktnutzungsanteile

Vorangegangene Abbildung zeigt die Eigenverbrauchsanteile der Teilnehmer*innen der erneuerbaren Energiegemeinschaft. Eigenverbrauch wird hier so definiert, dass nicht nur der direkt vom Erzeuger verbrauchte PV-Strom berücksichtigt wird, sondern auch jener Anteil der von anderen Pro-/Consumern verbraucht wird.

Es ist zu erkennen, dass in Szenarien mit wenigen Prosumern und vergleichsweise geringer installierter Photovoltaikleistung, der Eigenverbrauchsanteil der EEG bis zu 100 % betragen kann. Weiters ist zu erkennen, dass mit steigender Anzahl an Prosumern, der Eigenverbrauchsanteil der Prosumer abnimmt. Dies ist damit zu begründen, dass mit steigender installierter Leistung, auch der Überschuss an PV-Energie der Prosumer zunimmt, der Verbrauch in der EEG jedoch gleich bleibt. Dies ist für eine Struktur wie jener im Untersuchungsgebiet vorteilhaft und kann im Rahmen der Einreichung des Reallabors sowie Leitprojekts detailliert an die Konsument*innen in der Region kommuniziert werden.

Weiters ist ersichtlich, dass durch Installation eines Speichers der Eigenverbrauchsanteil der EEG, der Prosumer und des Gewerbebetriebes erhöht werden kann. Eine installierte Photovoltaikanlage an einem fiktiven Lebensmittelgeschäft in der Untersuchungsregion hingegen sorgt dafür, dass der Eigenverbrauchsanteil geringer ausfällt, dies ist auf die, im Verhältnis zu den installierten Leistungen bei den Prosumern, große Leistung der Anlage zurückzuführen. Zudem produziert die Anlage eines

Lebensmittelgeschäftes zur selben Zeit wie die Anlagen der Prosumer, was dazu führt, dass der dort überschüssige Strom aus den Photovoltaikanlagen nicht in der EEG genutzt werden kann.

In jenen Szenarien, in denen lediglich PV-Anlagen bei den Prosumern vorhanden sind, ist der Eigenverbrauchsanteil der EEG mit dem der Prosumer ident, da es keine weiteren Erzeuger gibt.

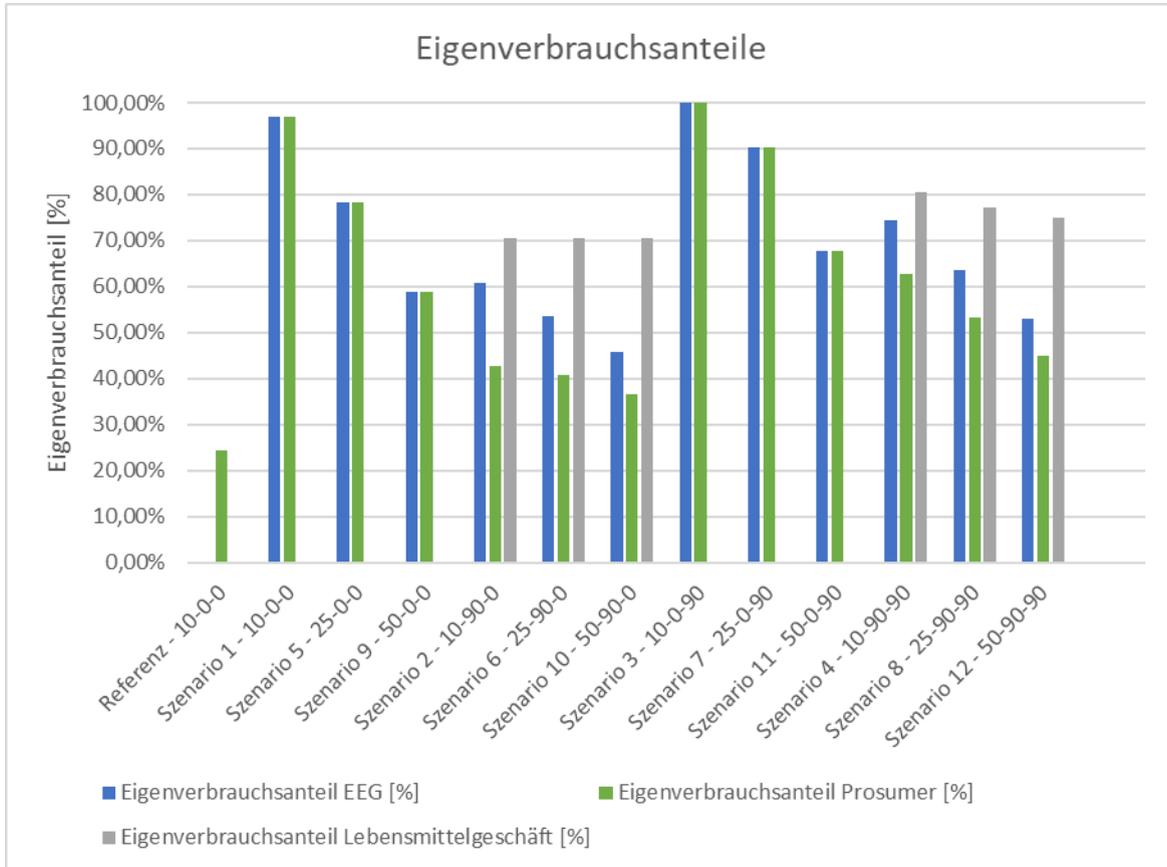


Abbildung 34: Szenarienset ProLe - virtuelle Eigenverbrauchsanteile der Teilnehmer*innen

Die Abbildung „Szenarienset ProLe - virtuelle Eigenverbrauchsanteile der Teilnehmer*innen“ stellt die Kosten der einzelnen Teilnehmer*innen je Szenario dar. Es ist zu erkennen, dass mit steigender Anzahl an Prosumern, die Kosten der Prosumer im Vergleich zu Szenario 1 steigen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit steigender Anzahl an Teilnehmer*innen pro Teilnehmer*in weniger Strom abgegeben werden kann.

Aus Sicht des Lebensmittelgeschäfts ist es hinsichtlich der Kosten von Vorteil, wenn möglichst viele Prosumer Teil der EEG sind, da mehr Energie, zu günstigeren Konditionen bezogen werden kann. Eine installierte PV-Anlage am Lebensmittelgeschäft sorgt dafür, dass die Anzahl der Prosumer, eine geringere Auswirkung auf die Kosten des Lebensmittelgeschäftes hat. Dies ist darauf zurückzuführen,

dass alle Anlagen der EEG zur selben Zeit produzieren und der größte Teil der Kosten bereits mit dem eigens erzeugten Strom verringert werden können.

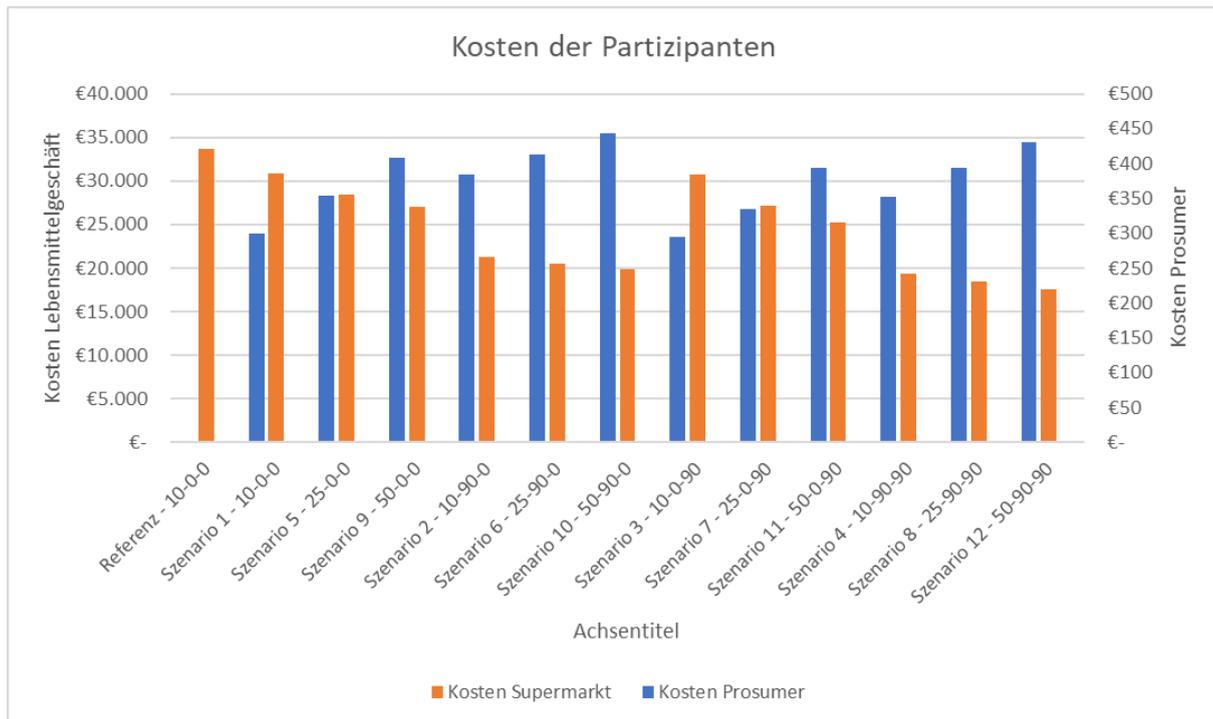


Abbildung 35: Szenarioset ProLe – Kosten der Teilnehmer*innen

Vorangegangene Abbildung zeigt die möglichen Einsparungen der einzelnen Teilnehmer*innen. Es ist zu erkennen, dass für die teilnehmenden Prosumer die größte Einsparung bei möglichst geringer Gesamtanzahl an Prosumern sowie einem Stromspeicher beim Lebensmittelgeschäft möglich sind. Beim Lebensmittelgeschäft hingegen können die größten Einsparungen bei möglichst vielen Prosumern, sowie einer eigenen PV- und Batterieanlage erzielt werden.

Weiters ist zu erkennen, dass je höher der Eigenverbrauchsanteil der Prosumer ist, umso höher fallen die Einsparungen derselbigen aus. Dies ist mit der geringeren Einspeisevergütung im Vergleich zu den Erlösen aus dem Verkauf von Strom in der EEG zu begründen.

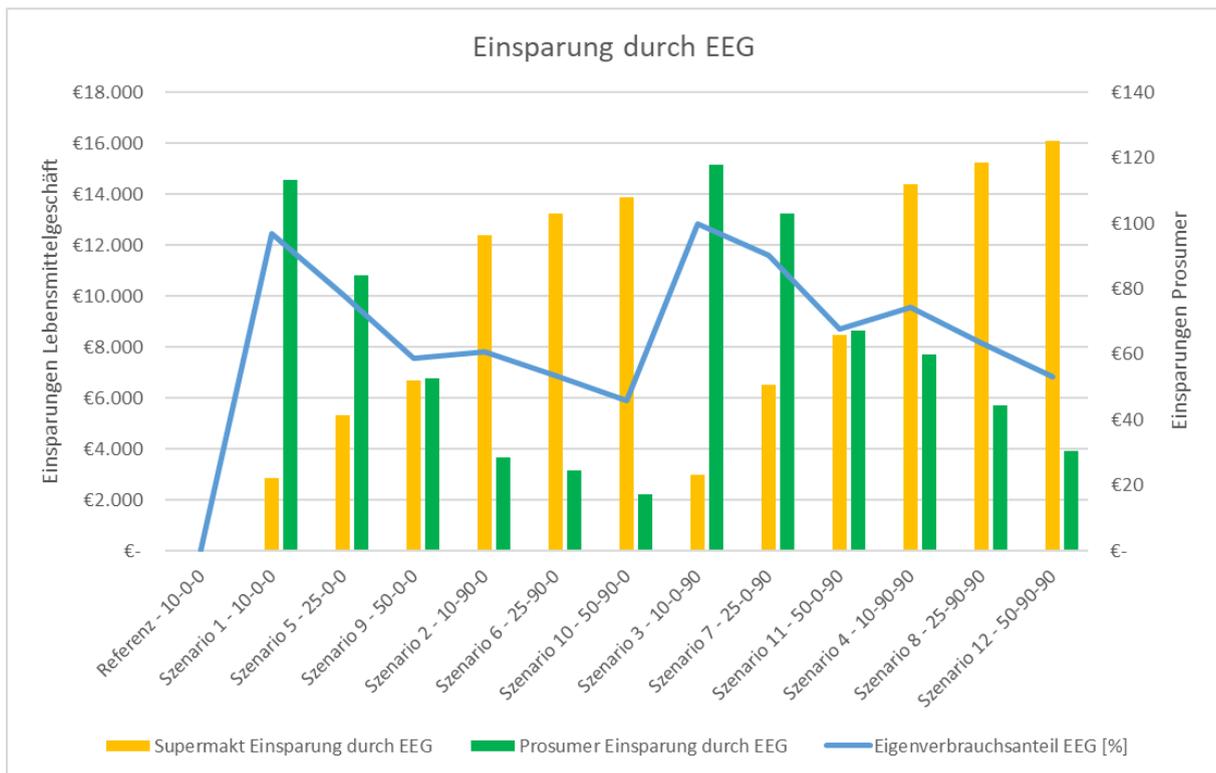


Abbildung 36: Szenarienset ProLe – Einsparungen durch EEG (eigene Darstellung)

Szenarienset 2 – ProLeCo

Die Übersicht in „Szenarienset ProLe – Einsparungen durch EEG“ zeigt Netzbezug, Netzeinspeisung sowie Direktnutzungsanteile der unterschiedlichen Szenarien. Es ist zu erkennen, dass mit steigender Anzahl an Consumer sowie Prosumer in jedem Szenario der Netzbezug steigt. Parallel dazu kann die aus der EEG in das Netz eingespeister Energie mit zunehmender Anzahl an Consumern reduziert werden. Das Szenario mit dem geringsten Netzbezug durch die erneuerbaren Energiegemeinschaft ist Szenario 12. Hier ist zu erkennen, dass aufgrund der hohen Anzahl an Prosumern und Consumern nur 70 % der ursprünglichen Energie vom Reststromlieferanten bezogen werden müssen. Dies ist auch auf den verbauten Stromspeicher zurückzuführen.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Eigenverbrauchsanteile der Teilnehmer*innen der erneuerbaren Energiegemeinschaft in Prozent. Es ist zu erkennen, dass die größten Eigenverbrauchsanteile dann auftreten, wenn eine geringe Anzahl an installierter PV-Leistung einer großen Anzahl an möglichen Abnehmern*innen gegenübersteht. Wobei wieder zu beobachten ist, dass ein installierter Speicher die Eigenverbrauchsanteile erhöht bzw. die PV-Anlage des Lebensmittelgeschäftes die Eigenverbrauchsanteile der EEG sowie der Prosumer verringert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in jenen Momenten, in denen Energie von den PV-Anlagen zu Verfügung steht, alle PV-Anlagen einen Überschuss aufweisen und somit alle Verbraucher in diesem Moment (zumindest teilweise) abgedeckt sind und ins Netz eingespeist werden muss. Anders als im Szenarienset 1 steigt der Eigenverbrauchsanteil des Lebensmittelgeschäftes zwischen den Szenarien 4 und 24 (Reihenfolge laut Abbildung 38) an. Dies liegt daran, da im Szenarienset 1 ProLe der Speicher ebenfalls mit PV-Energie der Prosumer geladen werden konnte. Dadurch konnte es vorkommen, dass das Lebensmittelgeschäft seine eigene PV-Energie weniger nutzen konnte. Dies ist zwar in Szenarienset 2 ProLeCo weiterhin möglich,

jedoch kann nun der überschüssige Strom des Lebensmittelgeschäfts in der EEG weiterhin genutzt werden und muss nicht an den Reststromlieferanten verkauft werden.

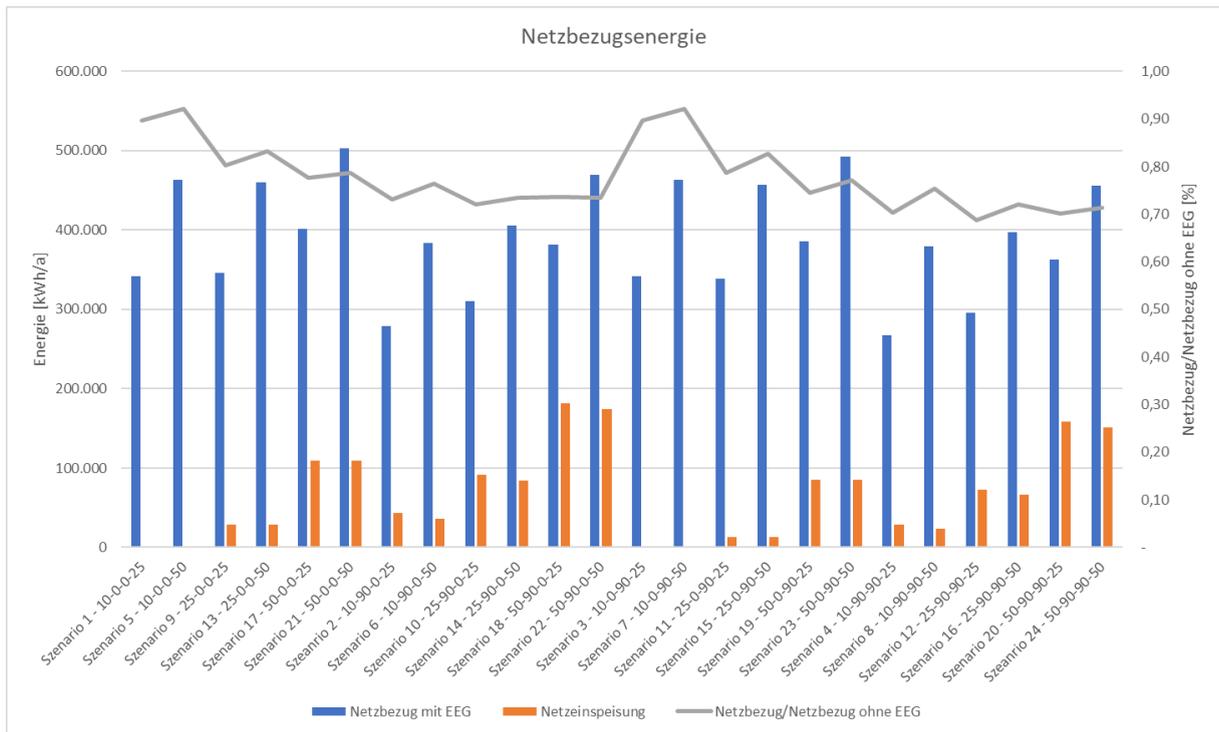


Abbildung 37: Szenarienset ProLeCo - Szenarienset ProLe – Netzbezug, Netzeinspeisung sowie Direktnutzungsanteile

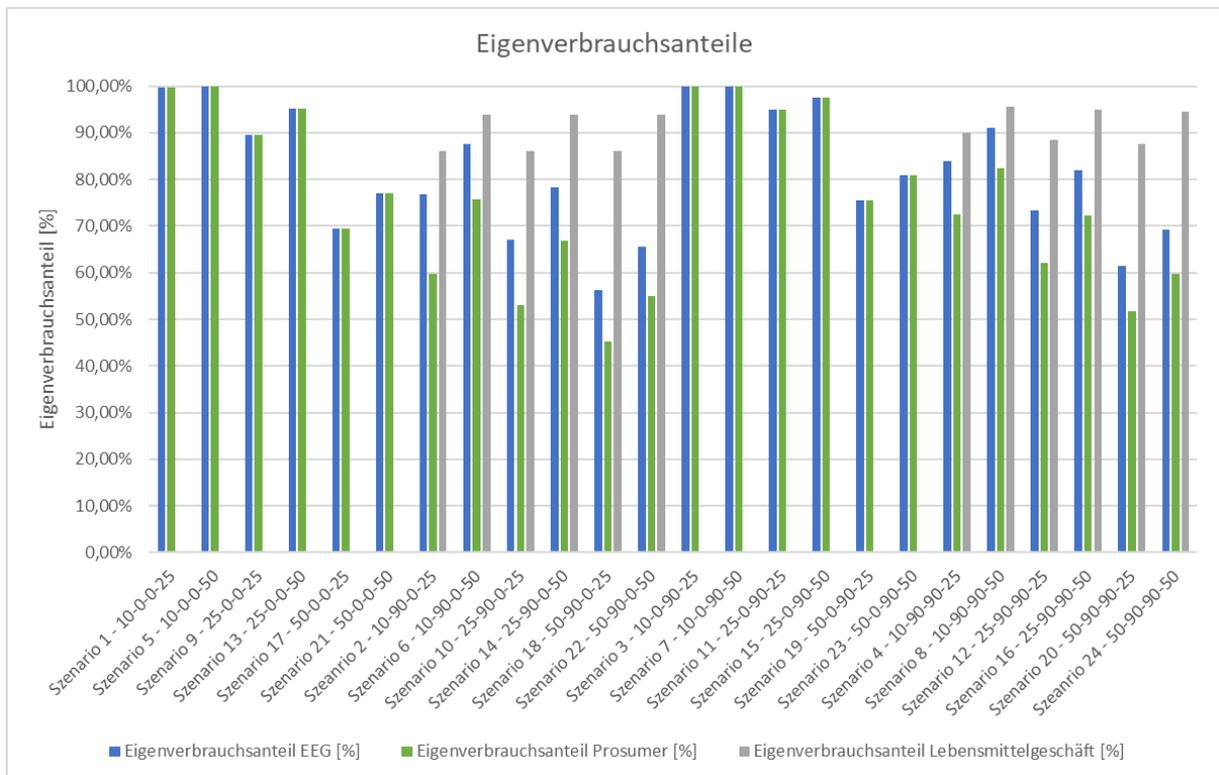


Abbildung 38: Szenarienset ProLeCo - Eigenverbrauchsanteile

Vorangegangene Abbildung zeigt die Kosten der einzelnen Teilnehmer*innen der erneuerbaren Energiegemeinschaft. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die Kosten für das Lebensmittelgeschäft am geringsten bei Szenarien mit vielen Prosumern und Consumern ausfallen, da dort die meiste Energie zu den wirtschaftlich besten Konditionen aus der EG bezogen bzw. im Falle einer eigenen PV-Anlage weiter verkauft werden kann. PV-Anlage und Batteriespeicher wirken kostensenkend, wobei ein Speichersystem nur eine verhältnismäßig geringere Reduktion der Kosten im Vergleich zur PV-Anlage bringt.

Die Kosten der Prosumer belaufen sich in allen Szenarien auf etwa 300 bis 400 €/a wobei die Kosten mit steigender Anzahl an Prosumern steigen bzw. mit steigender Anzahl an Consumern sinken. Die Kosten der Consumer schwanken bei steigender Anzahl an Prosumern stärker als die Kosten der Prosumer. Es kann beobachtet werden, dass die Kosten der Consumer bei steigender Anzahl an Photovoltaikanlagen in der erneuerbaren Energiegemeinschaft geringer ausfallen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass alle PV-Anlagen ähnliche Erzeugungsprofile haben und bei einer erhöhten Anzahl an Photovoltaikanlagen mehr Überschuss an Strom übrigbleibt, welcher dann an die Consumer weiterverkauft werden kann.

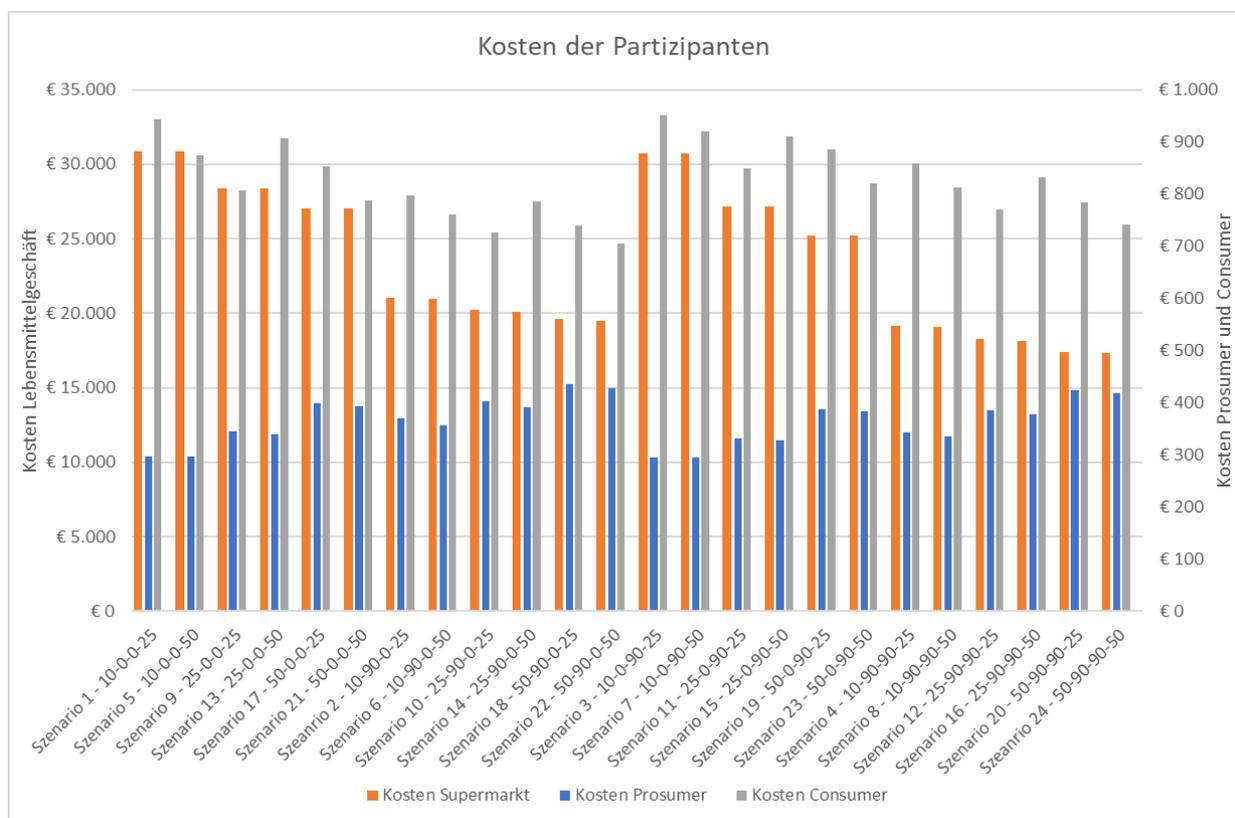


Abbildung 39: Szenarienset ProLeCo – Kosten der Teilnehmer*innen

Die Darstellung in „Szenarienset ProLeCo Kosten der Teilnehmer*innen“ zeigt die Einsparungen der Teilnehmer*innen, welche durch die Teilnahme an der erneuerbaren Energiegemeinschaft erzielt werden können. Es kann beobachtet werden, dass für das Lebensmittelgeschäft Einsparungen bis zu 16.000 €/a möglich sind (Szenario 24). Weiters ist ersichtlich, dass bereits ohne Investition des Supermarktes in eine Photovoltaikanlage oder Batteriespeichers, Einsparungen bis zu 6.500 €/a möglich sind (Szenario 17 und 21).

Auf die Einsparungen der Prosumer wirkt sich die Anzahl der Consumer nur geringfügig aus. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Lebensmittelgeschäft als angenommener Initiator der

Energiegemeinschaft, zuerst seinen Strom an die Consumer und erst anschließend die Prosumer mit den Consumern Strom handeln dürfen.

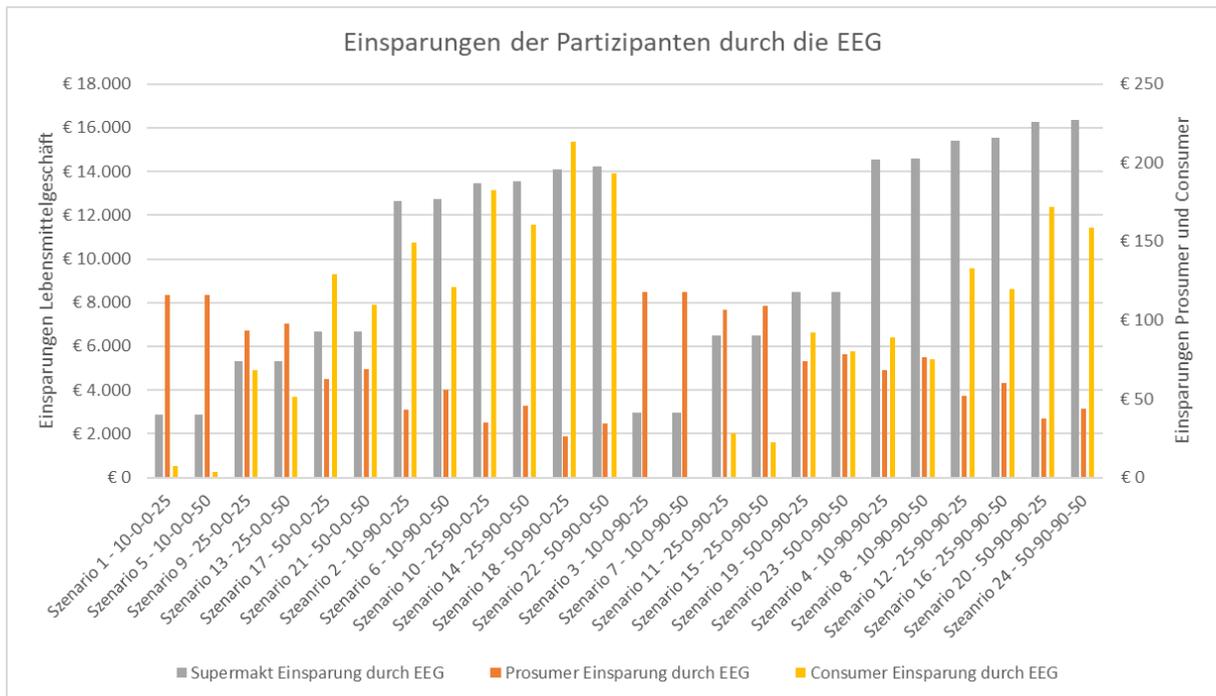


Abbildung 40: Szenarioset ProLeCo – Einsparung der Partizipanten (eigene Darstellung)

5.4.1. Fazit und Schlussfolgerungen Energiegemeinschaften in der Untersuchungsregion

Zusammenfassend lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die Teilnahme an einer EEG hat für alle Teilnehmer*innen Vorteile.
- Bei den Consumern kann im Idealfall ein Einsparungspotential von mehr 200 €/a realisiert werden.

Durch die angewandte Verteilungsstrategie profitiert der Gewerbebetrieb mit Abstand am meisten von der Teilnahme an einer EEG. Während einzelne Prosumer sich durch die Teilnahme EEG nur in etwa 118 €/a sparen können, kann ein Lebensmittelgeschäft ohne jegliche Investitionen bis zu 6.660 €/a sparen. Werden Investitionen getätigt und zusätzlich Consumer in die EEG integriert, kann ein Lebensmittelgeschäft über 16.000 €/a einsparen. Höhere TeilnehmerInnen-Zahlen haben auf die Einsparungen des Lebensmittelgeschäfts ebenfalls einen positiven Einfluss, da bei mehr Prosumern mehr Energie günstig zugekauft werden kann und bei mehr Consumern, vermehrt Energie verkauft werden kann.

Die Anschaffung eines Speichers ist für das Lebensmittelgeschäft sowohl mit als auch ohne PV-Anlage wirtschaftlich sinnvoll. Für die Prosumer ist der Stromspeicher des Lebensmittelgeschäftes jedoch nur dann vorteilhaft, wenn diese keine PV-Anlage installiert hat. Nur dann können die Prosumer nämlich noch mehr Energie an das Lebensmittelgeschäft verkaufen. Für die Consumer wirkt sich die Anschaffung eines Speichers negativ aus, da das Lebensmittelgeschäft und die Prosumer nun die Energie in den Speicher laden, statt diesen den Consumern billig zu verkaufen. Dadurch sinkt das Einsparungspotential der Consumer. Das alleinige Anschaffen einer PV-Anlage hat jedoch ein größeres Einsparungspotential

für das Lebensmittelgeschäft als das alleinige Anschaffen eines Batteriespeichers. Zusammenfassend, ist die Forcierung von Energiegemeinschaften hinsichtlich der im Untersuchungsgebiet angestrebten raschen Energiewende ein wichtiger Baustein, um, bei vorhandener Netzinfrastruktur, hohe regionale Verbrauchsmuster sicherzustellen und damit das Gesamtvorhaben „100% erneuerbare Energie Waldviertel“ zu unterstützen.

6 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann die Sondierungsphase des Reallabors mit einem breiten Spektrum an Erkenntnisgewinnen für die Region abgeschlossen werden. Abgedeckt wurden sowohl rein technische Aspekte wie die Durchführungsanalyse von Energiegemeinschaften als auch soziale Aspekte, die die Bereitschaft zur Energiewende im Untersuchungsgebiet untersuchten. So wurden drei primär zu untersuchende Technologien als Potentialträger für die Untersuchungsregion festgehalten und im Detail analysiert: (a) Nicht-konventionelle PV, (b), Biogas, (c) Nahwärme.

Die Ergebnisse lassen keine Zweifel an einer Fortführung des Projekts in Form des Labors sowie eines Leitprojekts aufkommen. Das Hauptaugenmerk mit Zielsetzung auf der Integration von Energiegemeinschaften und dem verstärkten Ausbau von PV mit Doppelnutzungscharakter sowie der Forcierung von pflanzlicher und forstlicher Biomasse stimmt mit den Gegebenheiten in der Untersuchungsregion überein. Aus rein technischer Sicht kann auf einen großen Schatz an Ressourcen zur Energiebereitstellung zurückgegriffen werden, wie die Potentialanalyse zeigt. Die rechtlichen Schritte sowie die monetäre Betrachtung bei der Errichtung von Energiegemeinschaften wurde genauestens analysiert und berechnet, um bei der Abwicklung von neuen Gemeinschaften auf einen großen Pool an Ist-Daten zurückgreifen zu können. Dem Ziel eines 100 % erneuerbaren Waldviertels steht somit aus technischer Hinsicht nichts im Wege.

Die soziale Akzeptanz in der Untersuchungsregion konnte durch diverse Workshops und Umfragen, die im Laufe des Sondierungsprojekts durchgeführt wurden, erhoben werden. Die Ergebnisse widerspiegeln eine allgemeine positive Stimmung hin zu erneuerbaren Technologien, die die Energiewende vorantreiben. Viele Einwohner*innen haben das Bestreben sich aktiv daran zu beteiligen und Selbstinitiative zu ergreifen in der Form von Beteiligungen und Selbstinvestitionen. Nichtsdestotrotz bestehen auch Zweifel in der Bevölkerung, die bei der Weiterführung des Projekts beseitigt werden sollen durch aktives Aufklären und Bereitstellung von Hilfsdiensten.

Zusammenfassend kann die Untersuchungsregion Waldviertel somit eine wichtige „Energiewende-Blaupause“ für verschiedene österreichische Regionen mit ähnlicher Struktur bieten. Die gemischte Struktur von ländlichen und städtischen (insbesondere durch die Integration des urbanen Zentrums Krems) ermöglicht weiters die Entwicklung wichtiger gesellschaftlicher Maßnahmen, um die angestrebte Energiewende rasch und gemeinsam mit den Nutzer*innen umsetzen zu können.

7 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grafische Illustration des Untersuchungsgebiets, eigene Darstellung angelehnt an (Landesregierung, 2022).....	13
Abbildung 2: Verbaute Fläche im Untersuchungsgebiet, eigene Darstellung angelehnt an (EU-Horizon, 2022).....	19
Abbildung 3: Hoch aufgeständerte Agri-PV (Scharf, 2021)	21
Abbildung 4: Vertikal aufgeständerte Anlage (Scharf, 2021).....	22
Abbildung 5: Feldstücknutzungsart, eigen Darstellung angelehnt an (AMA, 2022)	23
Abbildung 6: Methanpotential pflanzliche Reststoffe	25
Abbildung 7: Nutztierzahl, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2010).....	26
Abbildung 8: Grünschnitt und Biomüll, eigene Darstellung angelehnt an (eNu, 2021).....	27
Abbildung 9: Biogaspotential biogener Abfälle eigene Darstellung angelehnt an (eNu, 2021) & (ru3, 2023)	28
Abbildung 10: Nahwärmenetz (tab, 2023).....	29
Abbildung 11: EEG Inbetriebnahme-Phasen (eigene Darstellung).....	33
Abbildung 12: Ablauf der Anbindung an die EDA-Portal, eigene Darstellung, (Quelle: modifiziert übernommen aus (EDA 2022b)).....	34
Abbildung 13: Datenaustausch zwischen einzelnen EEG-Stakeholder*innen auf der EDA-Portal (EDA 2022d)	35
Abbildung 14: Rechnungslegung innerhalb der EEG, (Quelle: modifiziert übernommen aus (Österreichs Energie 2022, S. 5)).....	36
Abbildung 15: Symbolfoto KPI.....	38
Abbildung 16: Zustimmung zu einem EE-Projekt in der Nähe der Gemeinde nach Bundesländern (Hampel et al. 2020, S.11).....	40
Abbildung 17: adaptiert nach (Schweizer-Ries et al., 2010)	42
Abbildung 18: Art der aktuellen vs. präferierten Heizungsart (INTEGRAL 2022, S19).....	45
Abbildung 19: Gewünschte vs. installierte Heizsysteme in Deutschland (co2online 2021)	45
Abbildung 20: Zustimmung zu Erzeugungsanlagen in der Nähe der eigenen Wohnumgebung (1)	46
Abbildung 21: Zustimmung zu Erzeugungsanlagen in der Nähe der eigenen Wohnumgebung (2)	46
Abbildung 22: Hürden aus Sicht der Bevölkerung für privaten PV-Ausbau	47
Abbildung 23: Anpassungsschwierigkeit und CO2 Ausstoß (n=70).....	47
Abbildung 24: Hindernisse für einen Heizungstausch.....	49
Abbildung 25: Meinungen zu grünem Gas.....	50
Abbildung 26: Zustimmung zu Maßnahmen im Reallabor.....	50
Abbildung 27: Semantisches Differential für gemeinschaftliche Batteriespeicher.....	51
Abbildung 28: Anteil erneuerbarer Energie, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2022)52	

Abbildung 29: Anteil erneuerbarer Energie sektorweise, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2022)	53
Abbildung 30: Potentiale Aufdach-PV	54
Abbildung 31: Potential Agri-PV	55
Abbildung 32: Biogasquellen im Vergleich	55
Abbildung 33: Szenarienset ProLe – Netzbezug, Netzeinspeisung sowie Direktnutzungsanteile	57
Abbildung 34: Szenarienset ProLe - virtuelle Eigenverbrauchsanteile der Teilnehmer*innen.....	58
Abbildung 35: Szenarioset ProLe – Kosten der Teilnehmer*innen	59
Abbildung 36: Szenarienset ProLe – Einsparungen durch EEG (eigene Darstellung).....	60
Abbildung 37: Szenarienset ProLeCo - Szenarienset ProLe – Netzbezug, Netzeinspeisung sowie Direktnutzungsanteile	61
Abbildung 38: Szenarienset ProLeCo - Eigenverbrauchsanteile.....	61
Abbildung 39: Szenarienset ProLeCo – Kosten der Teilnehmer*innen.....	62
Abbildung 40: Szenarioset ProLeCo – Einsparung der Partizipanten (eigene Darstellung)	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Betriebe produzierender Bereich im Kontrollgebiet, eigene Darstellung angelehnt an (Hemetsberger, 2020)	16
Tabelle 2: Berechnung Indikator 3 für prod. Bereich, eigene Darstellung angelehnt an (Hemetsberger, 2020), (Statistik-Austria, 2022).....	16
Tabelle 3: Berechnung Indikator 3 für Dienstleistungssektor, eigene Darstellung angelehnt an (Statistik-Austria, 2022c)	17
Tabelle 5: Korrekturfaktor Umsetzungsintensität.....	24
Tabelle 6: Anbaufläche und Strohverhältnis, eigen Darstellung angelehnt an (AMA, 2022).....	25
Tabelle 7: Biogasertrag aus tierischen Reststoffen	26
Tabelle 8: Biogaspotential	55
Tabelle 10: Beispiel für die Beschreibung der Daten, welche im Rahmen des Projekts verwendet werden	75
Tabelle 11: Beispiel für die Beschreibung der Daten, welche im Projekt generiert werden	75
Tabelle 12: Beispiel für die Beschreibung der Metadaten im Projekt.....	76

Literaturverzeichnis

- co2Online (2021) Umfrage: Wärmepumpe statt Gasheizung gewünscht. <https://www.co2online.de/service/news/beitrag/umfrage-waermepumpe-statt-gasheizung-gewuenscht-23023/>, 27.9.2022.
- Dena (2022). Daten zu Gebäuden und Wärmeerzeuger. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/Praesentation_PG_Umfrage_Waermepumpe_final.pdf, 27.9.2022.
- Ebers Broughel, A., & Hampl, N. (2018). Community financing of renewable energy projects in Austria and Switzerland: Profiles of potential investors. *Energy Policy*, 123, 722–736. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.054>
- EY (2022). Energiepreisbarometer 2022. https://www.ey.com/de_at/forms/download-forms/2022/at-energiepreisbarometer-2022, 3.10.2022.
- Friedl, C., & Reichl, J. (2016). Realizing energy infrastructure projects – A qualitative empirical analysis of local practices to address social acceptance. *Energy Policy*, 89, 184–193. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.11.027>
- Greenpeace in Zentral und Osteuropa (2022). Factsheet Umfrage Fossiles Gas. Daten & Fakten zu fossilem Gas, Gasheizungen und Status der österreichischen Wärmewende in den Bundesländern. https://greenpeace.at/uploads/2022/07/20220524_fs_mutter-erde_-gas-in-osterreich-factsheet.pdf, 27.9.2022.
- Hampl, N., Hoffmann, W., Sposato, R., Marterbauer, G., Nowshad, A., Strebl, M., & Salmhofer, A. (2020). Erneuerbare Energien in Österreich—Der jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien [Report]. Institut für Produktions -, Energie und Umweltmanagement, Alpen Adria Universität Klagenfurt; Institut für Strategisches Management, Wirtschaftsuniversität Wien; Deloitte Österreich; Wien Energie.
- Hampl, N., Sposato, R., Marterbauer, G., Nowshad, A., Strebl, M., & Salmhofer, A. (2021). Erneuerbare Energien in Österreich—Der jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien. Institut für Produktions -, Energie und Umweltmanagement, Alpen Adria Universität Klagenfurt; Institut für Strategisches Management, Wirtschaftsuniversität Wien; Deloitte Österreich; Wien Energie.
- Höher, M., & Strimitzer, L. (2020). Regionale Biomasseheizkraftwerke—Quantitative und qualitative Analyse der Bedeutung von Biomasseheizkraftwerken für ländliche Regionen anhand von drei Beispielanlagen im Waldviertel (S. 54). Austrian Energy Agency.
- INTEGRAL Markt- und Meinungsforschungsges. m.b.H. (2022). Mutter Erde Umfrage zum Thema Gas. Studie 7134, https://drive.google.com/file/d/1KPHKf_-7ddjWezgbWabbmIlvSibT3WV/view, 27.9.2022.
- Kapeller, S., & Biegelbauer, P. (2020). How (not) to solve local conflicts around alternative energy production: Six cases of siting decisions of Austrian wind power parks. *Utilities Policy*, 65, 101062. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101062>
- Komendantova, N., Riegler, M., & Neumueller, S. (2018). Of transitions and models: Community engagement, democracy, and empowerment in the Austrian energy transition. In *Energy Research & Social Science* (Bd. 39, S. 141–151). <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.031>
- Linhart, M., Rodin, V., Moser, S., & Kollmann, A. (2021). Citizen Participation to Finance PV Power Plants Focused on Self-Consumption on Company Roofs—Findings from an Austrian Case Study. *Energies*, 14(3), 738. <https://doi.org/10.3390/en14030738>

- Schweizer-Ries, D. P., Rau, I., & Zoellner, J. (2010). Aktivität und Teilhabe – Akzeptanz Erneuerbarer Energien durch Beteiligung steigern (S. 177) [Projektabschlussbericht]. Forschungsgruppe Umweltpsychologie.
- Wueste, A. (2012). Gesellschaftliche Akzeptanz unterschiedlicher Bioenergienutzungsformen und Erfolgsfaktoren dezentraler Bioenergieprojekte. Fachtagung „Chancen und Grenzen der Bioenergie im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung “an der Universität Göttingen vom, 24(25.01), 2012.
- FH Technikum Wien, 2019, DigitalEnergy4All with Digital Citizen Energy Communities, <https://www.ffg.at/laura-bassi-4.0-digitalisierung-und-chancengerechtigkeit-digitalenergy4all>, abgerufen am: 16.2.2022
- Annala, Salla; Honkapuro, Samuli; Kilkki, Olli; Mendes, Goncalo; Nylund, Jere; Segerstam, Jan, 2018, Local Energy Markets: Opportunities, benefits, and barriers, CIREN, Ljubljana, Online verfügbar unter [http://www.cired.net/publications/workshop2018/pdfs/Submission%200272%20-%20Paper%20\(ID-21042\).pdf](http://www.cired.net/publications/workshop2018/pdfs/Submission%200272%20-%20Paper%20(ID-21042).pdf), zuletzt geprüft am 19.09.2021
- Abada, Ibrahim; Vos, Louise de; Kielichowska, Izabela; Klessmann, Corinna; Tounquet, Frédéric, 2019, Energy Communities in the European Union. Revised final report. ASSET. Online verfügbar unter <https://asset-ec.eu/wp-content/uploads/2019/07/ASSET-Energy-Communities-Revised-final-report.pdf>, zuletzt geprüft am 27.10.2019.
- BMK, 2021, Energiewende für Österreich eingeleitet: Bundesregierung präsentiert Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz, https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/20210311_eag.html [21.12.2021]
- Reis, I., Goncalves, I., Lopes, M., Antunes, C., 2021, Business models for energy communities: A review of key issues and trends; Elsevier Ltd.
- Pichler H., 2020, Energiegemeinschaften und die Energiewende auf kommunaler Ebene, <https://kommunal.at/energiegemeinschaften-und-die-energiewende-auf-kommunaler-ebene> [21.12.2021]
- Gazafroudi, A., Khorasany, M., Razzaghi, R., Laaksonen, H., Shafiekhah, M., 2021, Hierarchical approach for coordinating energy and flexibility trading in local energy markets; Elsevier Ltd.
- International Energy Agency, 2018, World Energy Outlook 2018, Zusammenfassung German Translation, Online verfügbar unter <https://webstore.iea.org/download/summary/190?fileName=German-WEO-2018-ES.pdf>, zuletzt geprüft am 25.09.2021
- International Energy Agency, 2021, Global Energy Review 2021
- Frieden, Dorian; Gubina, Andrej; d'Herbement, Stanislas; Roberts, Josh; Tuerk, Andreas, 2019, Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in Europe, Working Paper COMPILE: Integrating community power in energy islands, Online verfügbar unter https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE_Collective_self-consumption_EU_review_june_2019_FINAL-1.pdf, zuletzt geprüft am 23.09.2021
- Europäische Kommission, 2019, Clean energy for all Europeans package, https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en [21.12.2021]

- Europäische Union, 2018, Richtlinie (EU) 2018/2001 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,
- Perger, Wachter, Fleischhacker, Auer, 2021, PV sharing in local communities: Peer-to-peer trading under consideration of the prosumers' willingness-to-pay; Elsevier Ltd.
- Zechmeister et al., Klimaschutzbericht 2021, Umweltbundesamt
- EAG, 2021, Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG), <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011619> [21.12.2021]
- Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 §16a, 2018, <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40194940/NOR40194940.pdf> [21.12.2021]
- Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 §16c, 2018, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20007045/EIWOG%202010%2c%20Fassung%20vom%2021.12.2021.pdf> [21.12.2021]
- HTW Berlin, 2021, <https://pvspeicher.htw-berlin.de/veroeffentlichungen/daten/lastprofile/> [21.12.2021]
- E-Control a), 2021, Was kostet eine kWh Strom? Von e-control.at: <https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strompreis/was-kostet-eine-kwh> abgerufen (05. 12 2021)
- E-Control b), 2021 Energiegemeinschaften, von e-control.at: <https://www.e-control.at/energiegemeinschaften>, abgerufen am 06.12.2021
- E-Control c), 2022, Netznutzungsentgelt, <https://www.e-control.at/marktteilnehmer/strom/netzentgelte/netznutzungsentgelt>, abgerufen am: 16.01.2022
- Energiefonds, 2021, Niedrigere Netzkosten für EEGs, <https://energiegemeinschaften.gv.at/niedrigere-netzkosten-fuer-eegs/>, abgerufen am 16.1.2022
- Chau, S., Xu, J., Bow, W., Elbassioni, K., 2019, Peer-to-peer energy sharing: Effective cost-sharing mechanisms and social efficiency, In: E-Energy '19. New York: The Association for Computing Machinery; 2019, p. 215–25. <http://dx.doi.org/10.1145/3307772.33283>
- Metzler, M., Jacquemart, C., 2014, Schlaue Stromzähler haben kaum spareffekt, Neue Zürcher Zeitung
- Tiefenbeck, V., 2017, Bring behaviour into the digital transformation., Nat Energy 2017, <http://dx.doi.org/10.1038/nenergy.2017.85>
- Henni, S., Staudt, P., Weinhardt, Ch., 2021, A sharing economy for residential communities with PV-coupled battery storage: Benefits, pricing and participant matching, Elsevier Applied Energy 301 (2021), Karlsruhe
- Duvignau, R., Heinisch, V., Göransson, L., Gulisano, V., Papatriantafilou, M., 2021, Benefits of small-size communities for continuous cost-optimization in peer-to-peer energy sharing, Elsevier Applied Energy Volume 301, Gothenburg, Schweden

- Azim, M., Tushar, W., Saha, T., 2021, Coalition Graph Game-Based P2P Energy Trading With Local Voltage Management, IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 12, no. 5, pp. 4389-4402, Sept. 2021, doi: 10.1109/TSG.2021.3070160
- Lüth, A., Zepter, J., del Granado, P., Egging, R., 2018, Local electricity market designs for peer-to-peer trading: The role of batteryflexibility, Elsevier Applied Energie Volume 229 p. 1233-1243, Trondheim, Norway
- Fina, B., Monsberger, C., Auer, H., 2022, Simulation or estimation?—Two approaches to calculate financial benefits of energy communities, Elsevier Journal of Cleaner Production Volume 330
- P. Biermayr, C. Dißauer, M. Eberl, M. Enigl, H. Fechner, B. Fürnsinn, M. Jaksch-Fliegenschnee, K. Leonhartsberger, S. Moidl, E. Prem, C. Schmidl, C. Strasser, W. Weiss, M. Wittmann, P. Wonisch, E. Wopienka, (a), 2021, Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie; https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/marktentwicklung-2020_web.pdf
- P. Biermayr, S. Aigenbauer, M. Enigl, C. Fink, S. Knabl, K. Leonhartsberger, D. Matschegg, E. Prem, C. Strasser, M. Wittmann, 2021, (b), Energiespeicher in Österreich Marktentwicklung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie; https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe/energiespeicher-in-oesterreich-marktstatistik-2020.pdf
- ÖKL-Bauen. (23. 10 2022). *ÖKL-Bauen Plattform für landwirtschaftliches Bauwesen*. Von <https://oekl-bauen.at/cms/baumasse/rinderstall.php> abgerufen
- AMA. (11. 09 2022). *AMA Flächenauswertung*. Von https://flaechenauswertung.services.ama.at/#/year/2022/prodcat/A3FL_KUAR_85/region/BL_3/comparisonYear/2022/detail/3/mapView/0.7g?center=14.9866,48.1485&zoom=7.7 abgerufen
- Bur. (2017). *Einführung von Ökosystemdienstleistungen und Verbesserung des Wasserschutzes durch Biogas*. IZES gGmbH Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme.
- Cantos, E. (14. 03 2023). *Wärmewende*. Von <https://www.waermewende.de/waermewende/kommunale-waermewende/waermenetze/> abgerufen
- Domenig. (2009). *Klärschlamm*. Klagenfurt: Umweltbundesamt.
- eNu. (2021). *Abfallwirtschaft Niederösterreich Daten 2021*. eNu.
- EU-Horizon. (20. 02 2022). *Hotmaps*. Von <https://www.hotmaps.eu/map> abgerufen
- Fechner. (2020). *Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können*. Österreichs Energie.
- Kesselheld. (14. 03 2023). *Kesselheld*. Von <https://www.kesselheld.de/nahwaerme/> abgerufen

- Lindorfer. (2017). *Erhöhung des Einsatzes von erneuerbarem Methan im Wärmebereich*. Energieinstitut JKU.
- lk-nö. (23. 10 2022). *Köck-Agrar*. Von https://www.koeck-agrar.at/downloads/WD_Berechnung.pdf abgerufen
- PV-Austria. (14. 02 2023). *PV Austria*. Von <https://pvaustria.at/technische-grundlagen/> abgerufen
- ru3. (2023). *Amt der NÖ Landesregierung Abt. Umwelt- und Energiewirtschaft*. Von <https://www.noe.gv.at/noe/Abfall/Lebensmittelverschwendung.html> abgerufen
- ru7. (2022). *Amt der NÖ Landesregierung Abteilung Raumordnung und Gesamtverkehrsangelegenheiten - Statistik*. Von <https://www.noe.gv.at/noe/Zahlen-Fakten/Bevoelkerungsstruktur.html> abgerufen
- Scharf, J. (2021). *Agri-Photovoltaik*. Straubing: TFZ Bayern.
- Sonnenplatz-Großschönau. (2020). *Energiebuchhaltung*. Großschönau: Sonnenplatz Großschönau GmbH.
- Sparkasse. (22. 11 2017). *Sparkasse*. Von <https://newsroom.sparkasse.at/2017/11/22/hausbau-das-sind-die-beliebtesten-dachformen-oesterreichs/57338> abgerufen
- Statistik-Austria. (2010). *Statistik Austria*. Von <https://www.statistik.gv.at/blickgem/gemDetail.do?gemnr=32530> abgerufen
- tab. (11. 07 2023). *tab*. Von https://www.tab.de/artikel/tab_Planung_von_Nahwaermenetzen-3146517.html abgerufen
- ÖAE. (13. Juni 2022). *Österreichischer Aero-Club*. Von <https://aeroclub.at/?id=621> abgerufen
- Abart-Heriszt, L., & Reichel, S. (13. Juni 2022). *Energiemosaik Austria*. Von <https://www.energiemosaik.at/downloads> abgerufen
- BMK. (2020). *Energie in Österreich*. Wien: BMK.
- BMK. (2021). *Bericht über Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen gemäß § 18 AVV*. Wien: BMK.
- rm-waldviertel. (9. Juni 2022). *Regionalentwicklung Waldviertel*. Von <https://www.rm-waldviertel.at/index.php?channel=34> abgerufen
- Statistik-Austria. (13. Juni 2022). *Energibilanz 2019*. Von <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen> abgerufen
- Statistik-Austria. (13. Juni 2022). *Leistungs- und Strukturdaten*. Von <https://www.statistik.at/statistiken/industrie-bau-handel-und-dienstleistungen/leistungs-und-strukturdaten> abgerufen
- Statistik-Austria. (2022). *Mikrozensus Energieeinsatz der Haushalte 2019/20*. Wien: Statistik Austria.

Statistik-Austria. (13. Juni 2022). *Nutzenergieanalyse 2019*. Von <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/nutzenergieanalyse> abgerufen

Landesregierung, N. (08. Juni 2022). *Amt der Landesregierung NÖ Abteilung Allgemeiner Baudienst Fachereich Geoinformation*. Von <https://www.noe.gv.at/noe/Karten-Geoinformationen/DownloadGeodatenKarten.html> abgerufen

