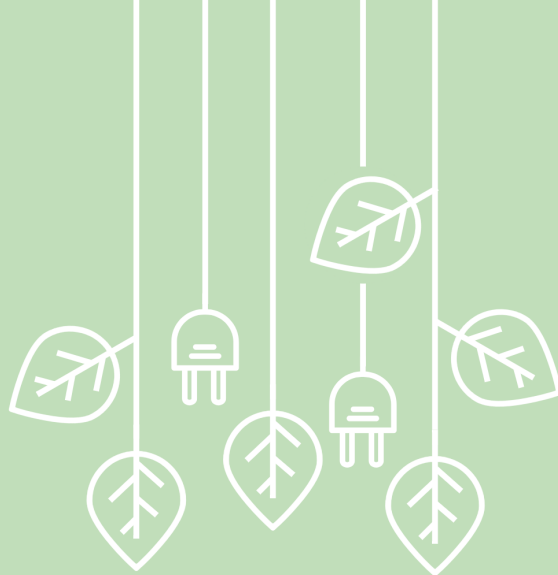
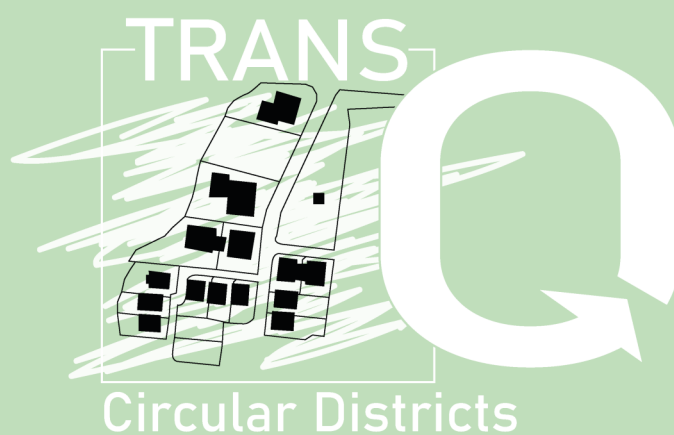




Technische und gesellschaftliche Herausforderungen in der Transformation von Quartieren in eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft

Eine Studie in der Region Salzburg



Finanziert durch das Land Salzburg

Impressum

Jahr

2024

Titel

Technische und gesellschaftliche Herausforderungen in der Transformation von Quartieren in eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft. Eine Studie in der Region Salzburg

Institutionen

Fachhochschule Salzburg GmbH

Paris Lodron Universität Salzburg

Salzburg AG

PEC Pongauer Energie Center

Layout

Anna Schliesselberger

ISBN

978-3-903530-00-3

Zitierweise

Brunauer, G., Lechner, P., Netsch, S. & C. Vallaster (2024). Technische und gesellschaftliche Herausforderungen in der Transformation von Quartieren in eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft. Eine Studie in der Region Salzburg, Fachhochschule Salzburg GmbH, Department of Green Engineering & Circular Design and Department Business & Tourism, Puch Urstein Salzburg & Paris Lodron Universität Salzburg, Salzburg.



Inhalte

Vorwort	4
Abstrakt/Abstract	5
1. Projektaufriß: Der Weg in die klimaneutrale Energieversorgung in Europa & Salzburg	6
2. Herausforderungen und Potenziale der Energieversorgung von Quartieren: Von Zentralisierung zur Dezentralisierung	10
2.1. Energie Infrastruktur: Elektrische Leitungsnetze	10
2.2. Erhöhung der Energieautonomie als Ziel der dezentralen Energieversorgung	13
3. Gesellschaftliche Herausforderungen bei der dezentralen erneuerbaren Energieversorgung von Quartieren	18
3.1. Harmonisierung der Interessen von unterschiedlichen Gruppen	18
3.2. Soziale, ökonomische und ökologische Betrachtungen	19
3.3. Energiegemeinschaften als alternative Gesellschaftsformen zur Energieversorgung	21
4. Einblick in Salzburgs periphere Siedlungsgebiete (Quartiere) und deren Beitrag zur Erreichung der Klimaziele des Landes Salzburg	24
4.1. Methodik und empirische Vorgehensweise	26
4.2. Definition der Quartiere: Partnergemeinden aus der Region Salzburg	27
5. Erkenntnisse	32
#1 Technische Simulation	32
#2 Befragung	35
6. Fazit und Handlungsempfehlungen	40
7. Limitationen	45
8. Literaturverzeichnis	46
9. Abbildungsverzeichnis	50
10. Tabellenverzeichnis	51

Vorwort

Das Projekt zielt darauf ab, Salzburger Unternehmen und öffentliche Einrichtungen, sowie Städte und Gemeinden, bei ihrer Energiewende zu unterstützen und zu begleiten, indem es wissenschaftliche Grundlagen für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte liefert. Ziel ist es, einen Beitrag zur strategischen Herangehensweise zur ressourcenschonenden und konsequenten Reduzierung von CO₂-Emissionen in der regionalen und gewerblichen Energieversorgung zu leisten.

Durch das Projekt wird ein Kompetenzaufbau im Bundesland Salzburg im Bereich der räumlichen Entwicklung in Richtung einer klimaneutralen Kreislaufwirtschaft angestrebt. Dadurch soll gewährleistet werden, dass neues Wissen generiert und gleichzeitig der Wirtschaftsstandort Salzburg aktiv am Innovationsprozess zur Energiewende teilnimmt, wodurch seine Führungsrolle gestärkt wird.

Das Ergebnis des Projekts ist die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen zu diversen Ansatzpunkten im Bereich der dezentralen erneuerbaren Energieproduktion, die als mögliche Startpunkte für Stakeholder dienen sollen, um dieses Thema innerhalb von Quartieren in peripheren Siedlungsgebieten voranzutreiben.

Das Projekt bildet die Grundlage für die Umsetzung (Roadmap) von Quartiersentwicklungen und zeigt mögliche Schritte in Richtung Kreislaufwirtschaft und Klimaneutralität auf. Die Untersuchung der Quartiere enthält wichtige Erkenntnisse über die Implementierung dezentraler Energiesysteme sowie Einsichten in die Determinanten einer gesellschaftlichen Transformation hin zu einer nachhaltigeren Energiewirtschaft.

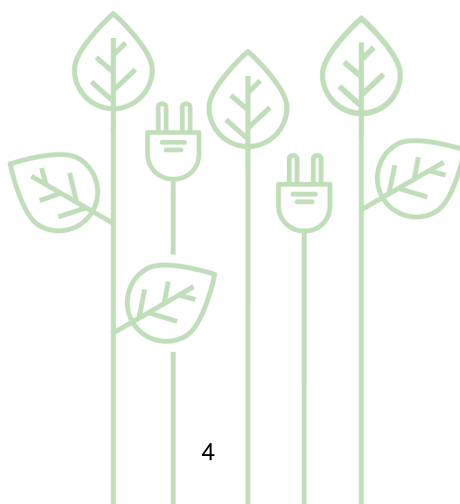
Georg Brunauer



Stefan Netsch



Christine Vallaster



Abstrakt/Abstract

Die vorliegende Arbeit untersucht den Weg hin zu einer klimaneutralen Energieversorgung und die damit verbundenen Herausforderungen und Potenziale im Kontext von Quartieren in peripheren Siedlungsgebieten. Dabei wird der Paradigmenwechsel von einer zentralisierten zu einer dezentralisierten Energieversorgung beleuchtet, wobei Aspekte wie die Entwicklung der Energieinfrastruktur, das Streben nach Energieautarkie, die Verbesserung der Energieeffizienz und die Implementierung von Energiespeichersystemen im Fokus stehen. Gesellschaftliche Herausforderungen bei der Umsetzung dezentraler erneuerbarer Energiesysteme werden diskutiert, einschließlich der Harmonisierung unterschiedlicher Interessen und der Potenziale von Energiegemeinschaften als alternative Gesellschaftsformen. Am Beispiel peripherer Siedlungsgebiete in Salzburg wird der Beitrag von Quartieren zur Erreichung der Klimaziele untersucht, wobei sowohl methodische Ansätze als auch empirische Ergebnisse aus einer technischen Simulation und einer Befragung präsentiert werden. Abschließend werden Schlussfolgerungen gezogen und Handlungsempfehlungen für die weitere Entwicklung und Umsetzung dezentraler erneuerbarer Energieversorgungssysteme abgeleitet.

This work examines the journey towards achieving a climate-neutral energy supply and the associated challenges and potentials within the context of peripherally located districts. It sheds light on the paradigm shift from centralized to decentralized energy provision, focusing on aspects such as the development of energy infrastructure, the pursuit of energy self-sufficiency, the enhancement of energy efficiency, and the integration of energy storage systems. Societal challenges in implementing decentralized renewable energy systems are discussed, including the harmonization of diverse interests and the potential of energy communities as alternative societal models. Using peripheral residential areas in Salzburg as cases, the contribution of neighborhoods to achieving climate goals is explored, presenting both methodological approaches and empirical findings from a technical simulation as well as a survey. Finally, conclusions are drawn, and recommendations are provided for further development and implementation of decentralized renewable energy systems.

1. Projektauftritt

Der Weg in die klimaneutrale Energieversorgung in Europa & Salzburg



Die Zivilisation hat schon immer von der Nutzung verschiedener Energieträger profitiert, doch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen birgt große ökologische Risiken. Der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien ist daher entscheidend, um den Klimawandel einzudämmen. Die Europäische Union strebt bis 2050 Klimaneutralität an. In diesem Zusammenhang spielt die Energieversorgung sowie der Übergang in eine Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle. Besonderes Augenmerk liegt auf peripher gelegenen Quartieren, da für diese Siedlungsgebiete mitunter eigene Lösungen zur Energieversorgung entwickelt werden müssen, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen.

Die Zivilisation und der Fortschritt der Menschheit gehen mit dem Vorhandensein von Energie einher. Die Nutzbarmachung verschiedener Energieträger war schon immer ausschlaggebend für den technischen und zivilisatorischen Fortschritt (Unger, Hurtado, Isler 2020, 16). Der Energiebedarf wird aktuell hauptsächlich durch fossile Energieträger gedeckt. Jedoch sind fossile Ressourcen in ihrer Verfügbarkeit abnehmend und gehen, je nach Entwicklungen im Bereich des globalen Energiebedarfes, früher oder später zur Neige (Brauner 2016a, 1). Darüber hinaus wird durch die exzessive Nutzung der fossilen Energieträger und dem damit verbundenen Ausstoß von CO₂ und weiteren klimaaktiven Stoffen ein zunehmend spürbarer globaler Treibhauseffekt umgesetzt, der sich negativ auf die Ökologie auswirkt. Daher sind viele Staaten darum bemüht, sich von der Abhängigkeit gegenüber fossiler Energieträger zu lösen, um die damit verbundenen negativen Effekte zu reduzieren (Brauner 2016a, 4).

Die Nutzung von Energie, davon vorwiegend elektrische- und Wärmeenergie, ist ein essenzieller Faktor für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit sowie gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Wohlstand. Die Bereitstellung von Energie markiert gleichzeitig die anteilig größte Verursachung von klimaaktiven Gasen. In der EU entsprechen energiebedingte Treibhausgasemissionen für das Jahr 2020 beispielsweise 77% der gesamten Treibhausgasemissionen (Europäisches Parlament 2021, online). Um die Klimaneutralität zu erreichen, ist daher im Energiesektor ein wichtiger Hebel zu verorten und insbesondere erneuerbare Energien haben sich in den vergangenen Jahren als wichtige Option herausgestellt, um die kohlenstoffbasierten Emissionen zu reduzieren und damit Klimaveränderungen zu vermeiden (Ulpiani et al. 2023, 1).



Als alternative Energieträger sind erneuerbare Energien ideal. Dazu gehören sämtliche Energieformen, die sich im Gegensatz zu fossilen Energieträgern mehr oder weniger schnell regenerieren und damit in unterschiedlich getakteten Zyklen unerschöpflich zur Verfügung stehen. Dazu gehören unter anderem Sonnenenergie, Wasserkraft, Windkraft, Geothermie, Umgebungswärme sowie Bioenergie (Umweltbundesamt 2023, online). In Europa wurde der Umstieg auf die erneuerbaren Energien zur Primärversorgung in diversen Gesetzesvorlagen und Zielformulierungen forciert (Europäische Union 2009, online). Im Zuge dessen verpflichteten sich EU-Mitgliedsstaaten zur Ausarbeitung und Umsetzung eines Aktionsplans zur Erreichung der Vorgaben im Bereich erneuerbare Energien.

Die Rolle der Kreislaufwirtschaft für ein klimaneutrales Europa

„Europa ist der Ground Zero für den Klimawandel“, erklärte Prof. Dr. Johan Rockström, Direktor des Potsdam-Instituts für Klimaforschung. Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Europa im Vergleich zum Rest der Welt stark spürbar. In Europa habe sich die Durchschnittstemperatur bereits jetzt um 2° Celsius erhöht, im globalen Mittel erst um 1,2° Celsius.

Die Europäische Union hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 klimaneutral zu sein, um die Auswirkungen des Klimawandels zu verringern bzw. sich an die Folgen anzupassen. Das bedeutet, dass ein Gleichgewicht zwischen dem Ausstoß von klimaaktiven Stoffen (vordergründig Kohlenstoffemissionen) und den Möglichkeiten der Bindung jener klimaaktiven Stoffe hergestellt werden muss. Um tatsächlich klimaneutral zu werden, muss dieselbe Menge an klimaaktiven Stoffen, die ausgestoßen wurde und ungebunden in der Atmosphäre verbleibt, wieder gebunden und gespeichert werden (Europäisches Parlament 2019, online). Stellvertretend für eine Reihe von Rahmenbedingungen um Fortschritte in Richtung Klimaneutralität zu erzielen, heißt es im Artikel vier des Pariser Abkommens, in dem sich 195 Vertragsparteien zu einem völkerrechtlichen Vertrag dem Klimaschutz verschrieben haben:

“Um das [...] langfristige Temperaturziel zu erreichen, streben die Vertragsparteien an, den globalen Höchststand an Treibhausgasemissionen so bald wie möglich zu erreichen, [...] um ein Gleichgewicht zwischen anthropogenen Emissionen und dem Abbau von Treibhausgasen durch Immission herzustellen.“ (United Nations 2015, 4).

Das Konzept der “Kreislaufwirtschaft” spielt für diese Transformation eine wichtige Rolle (Abbildung 1). Die Kreislaufwirtschaft ist eine alternative Idee zur derzeit dominanten linearen Wirtschaft. Nach einer bestimmten Nutzungsdauer werden Produkte weggeworfen bzw. als Abfall entsorgt. Kreislaufwirtschaft als Konzept postuliert jedoch, dass ein grundsätzlich abfallfreies bzw. abfallarmes Wirtschaften möglich und erstrebenswert ist, weil dadurch Ressourcen geschont werden. Das Ziel ist es, Materialien möglichst lange in Nutzungskreisläufen zu halten und auch über die Erstnutzung hinaus sinnvoll zu verwenden bzw. nach der Nutzung einem technischen oder biologischen Kreislauf zur weiteren Verwertung zuzuführen (Ellen McArthur Foundation 2019, online; Prox 2022, 261). Durch das Verlängern der Lebenszyklen der Produkte und das Recycling von Materialien kann der Bedarf an (Neu)Produktion vermindert werden, wodurch auch der damit in Verbindung stehende CO₂ Ausstoß reduziert wird (Rieg, Meyer, Bertignoll 2019, 169).

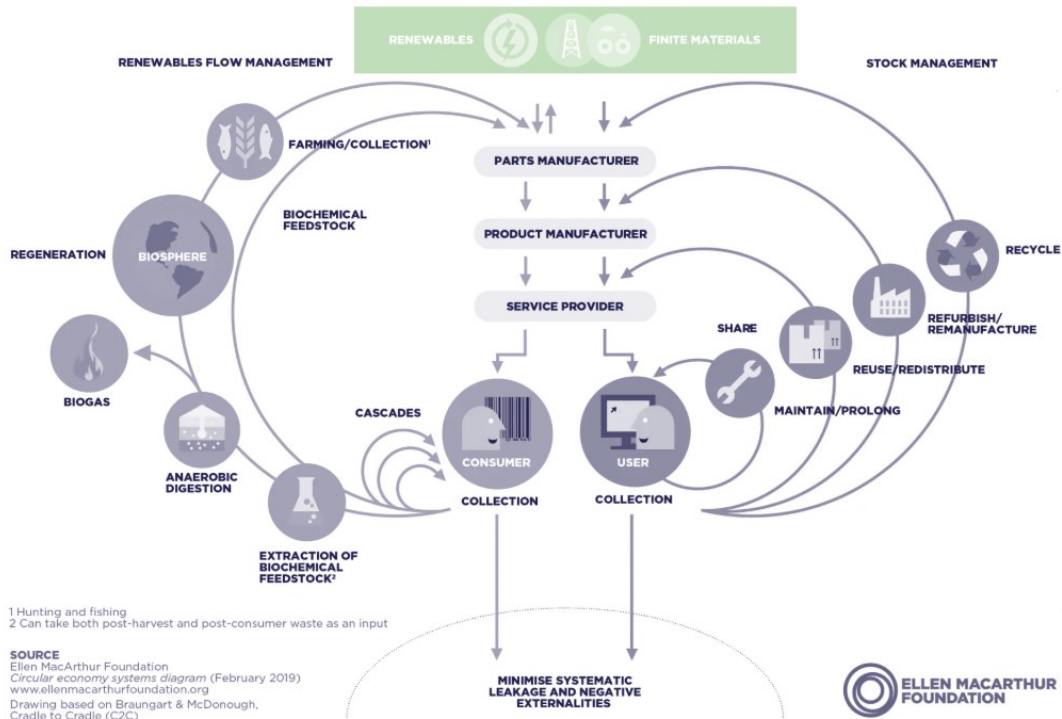
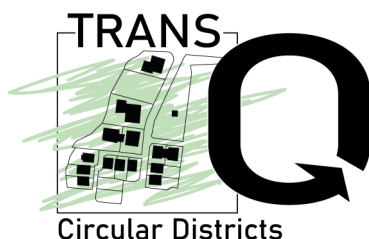


Abbildung 1:
Kreislaufwirtschaft-Diagramm (Ellen MacArthur
Foundation 2019, online)

Das aus der Abfallwirtschaft kommende Konzept lässt sich auch in der Energiewirtschaft auf mehreren Ebenen anwenden. Zur Erzeugung von Energie werden mitunter material- und ressourcenintensive Prozesse angewandt (bspw. der Bau von Kraftwerken, der Einsatz von Biomasse oder fossilen Energieträgern zur thermischen Verwertung, etc.) und je nach Art der Energieerzeugung fällt Abfall in Form von klimaaktiven Treibhausgasen oder anderen Reststoffen (bspw. Atommüll) an. Der Umgang mit Energie auf möglichst schonende Art und Weise sowie die sinnvolle Verwendung von Nebenprodukten wie Abwärme, etc. im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist demnach aus Sicht der Ressourcenschonung und CO₂-Einsparung erstrebenswert (Sanguino et al. 2020, 2).

Vor dem Hintergrund einer möglichst ressourcenschonenden und CO₂-neutralen Bereitstellung von Energie wird der Ansatz der dezentralen Energieproduktion zur Realisierung eines möglichst hohen Autarkiegrades als sinnvoll erachtet. Vor allem ist die dezentrale Energieversorgung in Verbindung mit alternativen Bereitstellungs- Speicher- und Verbrauchssystemen ein vielversprechender Weg, um die verursachte Treibhausgasbelastung zu reduzieren, wie zahlreiche Studien und Berichte nahelegen (vgl. bspw. Gedaschko 2018, 71; Dahal, Juhola, Niemelä 2018, 226ff; Kilpeläinen et al. 2019, 464; Chen et al. 2022, 2277; Timpe et al. 2022).



Energieautarke Region – die Rolle von Quartieren

Durch das Commitment zu erneuerbaren Energien kommt es nicht nur zur Entwicklung und Nutzung neuer Energie-Erzeugungsformen, sondern auch zu Änderungen in räumlichen und ökonomischen Strukturen. So ermöglichen insbesondere die Photovoltaik Technologie, sowie je nach Topographie auch Wasser-, Windkraft und Geothermie die Umsetzung von

dezentralen Energieversorgungsstrukturen. Dabei handelt es sich um Konzepte zur Erzeugung, des Verbrauchs und des Handels von Energie auf lokaler Ebene. Ökonomische Strukturen im Energiesektor ändern sich dadurch, da lokale Erzeugung und Nutzung von Energie zu neuen Relationen in der Netzbetreibung, Energieversorgung und Energiebeziehung führt (Büttner, Roselt 2019, 2).

Ein erheblicher Teil des individuellen Energiebedarfs entsteht im privaten Bereich (Umweltbundesamt 2022b, online). Die Frage, wo und wie Menschen wohnen, erlaubt wesentliche Rückschlüsse auf den Energiebedarf. Menschen in einer peripheren Gegend, die auf ein Auto angewiesen sind, werden naturgemäß einen höheren ökologischen Fußabdruck bezogen auf den Verkehr hinterlassen, als Menschen, die kein eigenes KFZ benötigen. Ebenso ist die Art des Wohnens relevant: Die Art des Gebäudes (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Reihenhaushaus, Wohnkomplex), des Heizsystems, sowie der Sanierungsstand haben Einflüsse auf den Energiebedarf. Ein Blick auf die Quartiersstruktur ist demnach essenziell, um Rückschlüsse auf den Energiebedarf einzelner Areale und Gebiete ziehen zu können.

Eine Definition erklärt ein Quartier als:

„kontextuell eingebettete[r], durch externe und interne Handlungen sozial konstruierte[r], jedoch unscharf konturierte[r] Mittelpunkt-Ort alltäglicher Lebenswelten und individueller sozialer Sphären, deren Schnittmengen sich im räumlich-identifikatorischen Zusammenhang eines überschaubaren Wohnumfelds abbilden“ (Schnur 2014, 43).

Heinze, Drewing (2020, 2) sehen im Quartier ein räumlich überschaubares Areal wie etwa ein Dorf oder eine Stadt, das von sozial-kulturellen Gegebenheiten beeinflusst ist und sich durch eine eigenständige städtebauliche, infrastrukturelle und soziale Struktur abgrenzt. Beide Definitionen beschreiben dem Wohnen zugeordnete Areale, die durch soziale Gefüge geprägt sind, oder wie Heinze, Drewing (2020, 2) erklären: „Konsens besteht darüber, dass mit dem Quartiersbegriff versucht wird, administrative Bezeichnungen wie „Bezirk“, „Orts- oder Stadtteil“ zu umgehen und sich auf „gewachsene“, kulturell geprägte sozialräumliche Strukturen zu konzentrieren“.

Die kleinteilige, dezentrale Energieproduktion auf Ebene der Quartiere stellt einen wichtigen Baustein zum Erreichen der Klimaziele der EU-Mitgliedsstaaten dar. Städte und Dörfer spielen bei der Ressourcenschonung und Klimaneutralität eine wichtige Rolle. Durch die Organisation in einzelne Quartiere werden dort die Interdependenzen der einzelnen Akteure (lokale Politik und Verwaltung, Energieträger, Stadtplanung, lokale Wirtschaft und Bevölkerung) und der Infrastruktursysteme besonders wirksam, allerdings sind in der Umsetzung die Planungsambitionen auch aufgrund der unterschiedlichen Interessen der Stakeholdergruppen nicht immer schlüssig. Der Übergang auf Quartiersebene in eine energieautarke Kreislaufwirtschaft, die im Sinne der dezentral organisierten Energiewirtschaft erreichbar scheint, erfordert die Entwicklung einer integrierten Gesamtplanung, welche die Interessensgruppen der Quartiere in die Transformation der lokalen Infrastruktursysteme involviert und deren Interessen berücksichtigt.



Zentrale Projektfragestellung und Zielsetzung

Die zentrale Frage ist zu klären, welche technischen Eigenheiten und gesellschaftlichen Herausforderungen im Kontext von Quartieren zu lösen sind, um in eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft auf regionaler Ebene zu kommen.

Das Projekt verfolgt das Ziel, eine Energiesimulation der Quartiere durchzuführen und die Erwartungshaltungen in Bezug auf soziale, ökonomische und ökologische Belange zu erheben. Der Fokus der Untersuchung liegt auf peripheren Siedlungsgebieten (Quartiere) im Raum Salzburg, d.h. Gemeinden im Salzburger Pinzgau und Pongau.

2. Herausforderungen und Potenziale der Energieversorgung von Quartieren

Von Zentralisierung zur Dezentralisierung



Das elektrische Leitungsnetz als ein komplexes System von Komponenten, das Strom in verschiedenen Leistungseinheiten an Endverbraucher liefert, ist ein zentraler Bestandteil bei Überlegungen im Bereich der Energieversorgung. Es unterscheidet zwischen zentraler und dezentraler Energieversorgung. In Europa wird Großteils ein zentrales System betrieben, das Strom von großen Kraftwerken über Höchstspannungsleitungen zu Verteilernetzen und schließlich zu den Verbrauchern transportiert. Diese zentrale Struktur stößt jedoch auf Herausforderungen, insbesondere im Umgang mit erneuerbaren Energien. Eine Alternative ist die dezentrale Energieproduktion, die lokal erzeugten Strom direkt vor Ort nutzt und auf eine Vielzahl von erneuerbaren Energiequellen setzt. Dabei spielen Technologien wie das "Microgrid" eine wichtige Rolle. Diese dezentralen Ansätze bieten nicht nur ökologische Vorteile, sondern können auch die Resilienz des Energieversorgungssystems erhöhen.

2.1. Energie Infrastruktur: Elektrische Leitungsnetze

Beim elektrischen Leitungsnetz handelt es sich um ein Netzwerk aus diversen Komponenten, um Strom in den erforderlichen Leistungseinheiten an endverbrauchende Parteien liefern zu können. Das Netz beinhaltet neben den eigentlichen Stromleitungen auch Umspannwerke, Verteilerstationen, Transformatoren und Schaltanlagen. Durch das elektrische Leitungsnetz kann die elektrische Energie über weite Strecken distribuiert werden. Grundsätzlich wird zwischen zentraler und dezentraler Energieversorgung unterschieden:



Zentrale Energieversorgung

In Europa (und Österreich) hat sich historisch ein zentrales System zur Energieversorgung etabliert. Strom wird in verhältnismäßig großen Kraftwerken erzeugt und dann über das elektrische Leitungsnetz über weite Strecken transportiert. Dieses System wird europaweit betrieben und als europäisches Supergrid bezeichnet (Brauner 2016a, 2). Das Supergrid besteht aus verschiedenen Netzebenen, die unterschiedliche Funktionen erfüllen. Auf oberster Ebene steht das Höchstspannungsnetz mit Spannungen von mindestens 220 Kilovolt (kV) – es wird auch von Verteilernetzen gesprochen. Diese Netzebene dient dem Transport großer Strommengen über weite Strecken, üblicherweise von Kraftwerken zu größeren Verteilerunternehmen. In Umspannwerken wird die Spannung anschließend auf 110 kV transformiert und über eigene Netze in den Regionen verteilt. Hier spricht man von einer Grobverteilung. In den jeweiligen Regionen wird in Umspannwerken auf Mittelspannung von zehn bis 30 kV heruntertransformiert. In eigenen Ortsnetzstationen wird die Spannung schließlich auf 400 Volt transformiert und mittels Freileitungen oder Erdkabel an die Haushalte bzw. verbrauchenden Betriebe geliefert (Schwab 2017, 545ff). Im Anwendungsfall Österreich bzw. Salzburg ist die nachfolgende Abbildung 2 sinnvoll:

Freileitungsmasten

Höhe abhängig von Spannungsebene. Je höher die Spannung, desto größer der Abstand zwischen Leiterseilen und Boden
→kein Spannungsüberschlag.

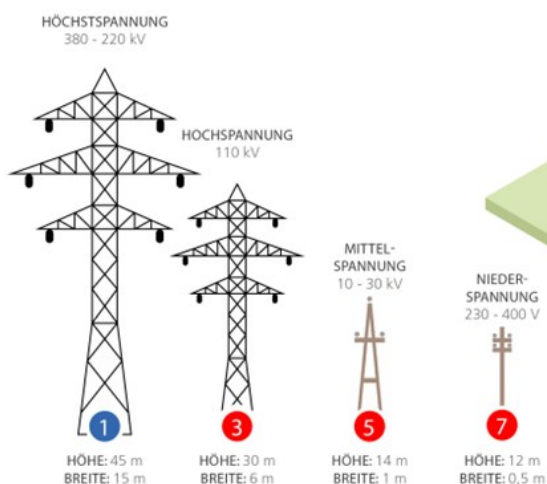


Abbildung 2:
Netzstruktur Salzburg Netz GmbH (Salzburg
Netz 2023, online)

Der Strom wird in diesem Beispiel in einem Wasserkraftwerk produziert und anschließend auf Höchstspannungsebene transformiert. Das könnte etwa ein Pumpspeicherkraftwerk der Kraftwerksgruppe Kaprun sein. Die produzierte Energie kann über die im Bau befindliche 380 kV Höchstspannungsleitung abtransportiert werden und in einem Umspannwerk auf Regionalebene auf 110 kV Hochspannung transformiert werden. Das könnte etwa das Umspannwerk Oberalm als Teil des 110 kV-Rings um die Stadt Salzburg sein. Im nächsten Schritt wird die Spannung beispielsweise im Umspannwerk Salzburg West in Maxglan auf 30 kV für die Versorgung der umliegenden Stadtteile heruntertransformiert. Für den Haushaltsgebrauch ist der letzte Schritt die Transformation auf 230-400 Volt. Dieser Schritt erfolgt in den landläufig bezeichneten Trafostationen.

Während das Konzept am Beispiel Bundesland Salzburg gut funktioniert, stößt der Supergrid auf europäischer Ebene zunehmend an seine Grenzen. Es stellt sich die Frage, inwieweit ein stabiler Betrieb des Leitungsnetzes bei zunehmendem Energiebedarf und zunehmender Ausdehnung des Netzes auf Europaebene gewährleistet werden kann. Zudem stellt die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen eine Herausforderung an das Leitungsnetz dar, da sowohl große Windparks (etwa in Ostösterreich, im Norden Deutschlands, oder auch Offshore-Windparks) als auch Photovoltaikanlagen zyklische Spitzen aufweisen, die vom derzeitigen Supergrid, das in der Regel auf 380kV Spannung aufgebaut wurde, nicht aufgenommen werden können. Eine Lösung hierfür wäre der Ausbau des Netzes auf höhere Spannungsniveaus (beispielsweise 765kV, wie in den USA), bzw. die Errichtung neuer Höchstspannungstrassen, um die hohen Energiemengen beispielsweise von Windparks der Nord und Ostsee in Europa zu verteilen. Im dicht besiedelten sowie topographisch teils schwierigen Europa stellt diese Option neben gesellschaftlicher Ablehnung jedoch auch erhebliche Kostenaufwendungen dar (Brauner 2016a, 2f).

Dezentrale Energieversorgung

Eine Alternative zur zentral organisierten Produktion von Strom und der Distribution über weite Strecken mittels Supergrid, stellt die dezentrale Energieproduktion dar (Abbildung 3). Hier wird Energie vor Ort produziert und verbraucht. Ein Vorteil auf Netzebene besteht bei der dezentralen Energieversorgung darin, dass die bestehende Mittel- und Niederspannungs- Netzebenen genutzt werden können und kein Netzausbau auf den darüberliegenden Hoch- und Höchstspannungsbereichen erforderlich ist. Der Stand der Technik erlaubt mittlerweile eine effiziente Nutzung von erneuerbaren Energieträgern in kleinen und mittleren Segmenten. Durch die gesetzlich verankerte Nutzungsmöglichkeit des bestehenden Leitungsnetzes sind auch Infrastruktur-Probleme lösbar (EIWOG 2023, §15). Es macht demnach mittlerweile Sinn, die Energieversorgung nicht ausschließlich zentral zu organisieren, sondern Bedarfe direkt vor Ort mittels dezentraler Energieproduktion zu decken. Hierfür dient das „Microgrid“ als Orientierung.

Beim **Microgrid** werden erneuerbare Energieträger dezentral eingebunden. Die Energie wird vorwiegend dort verbraucht, wo sie produziert wird. Durch Verwendung verschiedener Technologien, wie etwa PV, Wasserkraft, Windkraft und Biomasse, sowie Speichermöglichkeiten, können Bedarfe im Hinblick auf eine ideale Auslastung optimiert werden. Dadurch soll ein möglichst hoher Grad des Energieverbrauchs vor Ort abgedeckt werden. Hierfür kann die lokale Netzebene (im Fall von Salzburg beispielsweise Netzebenen 5 bis 7) verwendet werden. Nicht gedeckte Bedarfe oder Überschüsse der lokalen Produktion können als Ausgleichsenergie zwischen Energieregionen übertragen werden, bzw. vom Energieversorger gedeckt werden. Hierdurch kann ein höherer Autarkiegrad der einzelnen Regionen erzielt werden, sowie eine verminderte Empfindlichkeit gegenüber Netzstörungen auf höheren Netzebenen. Zudem lässt sich der Bedarf an Netzausbau der höheren Netzebenen und zentral organisierte Speicher und Kraftwerksbauten reduzieren (Brauner 2016a, 23). Ein wesentlicher Aspekt der dezentralen Energieproduktion ist vor allem die Produktion und Nutzung der Energie direkt vor Ort und ein möglichst hoher Autonomie- bzw. Autarkiegrad. Dadurch können sowohl Kosten als auch

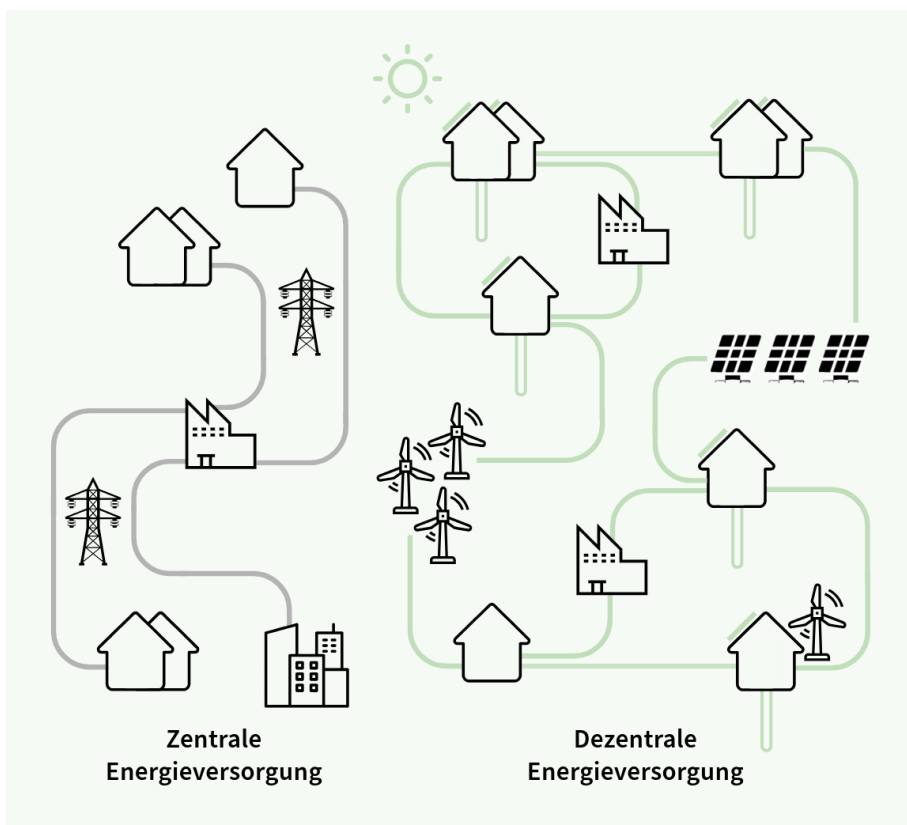


Abbildung 3:
Vergleich zentrale vs. dezentrale Energie-
versorgung (eigene Darstellung)

Mehrwerte der Produktion vor Ort getragen bzw. genutzt werden. Infolgedessen gehen mit dem Betrieb von einer oder mehreren dezentralen Anlagen zur Energieproduktion diverse weitere Überlegungen einher. Denn der Ausbau erneuerbarer Energien bedarf sowohl technischer als auch organisatorischer Umstrukturierungen, um eine Einbindung der Energiewirtschaft in die lokale Ökonomie auf Quartiersebene zu realisieren (Büttner, Roselt 2019, 229).

2.2. Erhöhung der Energieautonomie als Ziel der dezentralen Energieversorgung

Energieautarkie ist:

“eine Situation, in der die Energiedienstleistungen, die zur Aufrechterhaltung des lokalen Verbrauchs, der lokalen Produktion und des Exports von Waren und Dienstleistungen verwendet werden, aus lokalen erneuerbaren Energiequellen stammen.“ (Müller et al. 2011, 5800).

Die Literatur sieht in der dezentralen Energieversorgung einen vielversprechenden Ansatzpunkt für die Agenden des Klimaschutzes (McKenna, Herbes, Fichtner 2015, 1; Büttner, Roselt 2019, 229ff; Johler 2020, 39). Auch die Politik in Österreich hat im Zuge der Implementierung des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) und das Elektrizitäts- und Organisationsgesetz 2010 ein gesetzliches Umfeld geschaffen, das dezentrale erneuerbare Energieproduktion fördert.

Im Folgenden wird eine Studie bzw. ein Forschungsprojekt vorgestellt, welche zum Ziel hatte, unter Verwendung eines leistungsfähigen energieökonomischen Optimierungsmodells ein volkswirtschaftlich optimiertes dekarbonisiertes Energiesystem zu entwerfen, in dem mit einer umweltverträglichen Nutzung von ausschließlich erneuerbaren Energiequellen und dem Einsatz CO₂-neutraler Technologien der gesamte Energiebedarf Österreichs dauerhaft, leistbar und versorgungssicher gedeckt werden kann. Die Studie ONE100 wurde von der Wagner & Elbling GmbH (www.wecom.at) im Auftrag von AGGM Austrian Gas Grid Management AG, Austrian Power Grid AG, Energienetze Steiermark GmbH, Gas Connect Austria GmbH, Netz Burgenland GmbH, Netz Niederösterreich GmbH, Netz Oberösterreich GmbH, Salzburg Netz GmbH, TIGAS Erdgas Tirol GmbH, Trans Austria Gasleitung GmbH, Vorarlberger Energienetze GmbH, Wiener Netze GmbH erstellt (Austrian Gas Grid Management AG (2021).



Ohne vorab definierte Szenarien festzulegen, wurde ein idealtypisches, hundertprozentig dekarbonisiertes und optimiertes Energiesystem für Österreich unter den folgenden Prämissen berechnet:

- Greenfield Ansatz: keine Berücksichtigung vorhandener energietechnischer Anlagen und Infrastruktur – die Prämisse der Neu-Errichtung zeigt damit einen dauerhaft optimalen Zielzustand für das dekarbonisierte Energiesystem
- Inputparameter für die Berechnung des dekarbonisierten Energiesystems ONE100 durch das energieökonomische Optimierungsmodell
- Regionalisierter Nutzenergiebedarf der Haushalte, des Gewerbes, der Industrie, der Landwirtschaft und der Mobilität
 - Realistische regionalisierte Potentialeinschätzungen für erneuerbare Energiegewinnung in Österreich
 - Kosten und Wirkungsgrade für mehr als 140 Technologieoptionen für Energieproduktion, -umwandlung, -speicherung, -transport und -verbrauch
 - Rohstoff- und Importpreise für erneuerbare Energieträger
- Produktions- und Bedarfsprofile eines repräsentativen Klimajahres, sodass jeder Bedarf zu jeder Zeit mit erneuerbarer Energie versorgungssicher gedeckt werden kann
- Simultane Optimierung des gesamten Energiesystems in einem integrierten Modell (alle Energieträger, gesamte Wertschöpfungskette, regionalisiert, optimale Nutzung der energietechnischen Anlagen, sektorgekoppelt) mit dem Optimierungskriterium der Minimierung der volkswirtschaftlichen Kosten
- Technologie- und Ergebnisoffenheit – keine ex ante Vorgaben hinsichtlich Energieträgereinsatz, Endanwendungstechnologien, etc.
- Berechnungsergebnisse:
 - regionale Kapazitäten je Technologie für Produktion, Umwandlung, Speicherung und Verbrauch sowie für Verteil- und Transportnetze für Strom, Gas & Fernwärme
 - volkswirtschaftliche Kosten des dekarbonisierten Systems

Die Berechnungsergebnisse aus der Studie ONE100 liefern hinsichtlich des Umbaus des Energiesystems wesentliche Entscheidungs- und Diskussionsgrundlagen, wie beispielsweise die Dekarbonisierungsziele kostenneutral erreicht werden können. Neben dem Nachweis der volkswirtschaftlichen Sinnhaftigkeit der Nutzung aller regionaler erneuerbarer Energiepotenziale wurden auch die entsprechenden Größenordnungen für den erforderlichen Ausbau der erneuerbaren Energiequellen und der notwendigen Etablierung von effizienten Umwandlungs-, Transport-, Speicher- sowie Endanwendungstechnologien erhoben. Auf Basis einer das gesamte Energiesystem betrachtenden simultanen Optimierungsrechnung und des gewählten „Grüne-Wiese-Ansatzes“ zeigt diese Studie erstmals in einer gesamthaften Betrachtung auf, welche Energieträger, Produktions-, Speicher- und Anwendungstechnologien inklusive der dafür erforderlichen Transportinfrastruktur jedenfalls Teil eines volkswirtschaftlich optimierten, dekarbonisierten und versorgungssicheren Energiesystems sein müssen.

Das bestehende Energiesystem muss demnach durch ein deutlich umgebautes Energiesystem abgelöst werden. Die berechneten Kosten des Energiesystems sind mit dem heutigen BIP-Anteil von 9 % am Energiesystem vergleichbar. ONE100 beweist somit, neben der technischen Machbarkeit, auch dessen grundsätzliche Leistbarkeit. Die Kostenstruktur verschiebt sich allerdings, insofern eine wesentliche Senkung des Energieeinsatzes mit einer deutlichen Steigerung der er Kosten je Energieeinheit gekoppelt ist. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die Kosten des neuen Energiesystems aufgrund der Investitionskosten am Weg zur vollständigen Dekarbonisierung zuerst steigen, bevor sie langfristig sinken.

Das Prinzip der dezentralen Energieversorgung basiert neben zahlreichen Vorteilen in Bereichen der Effizienz, Allokation und Rohstoff-Verfügbarkeit auf dem Gedanken eines möglichst

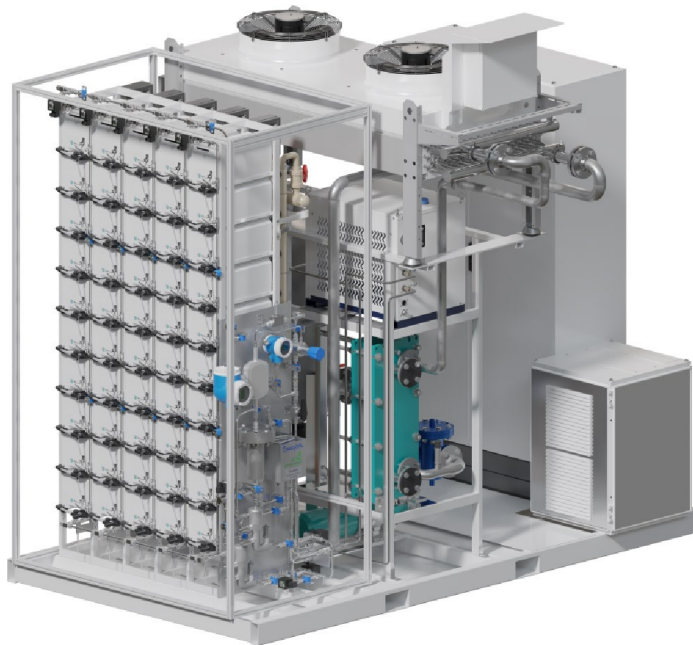


Abbildung 4:
120 kW Elektrolyse (AEM Flex 120), Quelle:
Enapter

hohen Autarkiegrades. Die Energieautarkie bezieht sich auf eine möglichst lokale bzw. regionale Produktion, Speicherung und Nutzung von Energie anstatt diese zu importieren.

Es gibt unterschiedliche Autarkiegrade, die beschreiben, inwieweit ein System in der Lage ist, sich gänzlich selbst aufrecht zu erhalten und unabhängig von externen Einflussfaktoren zu bestehen. Eine *tendenzielle* Energieautarkie beschreibt etwa die Nutzung von Systemen zur eigenständigen Energieproduktion, wobei eine vollständige Selbstversorgung nicht als Ziel deklariert wird. Bei einer *bilanziellen* Energieautarkie versorgt sich ein System einer bestimmten Größe (z.B. Gemeinde, Bezirk, Bundesland, ...) über einen deklarierten Zeitraum selbst, wobei Spitzen in Angebot und Nachfrage durch externe Zuhilfenahme überbrückt werden. Lediglich bei der *kompletten* Energieautarkie ist ein System vollständig unabhängig von externen Ebenen und versorgt sich komplett selbst (McKenna, Herbes, Fichtner 2015, 240f).

Der mögliche Autarkiegrad eines Systems ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Es ist abzuklären, inwieweit eine Versorgung durch lokale Energiequellen überhaupt möglich ist, welche Energieträger genutzt werden sollen, ob eine Energieinfrastruktur besteht, welche Personengruppen sich beteiligen, die Finanzierungsstruktur, die Produktions- Speicher und Verteilerstruktur, etc. (McKenna, Herbes, Fichtner 2015, 243). Folglich ist es durch die Nutzung von dezentralen erneuerbaren Energieträgern möglich Energieautarkie zu fördern.

„Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“

So Jules Verne im Jahre 1870 (Diekmann & Rosenthal 2014). Mehr als 100 Jahre später sprachen Justi, Brennecke und Kleinwächter in den „Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft“ über den Mehrzweck-Universal-Energieträger Wasserstoffgas als „einzige radikale Heilung unserer Energie-Syndrom-Beschwerden“, insbesondere der kontinuierlich steigenden CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre (Justi et al. 1981). Es dauerte neuerdings etwa 30 Jahre, bis endlich „alle Welt [...] von erneuerbaren Energien [redet], mit Sympathie wie für schönes Wetter. Kaum jemand bestreitet noch, dass erneuerbare Energien

die Perspektive für die Energieversorgung der Menschheit darstellen“, konstatierte Hermann Scheer in seinem Buch „100 % Jetzt! Der Energethische Imperativ“ (Scheer, 2010).

Energieeffizienz

Die Energieeffizienz beschreibt das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen im Umgang mit Energie – je effizienter ein System arbeitet, desto weniger Aufwand ist nötig, um den gewünschten Nutzen daraus zu ziehen. Konkret bedeutet dies, dass eine Steigerung der Energieeffizienz dazu führt, dass weniger Energie benötigt wird (Günther 2015, 45ff). Dadurch werden positive Effekte auf sozialer, ökonomischer und ökologischer Ebene realisiert: weniger Treibhausgasausstoß, weniger Umweltverschmutzung, weniger Kosten für Energie und weniger Abhängigkeiten (Europäischer Rat 2023, online).

Effizienzsteigerung ist darüber hinaus notwendig, da auch regenerative Systeme zur Energieproduktion Grenzen haben: Es gibt kein unerschöpfliches Flächenpotenzial für Energiegewinnung aus Sonne, Wind, Wasser und Geothermie. Zudem ist die Errichtung von regenerativen Systemen zur Energiegewinnung mit finanziellen Hürden verbunden. Weiters ist eine Verbesserung der Energieeffizienz oft billiger, als die Neuerrichtung von Kraftwerken bzw. Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien. Eine fehlende Effizienzsteigerung erschwert somit die Energiewende, bzw. macht diese unmöglich (Brauner 2016a, 120).

Wichtige Ansatzpunkte für die Effizienzsteigerung sind einerseits die Integration von dezentralen erneuerbaren Energiesystemen, weil bei diesen Energiesystemen kürzere Strecken für die Verteilung überbrückt werden müssen und dadurch höhere Wirkungsgrade realisierbar sind (Brauner 2016a, 111ff). Andererseits kann eine Umstellung der Gewohnheiten zum Energieverbrauch zu höherer Effizienz führen. Gerade erneuerbare Energien weisen typische Produktionsspitzen auf: Photovoltaik beispielsweise um die Mittagszeit. Diese Produktionsspitzen müssen sinnvoll genutzt werden. Möglichkeiten erstrecken sich von Industrie über Verkehr bis hin zur Quartiersebene mit der Gebäudestruktur und privaten Verhaltensgewohnheiten hinsichtlich des Energieverbrauchs (Günther 2015, 45ff). Ein weiterer Aspekt betrifft den Umgang mit Energieüberschüssen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, diese Überschüsse ins Netz einzuspeisen, verfallen zu lassen (etwa durch Anlagenabschaltung) oder zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen. Hierfür sind allerdings Energie-Speichersysteme notwendig.

Energie-Speichersysteme

Energiespeicher sind eine wichtige Komponente für die Umsetzung von möglichst autarken dezentralen Energiekonzepten auf regenerativer Basis (Wechselberger et al. 2022, 25). Während die dezentrale Produktion und Nutzung von Energie eine gute Option darstellt, um den Bedarf an Energieproduktion in zentral gelegenen Kraftwerken zu reduzieren, stellt sich die Frage, was mit Energieüberschüssen passieren soll.

Hintergrund dafür ist, dass regenerative Energiesysteme im Regelfall keine kontinuierliche Energiebereitstellung gewährleisten können: die Sonne scheint nur am Tag, Wasserkraft ist an die Niederschlagsmenge gebunden, etc. Außerdem produzieren erneuerbare Energiesysteme Spitzenlasten, die entweder ins Leitungsnetz eingespeist werden müssen, oder durch Abschaltung von Anlagen nicht nutzbar sind. Daher ist das primäre Ziel, Energie dann zu verbrauchen, wenn sie verfügbar ist. Ist das nicht möglich, stellt die Energiespeicherung eine Option dar, um die Energie zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen (Gaudchau, Resch, Zeh 2016, 26f). Dafür kommen im Quartierskontext in erster Linie zwei unterschiedliche Speichersysteme in Frage:

Batteriespeicher, auch bekannt als Akkumulatoren, bieten eine direkte Möglichkeit zur Speicherung von elektrischer Energie. Dabei kann der Strom ohne Zwischenschritte direkt im Akku

gespeichert werden. Gängige Lithium-Ionen-Akkus weisen derzeit einen Wirkungsgrad von 80 -85% und eine Lebensdauer von etwa 5000 Ladezyklen auf. Trotz des vergleichsweise hohen Wirkungsgrades (Komarnicki, Lombardi, Styczynski 2021, 158ff) ist es empfehlenswert, den produzierten Strom direkt zu verbrauchen. Zudem ist die Lebensdauer von Akkus zu beachten, da ihre Herstellung mit einem erheblichen Ressourcen- und Energieaufwand verbunden ist. Daher ist es erstrebenswert, die Ladezyklen eines Akkus möglichst effizient zu gestalten, um seine Nutzungsdauer zu maximieren.

Eine weitere Möglichkeit zur Energiespeicherung besteht in der **Elektrolysetechnologie** (Brauner 2016a, 38). Diese Technologie nutzt elektrische Energie zur Trennung von chemischen Verbindungen. Für die Energiewirtschaft ist insbesondere die Wasserstoffelektrolyse interessant. Hierbei wird Wasser mit Hilfe elektrischer Energie in seine Bestandteile Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) getrennt. Der im Prozess entstehende gasförmige Wasserstoff kann anschließend in Druckluftbehältern gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt für unterschiedliche Anwendung verwendet werden, etwa Verstromung mittels Brennstoffzelle oder thermische Verwertung in Gasthermen (Max Planck Institut 2020, online). Im Vergleich zu Akkus weist Wasserstoff den Vorteil auf, dass er über Gasleitungsnetze einfach transportierbar ist und somit eine effizientere Allokation - sowohl auf Quartiersebene als auch darüber hinaus - möglich ist. Anwendungsgebiete sind vielfältig: Mobilität in Form von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen, Wasserstoff als Energieträger für Gasthermen (Anmerkung: Wasserstoff verbrennt gänzlich ohne CO_2 Ausstoß), oder auch zur Rückgewinnung von elektrischem Strom durch Brennstoffzellen. Ein Nachteil von Wasserstoff ist hingegen ein erheblich niedrigerer Wirkungsgrad als etwa die Akkutechnologie (Wesselak et al. 2017, 760ff; Komarnicki, Lombardi, Styczynski 2021, 166ff).

Sowohl die Wasserstoffelektrolyse (s. Abbildung 5) als auch Akkus sind eine gute Möglichkeit, um Energieüberschüsse für einen späteren Zeitpunkt nutzbar zu machen. Trotzdem sollte Energie nach Möglichkeit ohne Zwischenspeicherung verbraucht werden, da die direkte Nutzung stets effizienter ist und die Errichtung von Speichersystemen immer Investitionskosten mit sich bringt.



Abbildung 5:
Elektrolyse-Anlage der FH Salzburg,
Campus Kuchl

3. Gesellschaftliche Herausforderungen

bei der dezentralen erneuerbaren Energieversorgung von Quartieren



Die Rolle von gesellschaftlichen Aspekten im Zusammenhang mit der Transformation von Quartieren in eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft ist unklar. Es bedarf einer sozialen, ökonomischen und ökologischen Betrachtung wenn es darum geht, auf dezentrale erneuerbare Energiesysteme umzustellen. Die Harmonisierung der Interessen verschiedener Gruppen, angefangen von lokalen Behörden bis hin zu Bewohner*innen und Infrastrukturunternehmen, steht im Zentrum dieser Auseinandersetzung. Diese Interessensvielfalt kann zu Spannungen führen, die durch einen kontinuierlichen Diskurs und Konfliktmanagement adressiert werden müssen.

3.1. Harmonisierung der Interessen von unterschiedlichen Gruppen

Neben den technischen Aspekten rund um die Transformation von Quartieren in eine klimaneutrale Kreislaufwirtschaft sind gesellschaftliche Aspekte für Erfolg oder Misserfolg ebenfalls entscheidend. Zu den gesellschaftlichen Aspekten zählen sämtliche Fragestellungen zum sozialen Gefüge und zu zwischenmenschlichen Beziehungen. Hintergrund dafür ist, dass es sich bei der dezentralen erneuerbaren Energieproduktion um einen Zugang handelt, der vielen Personen unbekannt oder neu ist. Daher gibt es viel Unsicherheit und unterschiedliche Ansichten zu diesem Thema. Neben der Politik auf lokaler- und Landesebene sind Energieversorgungsunternehmen, Infrastrukturunternehmen, Wirtschaftstreibende, Bewohner*innen und externe Beobachter*innen zentrale Figuren, deren Interessen mitunter stark divergieren. Unterschiedliche Vorstellungen sowie fehlende Bezüge der Interessensgruppen untereinander können zu Spannungen führen (Stirling 2015, 54ff; Keppler 2016, 116; Hamdan, Andersen, Boer 2021, 7f; Hofer et al. 2021, 84f). Da die Umsetzung von Projekten zur Gewinnung erneuerbarer Energien immer einen Eingriff in bestehende wirtschaftliche und gesellschaftliche Ökosysteme bedeutet, sind teils heftige Widerstandsreaktionen von unterschiedlichen Interessensgruppen zu beobachten. Man denke beispielsweise an die Errichtung von Windparks, die einen massiven Eingriff in das Landschaftsbild darstellen. In kleinerem Maße trifft dies auch auf Photovoltaik-Freiflächen und Wasserkraft zu. Um trotzdem zu zufriedenstellenden Lösungen für sämtli-



che beteiligte Parteien zu gelangen, ist ein Konfliktmanagement notwendig, innerhalb dessen die Interessen der unterschiedlichen Gruppen permanent verhandelt werden (Fraune et al. 2019, 8ff).

Es gilt daher, die Interessen der interagierenden Gruppen zu harmonisieren und Differenzen zu thematisieren, um daraus einen gewinnbringenden Diskurs zu schaffen. Konkret bedeutet dies, dass die Umsetzung von dezentralen erneuerbaren Energiesystemen neben den technischen Voraussetzungen auch stark abhängig von dem sozialen Gefüge vor Ort ist (Fraune et al. 2019, 1f).

3.2. Soziale, ökonomische und ökologische Betrachtungen

Es gilt, Effekte von dezentralen erneuerbaren Energiesystemen auf sozialer, ökonomischer und ökologischer Ebene zu betrachten. Positive Effekte bei der Implementierung von dezentralen erneuerbaren Energiesystemen sind folgende:

Lokale Wertschöpfung: Durch die lokale Realisierung der Energieversorgung werden Nachfrage und Angebot auf kleinstrukturierter Ebene mit den vor Ort vorhandenen Mitteln bedient. In weiterer Folge können sowohl Kosten als auch Gewinne dieses Unterfangens direkt auf sämtliche beteiligte Gruppen aufgeteilt werden. Zum einen erhält Energie dadurch einen unmittelbaren Preis, der nicht durch externe Marktmechanismen gesteuert oder beeinflusst wird und zum anderen bleibt bei dieser Form der "lokalen Ökonomie" (Brandt, Gärtner 2019, 32) die Wertschöpfung vor Ort. Sämtliche positiven Effekte der lokalen Energieproduktion können damit unmittelbar genutzt werden und kommen direkt den Beteiligten zugute (Büttner, Roselt 2019, 247; Neubarth 2020, 4). Es handelt sich dabei um einen potenziellen ökonomischen Vorteil für die beteiligten Stakeholder.

Energieautarkie: Ein weiterer Aspekt der dezentralen Nutzung erneuerbarer Energieträger entspringt auch aus dem Bedürfnis von Interessensgruppen, sich selbst möglichst unabhängig von externen Marktbedingungen zu machen. Unter dem Begriff der Energieautarkie wird der allgemeine Trend nach mehr Unabhängigkeit zusammengefasst (McKenna, Herbes, Fichtner 2015, 1). Aus sozialer Sicht ist der vielfach vorhandene Wunsch nach höheren Autarkiegraden besonders interessant, da die Interessensgruppen damit aktiv in den Energiemarkt eingreifen und eine Rolle in der Energieversorgung einnehmen. Während Motivlagen für die Erhöhung des Autarkiegrades unterschiedlich sein mögen, entstehen in jedem Fall potenzielle soziale Mehrwerte in der Implementierung und Nutzung dezentraler Strukturen zur Energieproduktion. Denn die Menschen übernehmen Verantwortung für die eigene Versorgung und können, je nach sozialem Gefüge, Phänomene wie Energiearmut oder ungerechten Kosten- oder Gewinnverteilungen entgegenwirken (Georgarakis et al. 2021, 8f). Beispielsweise kann Strom an soziale Einrichtungen „gespendet“ werden oder einkommensschwachen Haushalten zur Verfügung gestellt werden (Ambrosio-Albala et al. 2020, 11f; Georgarakis et al. 2021, 1ff).

Bildung und Bewusstsein: Durch die Partizipation und Beteiligung an der lokalen Energieproduktion kommt es zu Bildungseffekten rund um die Energieversorgung. Neben einem erhöhten Verständnis für technische Aspekte ist insbesondere ein verbessertes Bewusstsein für den persönlichen Umgang mit Energie eine wichtige soziale Begleiterscheinung von dezentraler Energieproduktion. Denn mitunter ändern Personen ihre Gewohnheiten im Umgang mit Energie erheblich, sobald sie selbst Anteil an der Energieproduktion haben. Dieser Umstand führt zu mehr Effizienz und in weiterer Folge einem nachhaltigeren Umgang mit Energie (Roth, Yil-

diz, Lowitzsch 2021, 12ff). Die Vermeidung von Energiekonsum durch eine Veränderung der eigenen Gewohnheiten trägt natürlich auch zu vermindertem Treibhausgas-Ausstoß bei (Chen et al. 2022, 2277). Neben den positiven Auswirkungen auf sozialer Ebene führen Bildungseffekte im Umgang mit Energie auch zu ökonomischen Vorteilen, weil die Effizienz erhöht wird und infolgedessen auch zu weniger Energieverbrauch, also ökologischen Vorteilen.

Dekarbonisierung durch dezentrale erneuerbare Energieproduktion: Besonders in Verbindung mit weiteren Maßnahmen wie thermischer Gebäudesanierung, der Elektrifizierung von Individual- und Gütertransport und der intelligenten Integration von Energiespeichersystemen tragen die soeben erwähnten Bildungseffekte innerhalb der Gesellschaft zur Reduktion des Ausstoßes von klimaaktiven Stoffen und zu vermindertem Ressourcenaufwand bei (Chen et al. 2022, 2277). Während zur Erreichung der EU-Ziele hinsichtlich der Treibhausgas-Neutralität (Europäisches Parlament 2019, online) prinzipiell die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern erforderlich ist, ist es besonders die dezentrale Nutzung der erneuerbaren Energieträger, die aus ökologischer Sicht sehr wertvoll erscheint (Dahal, Juhola, Niemelä 2018, 25f). Dies hat zum einen mit einer potenziell hohen Effizienz dezentraler Systeme in Verbindung mit lokaler Nutzung zu tun (vgl. Punkt 2.3, bzw. Günther 2015, 93ff), und zum anderen mit einem bewussteren Umgang mit Energie durch die Nutzer- und Betreiber*innen der dezentralen Anlagen. Denn das Bewusstsein über den Wert der Energie, ganz unabhängig von monetären Gesichtspunkten wie etwa einem bestimmten Preis pro Energieeinheit, wird durch Einbindung der Gesellschaft in Themen der Energieproduktion- Allokation und des Verbrauchs potenziell stark erhöht (Flacke, Boer 2017, 1ff; Georgarakis et al. 2021, 1).

Effizienzgewinn: Ein Gedanke auf ökonomischer Ebene umfasst potenzielle Effizienzgewinne durch die Nutzung erneuerbarer Energien. Hintergrund dafür ist, dass bei der Nutzung von fossilen Energieträgern immer Verbrennungsprozesse stattfinden, bei denen ein großer Teil der Primärenergie nicht in elektrische Energie umgewandelt werden kann, sondern als Abwärme anfällt. Während entsprechende Industrien um Effizienzoptimierungen durch sinnvolle Nutzung der entstehenden Abwärme bemüht sind, ist ein Weg zur Erhöhung der Effizienz bei der Energieproduktion die Wahl von Energieträgern zur direkten Stromerzeugung, bei denen keine Zwischenschritte über Verbrennung stattfinden. Dazu zählen die erneuerbaren Energieträger Wasserkraft, Photovoltaik und Windkraft. Freilich wandeln auch Wasserräder, PV-Module und Windräder bei weitem nicht sämtliche potenzielle Energie aus den Energieträgern in elektrischen Strom um. Im Unterschied zu fossilen Energieträgern sind die Eingangsprodukte Wasser, Sonnenstrahlung und Wind jedoch unentgeltlich und ohne das Anfallen von Abfallprodukten verfügbar. Die Nutzung erneuerbarer Energien führt daher zu einer massiven Reduktion des Primärenergiebedarfs aus fossilen Brennstoffen, die eben nicht kostenlos und Abfallfrei zur Verfügung stehen (Günther 2015, 95ff). Folglich führt mehr Effizienz wieder zu weniger Ausstoß von Treibhausgasen, was ökologisch vorteilhaft ist.

Verminderung großer Infrastrukturprojekte: Nicht zuletzt stellen auch die bereits erwähnten potenziellen Einsparungen im Bereich des Netzausbaus ein Interessensgebiet dar. Denn durch die lokale Nutzung erneuerbarer Energien besteht kein bzw. weniger Bedarf zur Errichtung weiterer Höchstspannungsleitungen, Umspannwerken, etc. Investitionen, die in diesem Sektor nicht mehr nötig sind, können anderswo sinnvoll getätigt werden. Zudem stellt der Ausbau der elektrischen Infrastruktur besonders auf Hoch- und Höchstspannungsebene einen maßgeblichen Einfluss in das Landschaftsbild dar, der auf gesellschaftliche Ablehnung stößt (Brauner 2016a, 2f). Die Reduktion von Bedarf an weiterer Infrastruktur spart Geld und ist daher ökonomisch sinnvoll, sowie Ressourcen und ist daher auch auf ökologischer Ebene vorteilhaft.

3.3. Energiegemeinschaften als alternative Gesellschaftsformen zur Energieversorgung

Ein Problem bei der Umsetzung dezentraler Energiesysteme war lange Zeit, dass die wirtschaftliche Verwertung der Energie lediglich großen Unternehmen zur Energieversorgung vorbehalten war. Während diese für Versorgungssicherheit sorgten und ein funktionierendes System zur zentralen Energieversorgung etablierten, bedarf es bei dezentralen Ansätzen flexibler Organisationsformen. Im EU-Winterpaket 2016 wurden daher zahlreiche rechtliche Rahmenbedingungen für eine langfristige Klima- und Energiestrategie festgelegt. Wesentlicher Punkt darin war ein Fokus auf die Position der dezentralen erneuerbaren Energieproduktion. Ein Resultat aus dem Winterpaket ist, dass EU-Mitgliedsstaaten sicherzustellen haben, dass ein diskriminierungsfreier Marktzugang für sämtliche Konsument*innen und Produzent*innen von elektrischer Energie gewährleistet wird. Jede Person, die in irgendeiner Form elektrische Energie produziert, kann somit Marktteilnehmer*in werden und nicht nur in der Rolle als Konsument*in, sondern auch als Produzent*in (Prosumer) auftreten (Kalkbrenner, Roosen 2016, 60ff).

In Österreich wurden in diesem Zusammenhang mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) und dem Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen. Darin werden die Rolle sowie rechtliche Möglichkeiten von sogenannten Erneuerbaren Energiegemeinschaften (EEG) und Bürgerenergiegemeinschaften (BEG) definiert (Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften 2024a, online). Beide Formen der Energiegemeinschaften (EEG und BEG) sind freiwillige Zusammenschlüsse zur Produktion und Nutzung von elektrischer Energie, deren Hauptzweck nicht auf Gewinn ausgerichtet sein darf. Der inhaltliche Zweck der Gemeinschaften besteht in der Produktion, dem Verbrauch, der Speicherung und dem entgeltlichen oder unentgeltlichen Handel von Energie sowie die gemeinsame Nutzung oder Teilung innerhalb der Gemeinschaft erzeugter Energie. Dies schließt auch die Erzeugung und den Verbrauch von Wärme ein.

Während Bürgerenergiegemeinschaften in verschiedenen Wertschöpfungsbereichen tätig sein können, sind die Aktivitäten von Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften auf erneuerbare Energien beschränkt (Hoffmann, Brandstätter 2021, 9ff). Die rechtlichen Möglichkeiten rund um EEG und BEG ermöglichen Privatpersonen, aktive Marktteilnehmer*innen im Energiesektor zu werden und die eigene Energieversorgung auch lokal zu organisieren. Dieser Umstand stellt sich als sehr förderlich für die Implementierung von Technologien zur dezentralen erneuerbaren Energieproduktion heraus, da es nun nicht mehr zwingend dem Commitment großer Energieversorgungsunternehmen bedarf, sondern Personen in Quartieren ermächtigt sind, die Energieversorgung in die eigene Hand zu nehmen.

Konkretes Beispiel: Personen können sowohl einzeln als auch im Zusammenschluss als Energiegemeinschaft erneuerbare Energiesysteme in und um die Quartiersareale errichten, damit elektrische Energie produzieren und diese lokalökonomisch vor Ort verwerten. Neben den Vorteilen, die dadurch für die lokalen Interessensgruppen entstehen, ist der Ausbau der dezentralen erneuerbaren Energien ein immanenter Bestandteil der nationalen und übernationalen Klima- und Energiestrategie, da die Energieversorgung dadurch resilienter, intelligenter (im Sinne von Angebots und Nachfragestrukturen), effizienter, liberaler und auch nachhaltiger werden soll (Brauner 2016b, 21ff).

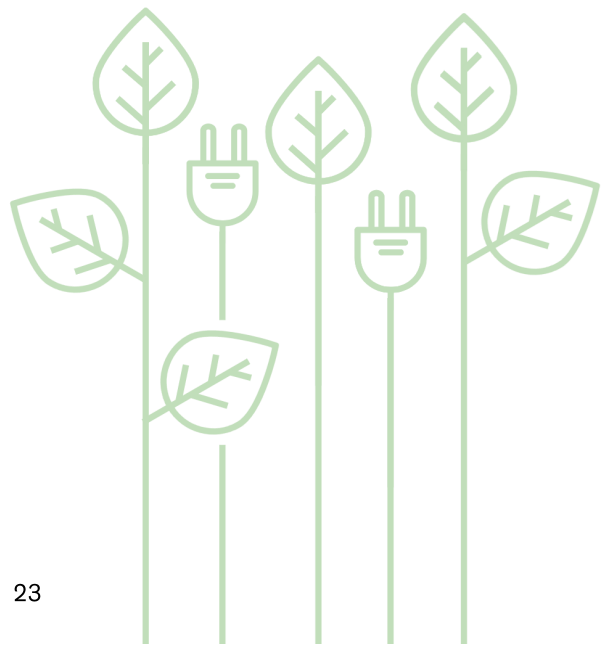
Die nachfolgende Tabelle stellt die beiden Formen der EEG und BEG übersichtlich dar und zeigt die wesentlichen Unterschiede der beiden Organisationsformen (Neubarth 2020, S. 3):



	Erneuerbare- Energien-Gemeinschaft	Bürger- Energie-Gemeinschaft
Energieart	Erneuerbarer Strom und Wärme	Strom
Anzahl der Teilnehmer*innen	Mindestens 2 Parteien.	
Wer darf teilnehmen?	Natürliche Personen, Unternehmen (Klein- und Mittelbetriebe), Gemeinden, sonstige Körperschaften öffentlichen Rechts.	Alle natürlichen und juristischen Personen dürfen teilnehmen (nur natürliche Personen, Gemeinden und kleine Unternehmen dürfen die Kontrolle ausüben).
Mögliche Rechtsformen	Meist Verein oder Genossenschaft, aber auch weitere Formen möglich.	
Ziel der Energiegemeinschaft	Nicht vorrangig finanzieller Gewinn, sondern ökologische, wirtschaftliche und soziale Vorteile für die Teilnehmer*innen. Daher darf eine Energiegemeinschaft auch nicht Gewinnorientiert arbeiten (ggf. in der Satzung, etc. festzuhalten).	
Räumliche Grenze, Netzinfrastruktur	Versorgungsgebiet einer Trafostation (Netzebenen 6 und 7) sowie Versorgungsgebiet eines Umspannwerks/einer Mittelspannungssammelschiene (Netzebenen 4 bzw. 5).	Keine Einschränkung, österreichweit (Netzebenen 1 bis 7).
Vergünstigungen für intern verbrauchten Strom	Entfall des Erneuerbaren-Förderbeitrags und der Elektrizitätsabgabe sowie bis zu 64% verringertes arbeitsbezogenes Netznutzungsentgelt (je nach Netzebene).	Keine Vergünstigungen.
Gemeinsame Nutzung	Nutzung von innerhalb der EEG produziertem Strom und Wärme.	Nutzung von innerhalb der BEG produziertem Strom.

Tabelle 1: Übersicht über EEG und BEG. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Neubarth 2020, S. 3 und Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften 2024b, online

Wie in Tabelle 1 ersichtlich ist, sind beide Formen der Energiegemeinschaft grundsätzlich ähnlich. Wesentliche Unterschiede zwischen Bürgerenergiegemeinschaften (BEG) und Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEG): Während BEG offen für alle natürlichen und juristischen Personen sind, beschränkt sich die Teilnahme an EEG auf Privatpersonen, Gemeinden und kleinen bis mittleres Unternehmen (KMU). In BEG können auch Großunternehmen Stromüberschüsse verkaufen, solange sie keine Kontrolle über die Gemeinschaft ausüben oder gewinnorientiert handeln. Zudem können BEG alle Netzebenen nutzen, im Gegensatz zu EEG, die auf die unteren Netzebenen (4 bis 7) beschränkt sind. EEG-Teilnehmer*innen erhalten Vergünstigungen bei den Netznutzungsgebühren, da sie durch lokale Stromnutzung die höheren Netzebenen entlasten. Im Gegensatz dazu dürfen in BEG keine Vergünstigungen für Netznutzungsgebühren beansprucht werden. Auch ist der Austausch von Wärmeenergie nur für EEG erlaubt, BEG sind auf Strom beschränkt.



4. Einblick

in Salzburgs Quartiere und deren Beitrag zur Erreichung der Klimaziele des Landes Salzburg

Angesichts des Ziels der EU, bis 2050 klimaneutral zu werden (Europäisches Parlament 2019, online), hat auch Österreich eine umfassende Strategie entwickelt, um dieses Ziel auf nationaler Ebene zu erreichen (Bundesministerium für Klimaschutz 2024, online). Im Rahmen dieser nationalen Bemühungen entwickelte auch das Bundesland Salzburg einen eigenen Plan, der mit den Klimaneutralitätszielen im Einklang steht. Eine zentrale Frage, die sich dabei stellt, ist, wie dieses Ziel auch in peripheren Siedlungsgebieten Salzburgs vorangetrieben werden kann. Diese Gebiete stehen oft vor einzigartigen Herausforderungen hinsichtlich der Infrastruktur und der Erreichbarkeit. Die Förderung erneuerbarer Energien, die Optimierung der Energieeffizienz von Gebäuden und Infrastrukturen sowie die Entwicklung maßgeschneiderter technischer und organisatorischer Lösungen sind entscheidende Schritte, um die Klimaneutralität in diesen Gebieten voranzutreiben. Darüber hinaus erfordert es eine aktive Einbindung der lokalen Gemeinschaften, um maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln, die den spezifischen Bedürfnissen und Gegebenheiten dieser Regionen gerecht werden.

Im Bundesland Salzburg gibt es einen mehrstufigen Plan, der in zehnjährigen Schritten eine fortschreitende Reduktion der Treibhausgasemissionen vorsieht und gleichzeitig den Ausbau von erneuerbaren Energien forciert (siehe Abbildung 6). Für das Zieljahr 2050 soll Salzburg nicht nur klimaneutral, sondern auch energieautonom (bzw. energieautark) sein.

Die Hauptverursacher von Treibhausgasen in Salzburg sind vor allem der Verkehr, die Industrie, Gebäude und der Energiesektor. In einer Zwischenbilanz für das Jahr 2017 erschien das Erreichen der Ziele für das Jahr 2020 noch schwierig. So konnte die Treibhausgasemission in der Bundesländer-Luftschadstoffinventur absolut gemessen zwischen 2005 und 2017 lediglich um etwa 5% reduziert werden (Baumann et al. 2021, 20). Bis zum Jahr 2020 konnte schlussendlich immerhin eine Reduktion von etwa 15% realisiert werden (Anderl et al. 2022, 116). Das deklarierte Ziel einer Reduktion um 30% wurde dennoch weit verfehlt. Der Anteil an



erneuerbaren Energien gemessen am Gesamtverbrauch mit 54 % (s. Abbildung 6) liegt hingegen bereits über dem Zielwert (Bundesministerium für Klimaschutz, 19).

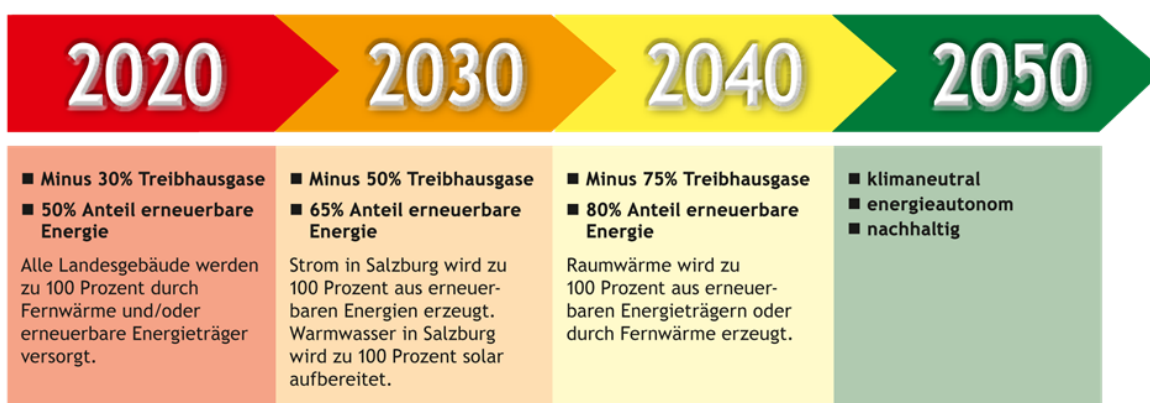


Abbildung 6:
Stufenplan Salzburg 2050 zur Erreichung
der Klimaziele, Quelle: Land Salzburg 2021,
online

Die dezentrale erneuerbare Energieversorgung stellt eine Möglichkeit dar, um Quartiere im peripheren Raum mit Energie zu versorgen und damit die Treibhausgasbelastung, die durch Energieproduktion entsteht, zu verringern. Durch die Möglichkeiten rund um EEG und BEG sind zudem die rechtlichen Grundlagen für den privaten Betrieb von Anlagen und anschließenden Handel mit Energie im peripheren Raum gegeben. Im Bundesland Salzburg befinden sich aktuell 26 eingetragene Energiegemeinschaften – das Potenzial ist demnach bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Das vorliegende Projekt soll Antworten zur Frage finden, wie die Errichtung und das Betreiben von Anlagen zur erneuerbaren Energieproduktion in peripheren Quartieren vorangetrieben werden kann. Wichtige Faktoren dabei sind, dass möglichst hohe Effizienz realisiert wird und vorteilhafte Effekte auf sozialer, ökonomischer und ökologischer Ebene für alle Beteiligten entstehen. In diesem Zusammenhang gilt es herauszufinden, was zentrale Motive für Stakeholder sind, um dezentrale erneuerbare Energiesysteme in peripher gelegenen Quartieren zu implementieren.

Zu diesem Zweck wurden zwei Herangehensweisen gewählt:

- 1) eine technische Simulation – um zu zeigen, was durch Implementierung dezentraler erneuerbarer Energieversorgung möglich ist – und
- 2) eine Bürger*innenbefragung, die Aufschluss darüber geben soll, wie der Wissensstand und die Einstellung gegenüber Technologien zur erneuerbaren Energieproduktion bei den Bewohner*innen der Quartiere sind.



4.1. Methodik und empirische Vorgehensweise

Folgende Schritte wurden vorgenommen:

Schritt 1

Definition der Quartiere: Auswahl der Gemeinden sowie Identifikation von Quartieren in den Gemeinden, die untersucht werden sollten.

Die zu untersuchenden Quartiere wurden nach zuvor festgelegten Kriterien ausgewählt. Primäre Charakteristika umfassten das Baujahr und die Nutzungsart der Immobilien sowie demographische Aspekte. Es sollten keine Neubauten und vordergründig Einfamilienhäuser im Eigenbesitz untersucht werden. Zudem sollten die Siedlungsgebiete möglichst homogen im Sinne der GFZ/GRZ in der Bebauung sein, um Vergleichbarkeit zuzulassen. Via SAGIS und anderen Orthofotodiensten wurde im Kartenstudium eine Vorauswahl von möglichen Quartieren getroffen. Daraufhin wurden im März und April 2023 persönliche Begehungen durchgeführt, um die Eignung der Quartiere im Lokalausgensein zu bestätigen, die tatsächlichen Grenzen des Untersuchungsgebiets liegenschaftsgenau festzulegen und mit Anrainer*innen sowie lokalen Vertreter*innen im persönlichen Gespräch in Kontakt zu treten. Eine endgültige Auswahl der Gebiete erfolgte Ende April 2023.

Schritt 2

Technische Simulation: Veranschaulichung von möglichen Autarkiegraden.

Der technische Teil des Projekts befasste sich mit den Energieflüssen in den ausgewählten Quartieren. Deren elektrischer Endenergiebedarf wurde aus Erhebungen und statistischen Mitteln ermittelt und die Potentialflächen innerhalb der geographischen Grenzen abgeschätzt. Basis hierfür waren Daten, die vom Energieversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt wurden. Das Konzept eines auf erneuerbaren Energien basierenden dezentralen Systems wurde mit Hilfe eines Modellierungswerkzeugs angewandt, um das Zusammenspiel zwischen schwankenden erneuerbaren Energiepotenzialen, Energiespeicher und dem Energiebedarf zu analysieren. Die Ergebnisse daraus zeigen ein theoretisches Potenzial und sollen veranschaulichen, welche technischen Lösungen möglich und notwendig wären, um ein bestimmtes Ausmaß der Energieautarkie realisieren zu können.

Schritt 3

Befragung: Schriftliche Befragung mittels online-Fragebogen im Zeitraum Mai 2023 in den zuvor definierten Quartieren.

Um zu ermitteln, wie die Stimmung und der Wissensstand hinsichtlich dezentraler erneuerbarer Energieproduktion in den Quartieren sind, wurde ein online-Fragebogen erstellt. Für das Fragebogen-Design wurden im ersten Schritt Studien herangezogen, die bereits Befragungen im Bereich dezentrale erneuerbare Energien und Energiespeichersysteme durchgeführt haben. In Summe konnten dadurch sechs inhaltliche Schwerpunkte für den Fragebogen festgelegt werden: ein demografischer Teil; ein Teil zur Wohnsituation; ein Teil zum Wissensstand und Betriebserfahrung mit dezentraler erneuerbarer Energieproduktion; ein Teil zu den Motivationsfaktoren in Bezug auf dezentrale erneuerbare Energieproduktion; ein Teil zu Energiespeichersystemen und ein Teil zu Energiegemeinschaften:

1. **Demografie:** Fragen zur demografischen Zusammensetzung der Teilnehmer*innen,

wie Alter, Geschlecht, Wohnhaft und die finanzielle Situation.

2. **Wohnsituation:** Fragen über die Wohnsituation der Teilnehmer*innen, einschließlich des Wohnortes, Haushaltsgröße, Art der Wohnimmobilie, Eigentumsverhältnisse und Art der Bereitstellung von elektrischer und Wärmeenergie (abgeleitet von Ambrosio-Albala et al. 2020)
3. **Wissen und Betriebserfahrung mit dezentralen erneuerbaren Energiesystemen:** Fragen zum Wissensstand über dezentralen erneuerbaren Energiesystemen und Erhebung, inwieweit bereits Technologie zu erneuerbaren Energieproduktion zum Einsatz kommt (abgeleitet von Slijepčević, Kordej-De Villa 2021).
4. **Motivationsfaktoren hinsichtlich dezentraler erneuerbarer Energiesysteme:** Erfassung der Gründe und Motivationen der Teilnehmer*innen für die Nutzung oder das Interesse an dezentralen erneuerbaren Energiesystemen mit Fragen rund um Umweltbewusstsein, Kostenersparnis, Unabhängigkeit vom öffentlichen Netz bzw. ökonomische, ökologische und soziale Aspekte (abgeleitet von Flacke, Boer 2017; Khalid et al. 2021).
5. **Energiespeichersysteme:** Fragen zu Interesse und Wissensstand der Teilnehmer*innen von Energiespeichersystemen (abgeleitet von Ambrosio-Albala et al. 2020).
6. **Energiegemeinschaften:** Fragen nach dem Wissen rund um Energiegemeinschaften und dem Bereitschaftspotenzial mit Energie zu handeln (abgeleitet von Georgarakis et al. 2021).

Die Stichprobenbildung für die Befragung fand in den zuvor definierten Quartieren der entsprechenden Gemeinden statt. Haushalte wurden direkt zur Teilnahme an der Befragung gebeten. Dies erfolgte, wenn jemand anzutreffen war, durch ein kurzes Gespräch und eine Erklärung zum Projekt, oder wenn niemand anzutreffen war, durch Zurücklassen eines Briefes mit den relevanten Informationen. Auf diese Art und Weise wurden 318 Haushalte zur Teilnahme an der Befragung aufgefordert.

Schritt 4

Auswertung: Auswertung der Befragungsergebnisse.

Der Modus des Online-Fragebogens erlaubte eine schnelle und einfache softwarebasierte Auswertung auf deskriptiver und statistischer Ebene. Für die Erstellung der Abbildungen in diesem Dokument wurde Microsoft Excel herangezogen und für die Auswertungen das Statistik-Programm SPSS. Ausgewertet wurde mithilfe von Mittelwertvergleichen.

Schritt 5

Ergebnispräsentation: Präsentationen in den Gemeinden und Diskurs zu den Implikationen aus den Ergebnissen.

Mit den Präsentationen bei den Gemeinden stand der Transfer und Austausch von Wissen für mögliche Folgeaktivitäten im Fokus.

4.2. Definition der Quartiere

Nachfolgend ersichtlich sind die definierten Quartiere. Primär wurden die Quartiere auf die Bebauungsstruktur und das Solarpotenzial untersucht, da sich die PV-Technologie als vielversprechendste Technologie zur Implementierung von kleinstrukturierten dezentralen erneuerbaren Energien erweist. Hintergrund dafür ist, dass theoretisch jedes Gebäude – sofern die statischen Voraussetzungen gegeben sind – mit PV Technologie ausgestattet werden könnte.

In den Quartieren wurde bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Energiegemeinschaft gegründet

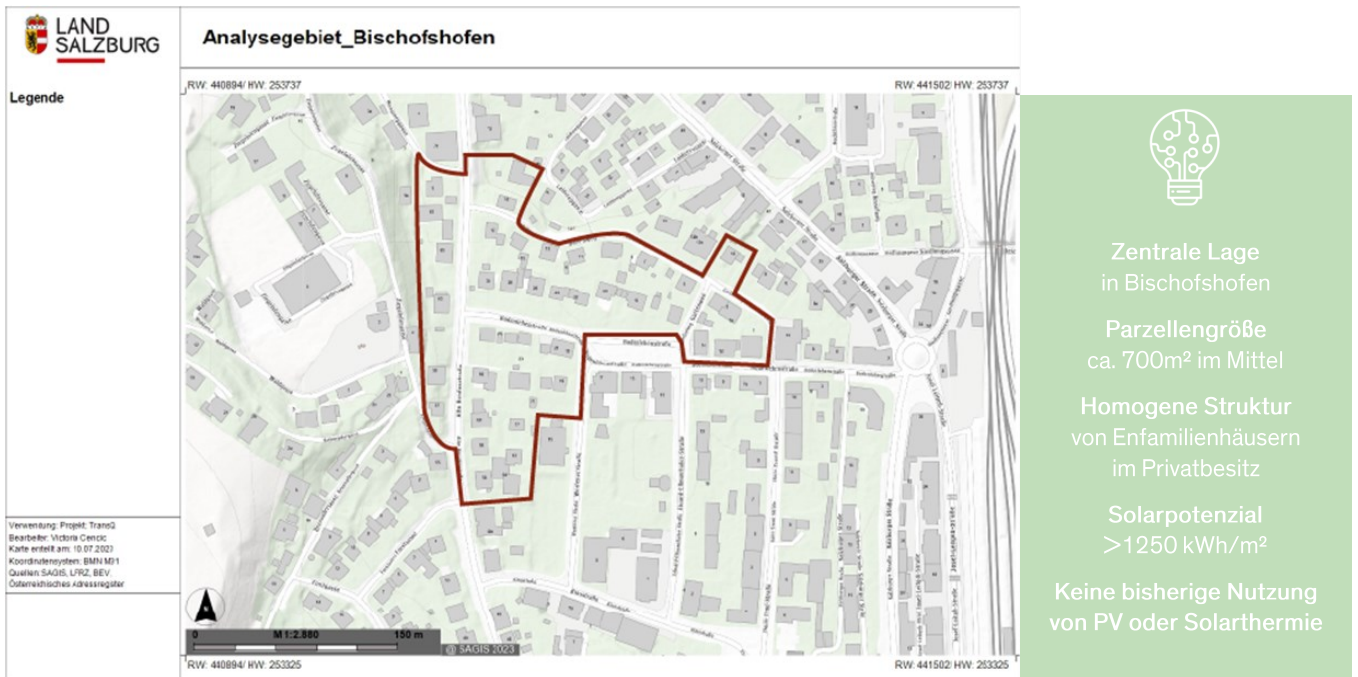


Abbildung 7:
Quartiersareal Bischofshofen Bodenlehen-
straße

Mittersill Lendstraße

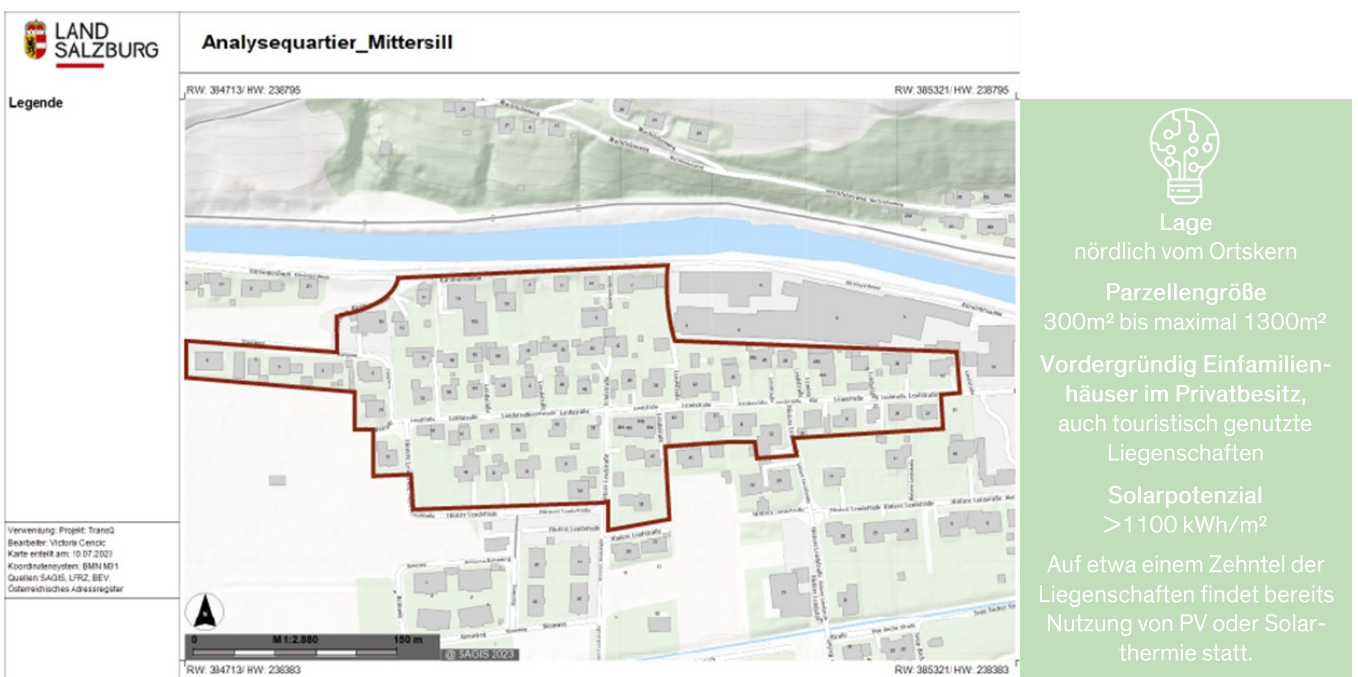


Abbildung 8:
Quartier Mittersill Lendstraße

Wagrain



Abbildung 9:
Quartier Wagrain Haid

Wagrain Grubstraße

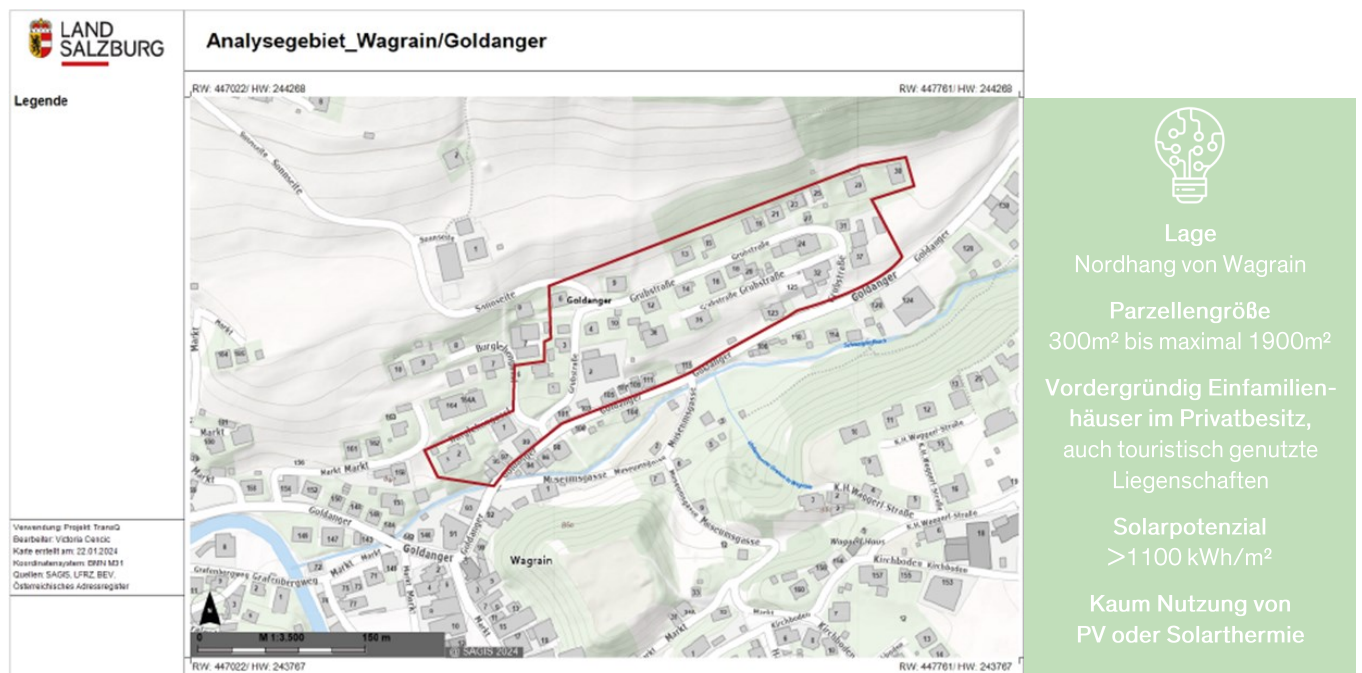
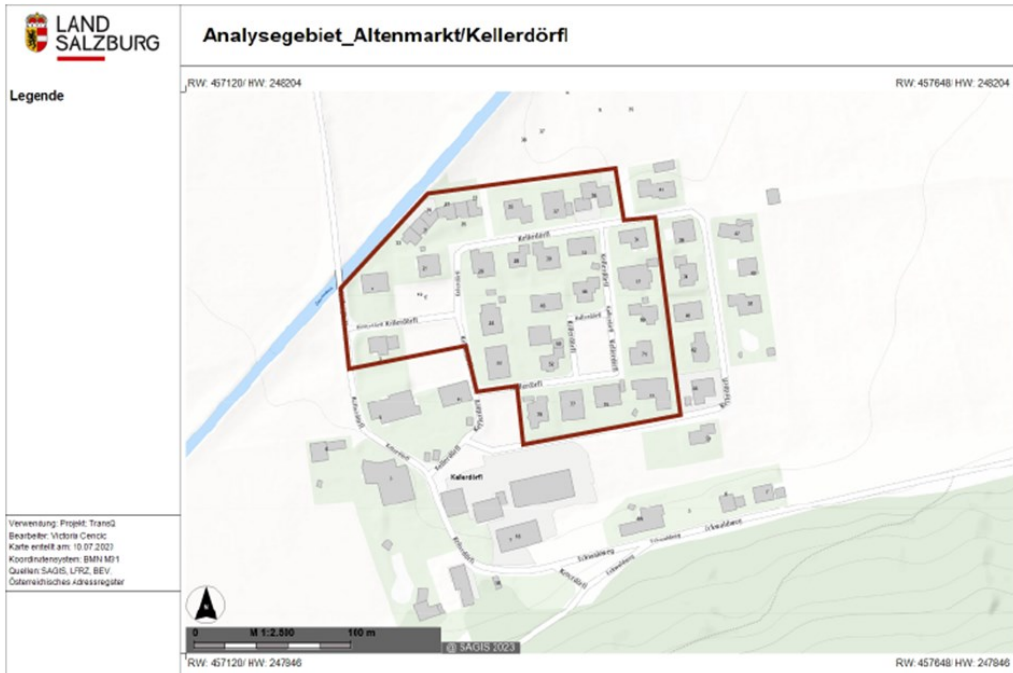


Abbildung 10:
Quartier Wagrain Grubstraße

Altenmarkt Götschlau



Lage
im Süden von Altenmarkt

Parzellengröße
ca. 800m² im Mittel

Homogene Struktur
von Einfamilienhäusern
im Privatbesitz

Solarpotenzial
>1100 kWh/m²

Kaum Nutzung von
PV oder Solarthermie

Abbildung 11:
Quartier Altenmarkt Kellerdörf

Radstadt Schloßstraße und Burgfried



Lage
Nordhang von Radstadt

Parzellengröße
ca. 700m² im Mittel

Vordergründig Einfamilien-
häuser im Privatbesitz,
auch touristisch genutzte
Liegenschaften

Solarpotenzial
>1100 kWh/m²

Kaum Nutzung von
PV oder Solarthermie

Abbildung 12:
Quartier Radstadt Schloßstraße und Burg-
fried

Radstadt Ennsweg

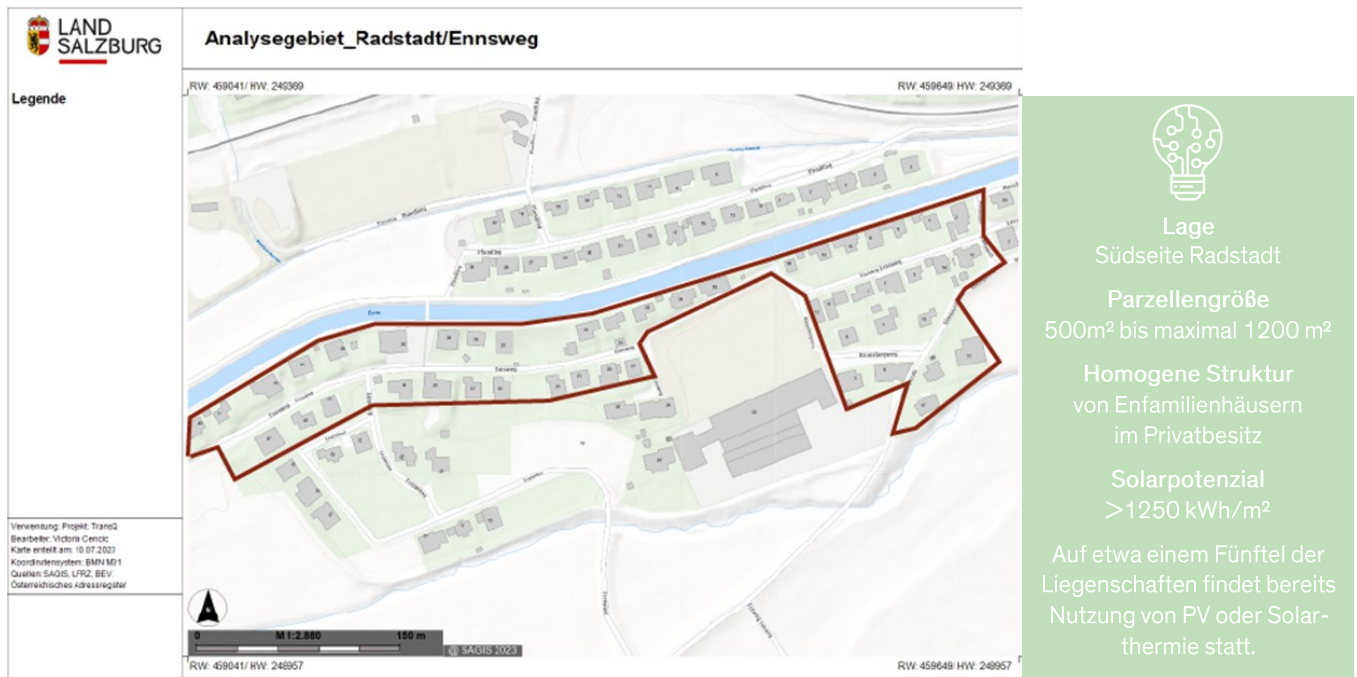
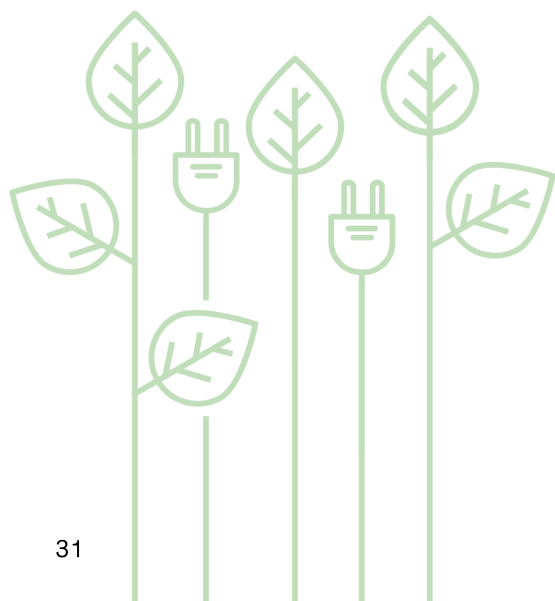


Abbildung 13:
Quartier Radstadt Ennsweg



5. Erkenntnisse

#1 Technische Simulation

In der technischen Simulation wurden Gebäude im Gemeindebesitz auf das maximale theoretische PV-Potenzial überprüft. Zunächst wurde mit Daten aus dem Jahr 2022 die aktuelle Energiesituation der Gemeinden analysiert. Die Daten mit den Lastprofilen wurden von der Salzburg AG mit der Genehmigung der Stadtgemeinde Radstadt zur Verfügung gestellt und dienten als Basis für die Simulation. Anschließend wurde ein Szenario eines dezentralen Energiesystems für die Gemeinden entwickelt. Das Ziel hierbei war es zu zeigen, welche Autarkiegrade bei der Stromversorgung für Gemeindeliegenschaften theoretisch bei der maximalen Integration von PV-Anlagen erreichbar wären.

Grundsätzlich wurden Liegenschaften in Gemeindebesitz ausgewählt, um die aktuelle Energiesituation in den Gemeinden zu repräsentieren. Klassischerweise waren Gebäude wie etwa der Bauhof, ein Altstoffsammelzentrum, das Rathaus, etc.; aber auch Sektoren wie die öffentliche Beleuchtung von der Analyse tangiert. Wie in Abbildung 14 dargestellt, war der gewerbliche Sektor mit über 79 % des Gesamtverbrauchs der gemeindeeigenen Liegenschaften der größte Verbraucher. Die anderen Verbraucher waren öffentliche Beleuchtung, Haushalt und Warmwasserspeicher und Nachtspeicherheizung (Verbrauch in absteigender Reihenfolge).

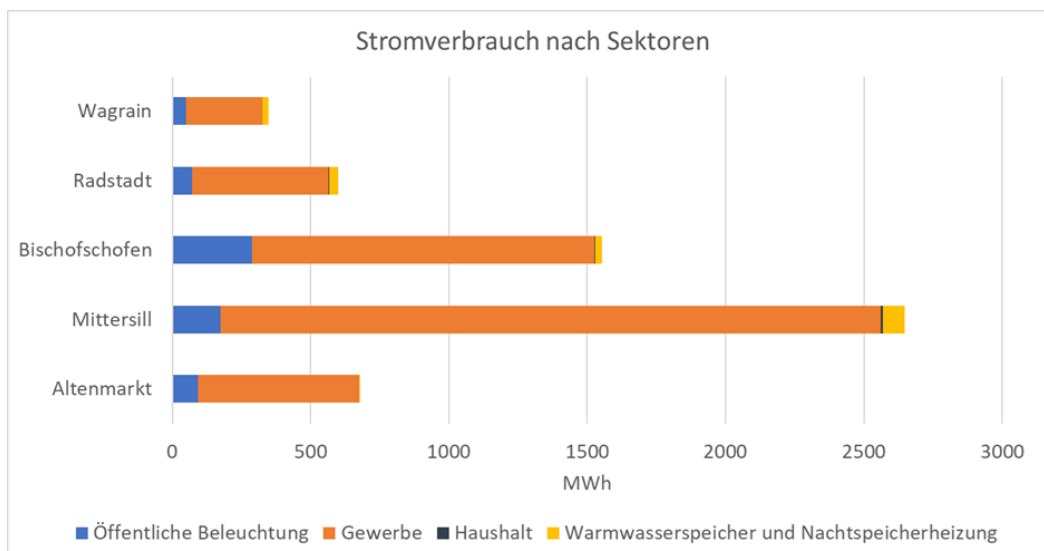


Abbildung 14::
Stromverbrauch nach Sektoren in allen
Gemeinden. Eigene Darstellung

Alle Modellgemeinden haben bereits auf einem Teil ihrer Liegenschaften PV-Anlagen installiert. Abbildung 15 zeigt, dass Radstadt im Jahr 2022 mit 22,3% der größte Ausführer von PV-Strom war. Die anderen vier Modellgemeinden hatten vergleichsweise geringere Einspeisungen, die zwischen 0,08% und 7,40% des eigenen Jahresverbrauchs lagen. Obwohl dieser PV-Überschuss für die spätere Nutzung gespeichert werden könnte, ist die Menge zu gering für eine Umwandlung in ein autarkes lokales Energiesystem.

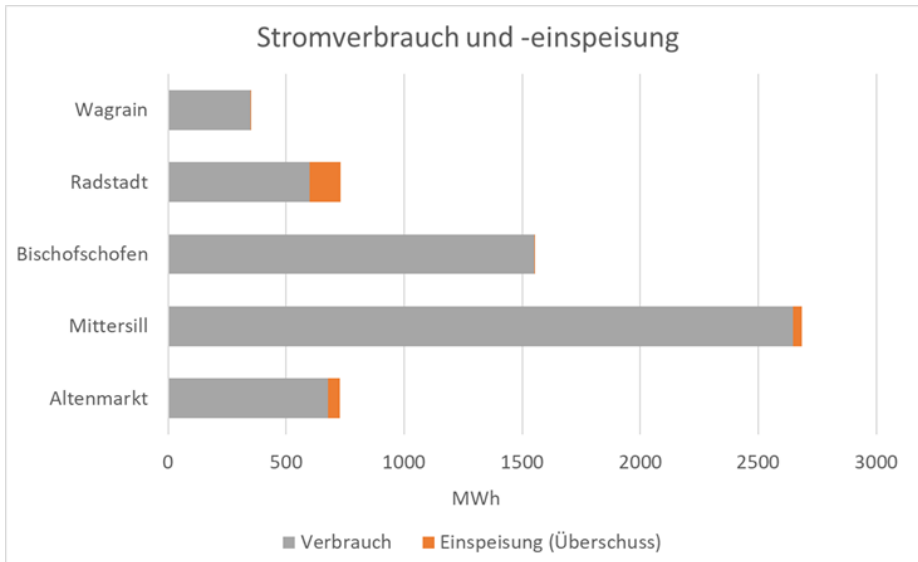


Abbildung 15:
Stromverbrauch und -einspeisung in allen
Gemeinden. Eigene Darstellung

Die bestehende Energieversorgung in allen Modellgemeinden ist stark vom Netz abhängig. Die Lücke zwischen dem Ist-Zustand und einem autarken lokalen Energiesystem kann durch eine Steigerung der lokalen Energieerzeugung und Energiespeicherlösungen geschlossen werden. In diesem Abschnitt wird ein Szenario eines auf erneuerbaren Energien basierenden dezentralen Systems für die Modellkommunen mittels Simulation untersucht. Hierfür wurden die Simulationssoftwares "Homer" und "Polysun SPT" verwendet. Das Szenario wurde als ein Microgrid-System mit einer PV-Anlage und Energiespeichern konzipiert. Die PV-Anlage wurde so dimensioniert, dass sie die Tagesspitzenlast abdecken kann. Abbildung 16 zeigt den PV-Ertrag und Stromverbrauch an einem typischen sonnigen Tag am Standort. Tagsüber war die Last gering, so dass eine große Menge an überschüssigem PV-Strom vorhanden war. Anstatt den Überschuss einfach in das Netz zu exportieren, wurde ein Energiespeicher simuliert, um den Strombedarf zu einem späteren Zeitpunkt zu decken.

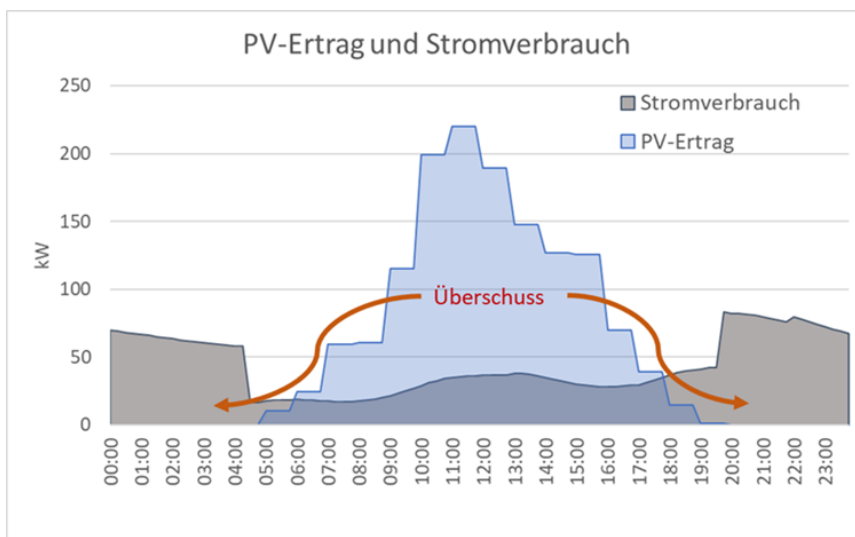


Abbildung 16:
PV-Ertrag und Stromverbrauch an einem
typischen sonnigen Tag. Eigene Darstellung

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der potenziellen PV-Produktion und der mögliche Autarkiegrad für jede Gemeinde aufgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine große PV-Anlage, deren Jahresproduktion größer ist als der Jahresverbrauch, nicht unbedingt zu einem guten Selbstversorgungsgrad führt. Ein guter Autarkiegrad wird auch dann erreicht, wenn die jährliche PV-Produktion den Jahresverbrauch nicht vollständig deckt. Die Hinzufügung von Energiespeichern zum lokalen Energiesystem verbessert die Autarkie in allen Fällen. Die kombinierte Wirkung von PV-Produktion, Lastprofilen und Speichergröße ist der entscheidende Faktor für den möglichen Autarkiegrad.



	Altenmarkt	Mittersill	Bischofs-hofen	Radstadt	Wagrain
PV-Leistung [kWp]	464	1000	290	1466	613
Potential Energieertrag [MWh/Jahr]	471	1144	350	1442	617
Verbrauch [MWh/Jahr]	218	1459	555	377	348
Autarkiegrad ohne Energiespeicher	52,9%	70,5%	37,1%	75,2%	51,3%
Autarkiegrad mit Energiespeicher	82,8%	84,0%	47,0%	86,0%	58,1%

Tabelle 2:
Simulationsergebnisse für alle Gemeinden.
Eigene Darstellung

Die Simulation zeigt ein deutliches Problem, dass bereits thematisiert wurde. Überschüsse können tagsüber nicht verbraucht werden. Um Einspeisung in das Netz zu vermeiden sind Energiespeicher eine gute Option, die jedoch auch mit erheblichen Kosten verbunden ist.

Für das primäre Ziel Energie unmittelbar, d.h. ohne Zwischenspeicherung zu nutzen, empfiehlt es sich daher auch für Gemeinden bzw. Kommunen über die Möglichkeiten einer EEG nachzudenken.

#2 Befragung

Von 318 Haushalten haben insgesamt 38 Personen den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Das entspricht einer Rücklaufquote von etwa 12 %. Teilgenommen haben 15 Frauen und 22 Männer, eine Person hat keine Angaben zum Geschlecht gemacht. Die Teilnahmeaktivität in den Gemeinden war recht unterschiedlich: in Summe nahmen 4 Personen aus Bischofshofen, 7 Personen aus Altenmarkt, 9 Personen aus Radstadt, 5 Personen aus Wagrain und 12 Personen aus Mittersill an der Befragung Teil. Eine Person gab die Postleitzahl nicht an.

Die Vorauswahl der Quartiere in Bezug auf die festgelegten Parameter verlief erfolgreich, da 36 der 38 befragten Angaben in einem Einfamilienhaus zu leben. Nur eine Person gab an, auf Miete in einer Immobilie zu leben, alle anderen Gebäude befinden sich in Eigenbesitz mit Eigennutzung. Im Schnitt leben 2,79 Personen in einem Haushalt. Die befragten Personen gaben außerdem mehrheitlich an, sich in einer gut gesicherten finanziellen Lage zu befinden. Nur 2 der 38 befragten Personen erklärte, es sei schwierig, mit dem Einkommen auszukommen.

Wahrnehmung der Proband*innen von verschiedenen Technologien zur erneuerbaren Energieproduktion

Um ein Stimmungsbild bezüglich der verschiedenen Möglichkeiten der erneuerbaren Energieproduktion zu erhalten, wurde gefragt, wie die Teilnehmer*innen zu den verschiedenen Möglichkeiten stehen. Wie man der Abbildung 17 entnehmen kann, sind die Systeme rund um Wasserkraft und der PV-Technologie am beliebtesten.

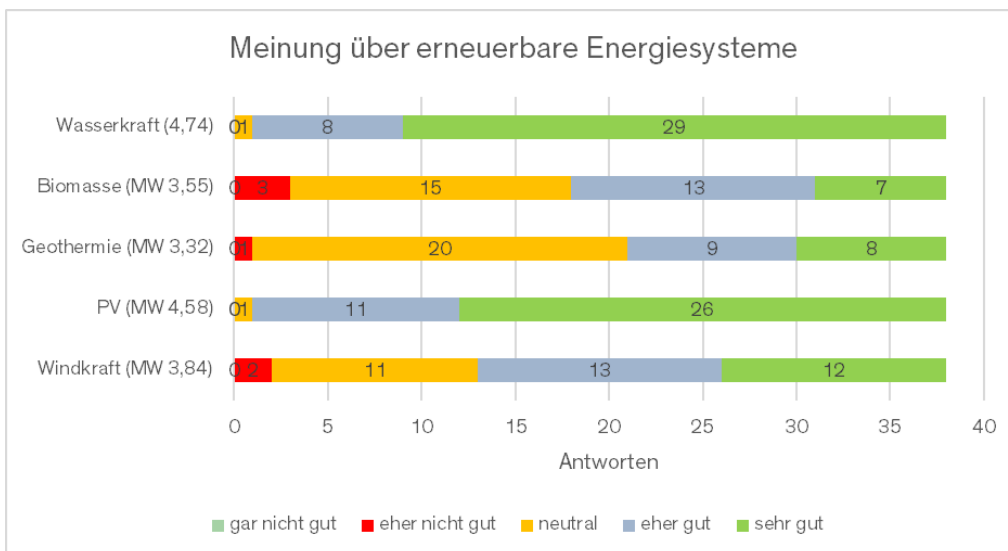


Abbildung 17:
Meinung über erneuerbare Energiesysteme.
Eigene Darstellung

Da der private Betrieb einer Wasserkraft-Anlage für die meisten Haushalte jedoch nicht möglich ist, wurde der Fokus im weiteren Verlauf auf die PV-Technologie gelegt. Denn diese Technologie ist bei den befragten Personen äußerst beliebt und es ist zumindest theoretisch möglich, PV-Technologie auf den Dächern privater Gebäude zu installieren, während die Möglichkeiten für Wasserkraft nur in absoluten Ausnahmefällen privat möglich sind.

Fragen rund um das Vertrauen, Hürden und die Gründe für eine Nutzung der PV-Technologie

Zunächst wird anhand der Abbildung 18 illustriert, inwieweit der PV-Technologie Vertrauen entgegengebracht wird. 6 Personen waren neutral eingestellt, 24 gaben an, sie hätten "eher Vertrauen" in die Technologie und 7 gaben "vollstes Vertrauen" an.

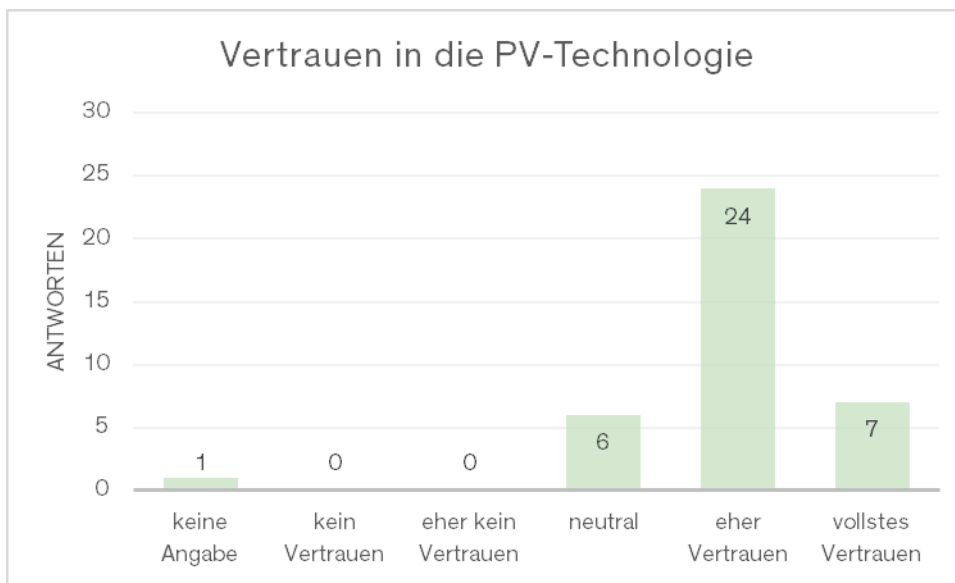


Abbildung 18:
Vertrauen in die PV-Technologie. Eigene
Darstellung

Anschließend wurden die Proband*innen zu gesellschaftlichen Bedenken, Zufriedenheit mit den vorhandenen Informationen, Verfügbarkeit der Technologie und Kosten der Technologie befragt. Wie sich zeigt, werden die Kosten mit einem Mittelwert von 2,47 als größtes Hindernis dargestellt – und das, obwohl der Großteil der Personen angab, sich in einer finanziell gesicherten Lage zu befinden. Die Verfügbarkeit (Mittelwert 2,53) wurde als zweitgrößtes Hindernis angesehen.

Die nachfolgende Abbildung 19 illustriert die Ergebnisse:



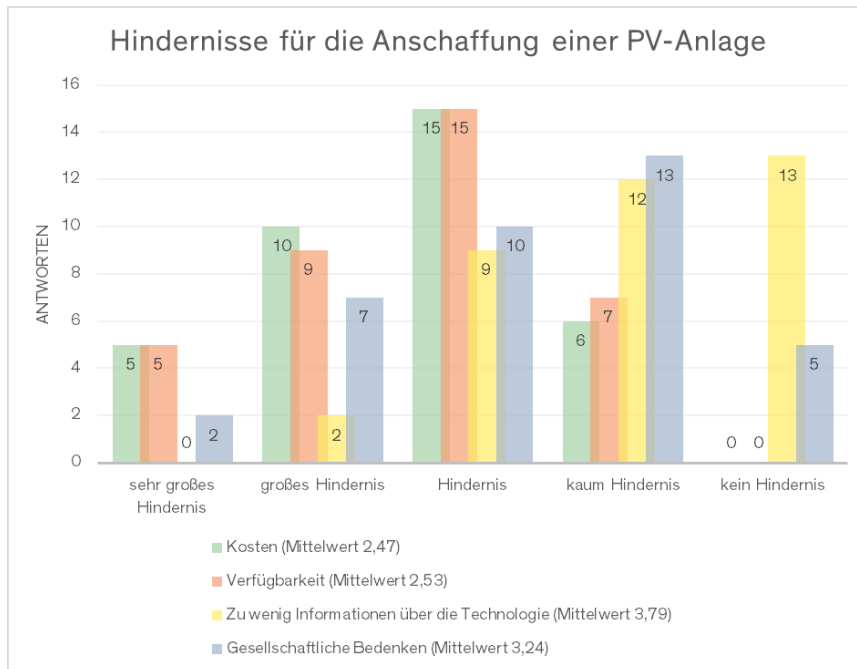


Abbildung 19:
Hindernisse für die Anschaffung einer PV-Anlage. Eigene Darstellung

Weiters wurden die Teilnehmer*innen gefragt, ob sie die PV-Technologie wegen finanzieller, ökologischer, oder sozialer Gründe verwenden würden. Interessanterweise ist der finanzielle Faktor mit einem Mittelwert von 3,71 niedriger, als ökologische und soziale Faktoren (Mittelwert von je 3,95). Das bedeutet, dass finanzielle Gründe zwar wichtig sind, die befragten Personen ökologische und soziale Aspekte im Zusammenhang mit der PV-Technologie aber noch wichtiger finden. Die Abbildung 20 zeigt die Ergebnisse grafisch:

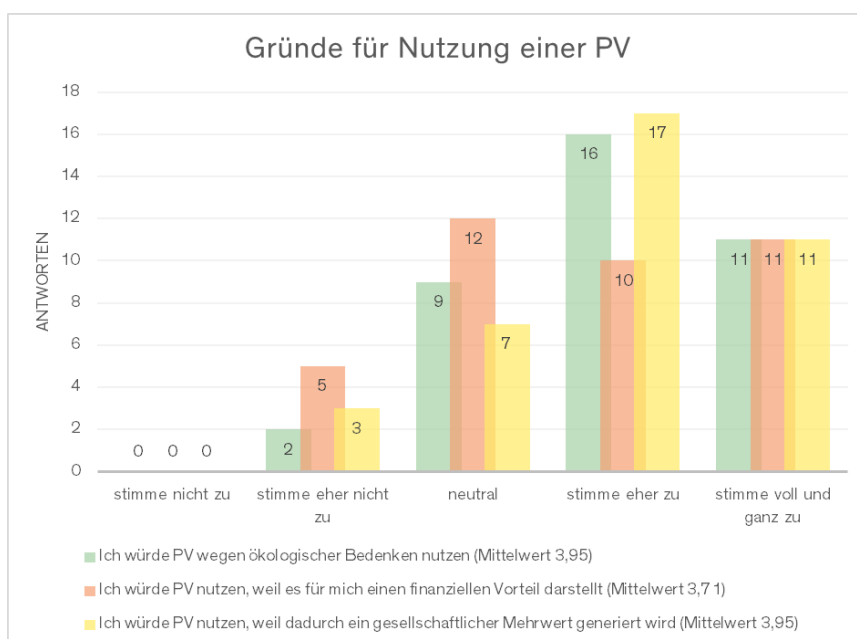
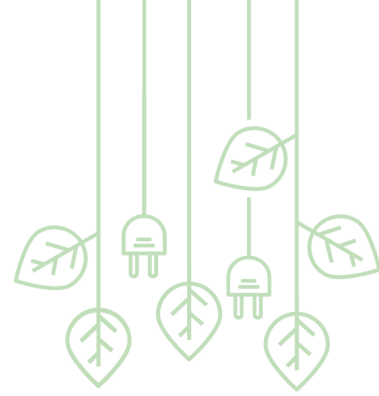


Abbildung 20:
Gründe für die Nutzung einer PV-Anlage.
Eigene Darstellung



Zusätzlich wurde ermittelt, welchen Einfluss Ökologie, Ökonomie und Soziales auf die Wahrnehmung von PV-Technologie haben. Es zeigt sich, dass sowohl, soziale, ökonomische als auch ökologische Bedenken Einfluss auf die Meinung zur PV-Technologie haben. Für soziale Bedenken wurde ein Korrelationskoeffizient von 0,443 ermittelt, für ökonomische Bedenken ein Wert von 0,250 und für ökologische Bedenken ein Wert von 0,311. In der Interpretation markiert ein höherer Wert einen stärkeren Zusammenhang. Insofern scheinen soziale Bedenken den stärksten Einfluss auf die Meinung über die PV-Technologie zu haben. **Die Proband*innen gaben an, sie würden die PV-Technologie gerne nutzen, weil sie sich erwarten, dass dadurch ein sozialer Mehrwert entsteht.** Dazu gehören Dinge wie die Reduzierung von Energiearmut, eine faire Verteilung von Energie und eine allgemeine Erhöhung des Lebensstandards.

Fragen zur Bereitschaft, Energie zu teilen und mit Energie zu handeln

Zunächst sollte ermittelt werden, wie groß die Bereitschaft ist, selbst produzierten Strom weiterzugeben. Hierfür wurden die Teilnehmer*innen gefragt, ob sie bereit dazu wären, anderen Personen oder Haushalten Energieüberschüsse zur Verfügung zu stellen. Es gab zwei Varianten, nämlich die Energieüberschüsse unentgeltlich zu teilen, oder mit Energieüberschüssen entgeltlich zu handeln. Wie sich zeigt, ist grundsätzlich eine hohe Bereitschaft für beide Varianten vorhanden. Es gaben in Summe nur 7 Personen an, sie würden selbst produzierte Energieüberschüsse nicht unentgeltlich teilen, bzw. 2, sie würden selbst produzierte Energie nicht entgeltlich handeln. Abbildung 21 zeigt die Ergebnisse, und die Balken ganz rechts markieren den Anteil an Personen, die nicht dazu bereit sind, Energie in irgendeiner Form weiterzugeben.

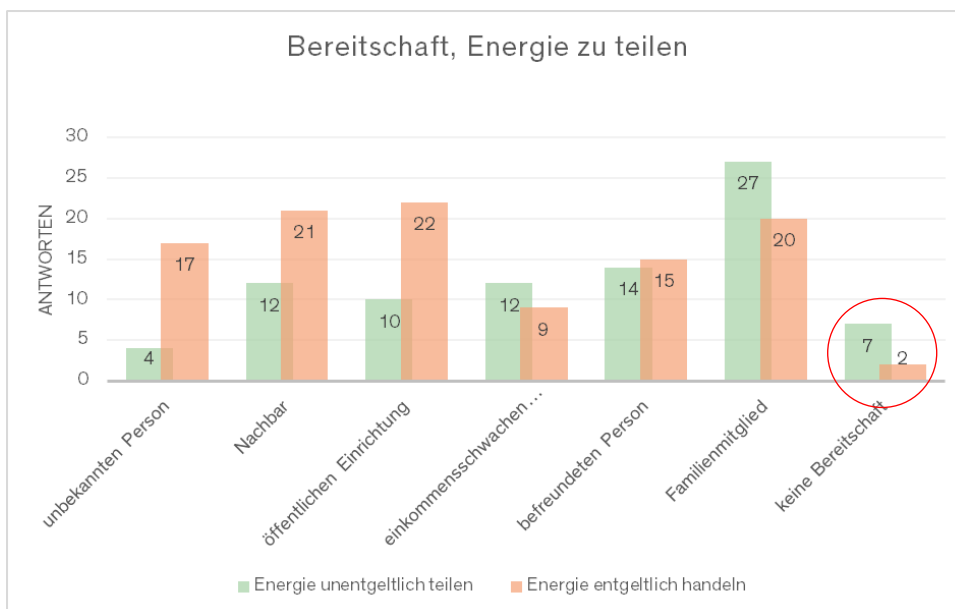


Abbildung 21:
Bereitschaft, Energie entgeltlich oder unentgeltlich zu teilen. Eigene Darstellung

Anschließend wurden Personen befragt, welche Höhe der Vergütung sie für angemessen halten würden.

Es wird angenommen, dass eine höhere Vergütung pro Kilowattstunde positiven Einfluss auf die Bereitschaft hat, mit Energie zu Handeln. Eine Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Bereitschaft, Energie gegen Entgelt zu handeln und der erwarteten Vergütung ergibt, dass

die Wahrscheinlichkeit der Bereitschaft zum Handeln von Energie steigt, wenn die Einspeisevergütung steigt.

Weiters wird angenommen, dass die Bereitschaft, mit Energie zu handeln, auch von dem erwarteten sozialen und ökologischen Mehrwert abhängt. Auch hier konnte ein positiv gerichteter Zusammenhang ermittelt werden. Personen, die glauben, dass durch den Handel von Energie soziale und/oder ökologische Vorteile entstehen, sind eher dazu bereit.

Betreiben eines Energiespeichers durch Akkumulatoren oder Wasserstoff

In der Befragung wurde die persönliche Einstellung gegenüber den Technologien zu Energiespeicherung sowie die Bereitschaft, jene Technologie zu betreiben abgefragt. Es zeigt sich anhand der Abbildung 22, dass 33 Personen sich vorstellen können, einen Batteriespeicher zu betreiben, und nur 3 der befragten Personen sich einen Betrieb eines Elektrolyseurs zur Wasserstoffproduktion vorstellen können. Es sei jedoch erwähnt, dass ein hohes Maß an Interesse und Offenheit gegenüber der Wasserstofftechnologie beobachtet werden konnte. Die meisten Personen gaben jedoch an, sich zu wenig mit der Technologie auszukennen, um tatsächlich selbst einen Elektrolyseur zu betreiben.

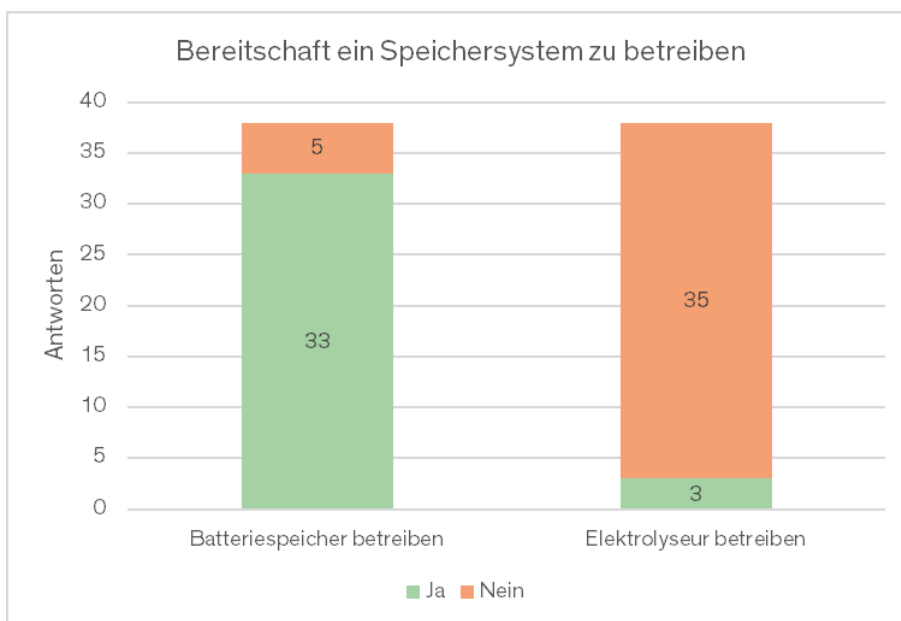


Abbildung 22:
Bereitschaft, ein Energiespeichersystem zu
betreiben. Eigene Darstellung

6. Fazit & Handlungsempfehlungen

Aufgrund der Herausforderungen, mit denen sich die Gesellschaft auf sozialer, ökonomischer und ökologischer Ebene konfrontiert sieht, wurden zahlreiche legislative Maßnahmen ergriffen, um auf diese Herausforderungen zu reagieren. Dieser Einfluss wirkt sich aber auf lange Sicht auch auf das soziale Gefüge und die ökonomische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften aus, weshalb Probleme auf ökologischer Ebene nicht von ökonomischen und sozialen Überlegungen trennbar sind.

Es liegt daher im Interesse aller, Systeme zu entwickeln, die in allen drei Bereichen – Ökologie, Ökonomie und Soziales – nachhaltig funktionieren. Die im Projektauftritt beschriebene Kreislaufwirtschaft dient als Vorbild: **Insgesamt ergänzen sich Kreislaufwirtschaft und dezentrale erneuerbare Energieproduktion, indem sie eine nachhaltige und umweltfreundliche Entwicklung fördern, Ressourcen effizient nutzen und lokale Gemeinschaften stärken.**

Im Kontext dieses Projektes wurde der Fokus auf Energieversorgung im ländlichen Raum des Bundeslandes Salzburgs gelegt, da für periphere Quartiersgebiete andere Regeln gelten als beispielsweise für große Städte. Die Kernfrage wie periphere Quartiere einen höheren Autarkiegrad bei gleichzeitiger Implementierung von nachhaltigen, erneuerbaren Energieträgern erreichen können, stand im Mittelpunkt dieses Projekts.

Ein Hauptproblem bei erneuerbaren Energien ist das Vorhandensein von Produktionstälern und -spitzen. Einfachstes Beispiel in Bezug auf die PV-Technologie: die Sonne scheint nur am Tag. Wenn man über einen möglichst hohen Autarkiegrad nachdenkt, ist daher die Berücksichtigung dieser Eigenschaften von erneuerbaren Energien essenziell.

Die zentralen Fragen sind: Was kann mit Energieüberschüssen gemacht werden und wie können Phasen überbrückt werden, in denen keine oder zu wenig Energie produziert wird? Darüber hinaus gibt es zahlreiche gesellschaftliche Aspekte, die im Zuge der Integration von dezentraler erneuerbarer Energieproduktion zu beachten sind.



Empfehlung

Es ist ratsam, das eigene Verhalten an die Eigenschaften der erneuerbaren Energieproduktion anzupassen. Wenn möglich sollen energieintensive Tätigkeiten auf Zeitpunkte gelegt werden, zu denen Energie zur Verfügung steht. Besonders im Zusammenhang mit Smart-Home Technologien gibt es hierfür bereits viele Möglichkeiten. Ein Beispiel: Wer über eine PV-Anlage verfügt, kann Geräte wie den Geschirrspüler oder die Waschmaschine dann betreiben, wenn Sonnenenergie vorhanden ist. Bei den Maschinen können etwa bestimmte Startzeitpunkte programmiert werden oder man startet sie über das Smartphone. Moderne Wärmepumpen können mit der PV Anlage vernetzt werden um vorrangig dann zu heizen, wenn Energieüberschüsse vorhanden sind.

Energiespeichersysteme sind ein weiterer Ansatzpunkt, um höhere Autarkiegrade zu realisieren. Neben der Möglichkeit, Energieüberschüsse in den Energiespeichersysteme zu "lagern", sind Speichersysteme wichtig, um Engpässe zu überbrücken. Auf das Beispiel PV bezogen bedeutet das, dass Überschüsse vom Tag in der Nacht genutzt werden können, wenn keine Sonnenenergie mehr vorhanden ist. Durch die Integration von Energiespeichern können wesentlich höherer Autarkiegrade realisiert werden.



Empfehlung

Die Integration von Energiespeichersystemen erscheint im ersten Moment als Lösung aller Probleme. Auch wenn Energiespeicher die Autarkiegrade theoretisch stark erhöhen können (wie die Simulation zeigt) sei hinzugefügt, dass Speichersysteme einen erheblichen Kostenfaktor darstellen und die Amortisationszeiten durch Integration von Speichersystemen üblicherweise länger werden. Es empfiehlt sich daher, Speichersysteme nur dort einzusetzen, wo sie unbedingt notwendig sind. Kosten-schonender und darüber hinaus ökologisch sinnvoller ist eine Anpassung des eigenen Energieverbrauchs. Dort wo Energiespeicher nötig sind, kann sich ein Großteil der Befragten vorstellen, einen Batteriespeicher vor Ort zu nutzen. Gegenüber der Wasserstoffelektrolyse gibt es Skepsis, wahrscheinlich aufgrund mangelnder Aufklärung. Wenn die Politik das Thema Wasserstoffelektrolyse fördern möchte, ist noch viel Informationsarbeit erforderlich.

Autarkiegrade lassen sich durch Speichersysteme zwar erhöhen, doch der Einsatz von Batterien ist teuer und verlangt hohen Ressourceneinsatz. Die Wasserstofftechnologie stellt einen weiteren Ansatzpunkt dar, verlangt für einen rentablen Betrieb jedoch massive Energieüberschüsse, die derzeit kaum realisierbar sind. In vielen Orten und Gemeinden sind die topographischen Gegebenheiten für die Integration verschiedener Systeme der erneuerbaren Energieproduktion vorhanden, was bedeutet, dass nicht nur die Nutzung der PV-Technologie, sondern auch Wasser- und Windkraft grundsätzlich möglich wären. Biomasse stellt eine weitere Möglichkeit dar.



Empfehlung

Die Kombination verschiedener Systeme der erneuerbaren Energieproduktion ist empfehlenswert, da Produktionsspitzen und Engpässe dadurch reduziert werden. Denn: Die Sonne scheint nur am Tag, der Wind kann jedoch auch nachts wehen und das Wasser für Wasserkraft fließt im besten Fall das ganze Jahr über. Biomasse kann dazu verwendet werden, um Zeiträume mit wenig Energieproduktion zu überbrücken. Hierfür ist die Vernetzung verschiedener Akteursgruppen notwendig, da Privatpersonen meist nicht die Möglichkeiten haben, um etwa Wasser- oder Windkraft zu nutzen, Gewerbebetriebe oder Gemeinden aber womöglich über solche Möglichkeiten verfügen.

In diesem Zusammenhang ist ein weiterer Punkt, der sich im Verlauf des Projektes als zentral herausgestellt hat, zu erwähnen: Energiegemeinschaften. Innerhalb einer Energiegemeinschaft ist es Personen möglich, Energie zu handeln oder zu verschenken. Im Vergleich zu einer Person, die ein System zur erneuerbaren Energieproduktion nur für sich selbst betreibt, kann Energie in einer Energiegemeinschaft weitaus effizienter genutzt werden. Erneuerbare Energiesysteme können durch die Gründung von Energiegemeinschaften maßgeblich an Effizienz gewinnen. Dadurch steigt in weiterer Folge auch der Autarkiegrad und der Energiebedarf von externen Energiedienstleistern wird reduziert.



Empfehlung

Die Möglichkeiten im Rahmen der Energiegemeinschaften können und sollten von Gemeinden und Privatpersonen ausgelotet werden, weil dadurch die Abhängigkeit von externen Energielieferanten sinkt und Wertschöpfung verstärkt in der Region stattfindet. Möglichkeiten der Kombination von verschiedenen Systemen zur erneuerbaren Energieproduktion werden dadurch ebenfalls erweitert.

Bei den Präsentationen bei den Gemeinden kam es zu zahlreichen Gesprächen über Energiegemeinschaften und wie sich herausstellte, gibt es viel Unsicherheiten zu dem Thema – sowohl bei der Bevölkerung und auch auf Gemeindeebene. Eine wichtige Erkenntnis war, dass viel Halbwissen vorhanden ist. Besonders der Umstand, dass Energiegemeinschaften nicht auf Gewinnmaximierung ausgerichtet sein dürfen, sorgt für Verwirrung.



Empfehlung

Die Befragung hat gezeigt, dass befragte Personen stärker an sozialen und ökologischen Vorteilen bei der Nutzung von dezentraler erneuerbarer Energie interessiert sind als an ökonomischen. Dementsprechend stellt der Umstand, dass eine EEG nicht gewinnorientiert sein darf, für viele Personen kein zentrales Hindernis dar. Trotzdem bedarf es auch in diesem Bereich Aufklärung um Unsicherheiten oder Unwissen im Zusammenhang mit der Gemeinwohlorientierung von EEG's vorzubeugen.

Die Umfrage zeigt, dass nur 2% der Befragten nicht bereit sind, ihre selbst produzierte Energie entgeltlich zu handeln, und nur 8%, sie unentgeltlich zu teilen. Das zeigt, dass ein großer Teil der befragten Personen offen für Energiegemeinschaften ist. Allerdings wissen nur 29% der Befragten, was eine Erneuerbare Energiegemeinschaft ist. In den zahlreichen informellen Gesprächen wurde jedoch deutlich, dass auch den meisten Mitgliedern dieser Gruppe nicht im Detail bekannt ist, welche rechtlichen Möglichkeiten eine Energiegemeinschaft genau bietet. Das bedeutet, dass zwar großes Interesse am lokalen Energieaustausch besteht, aber viele nicht wissen, was technisch und rechtlich bereits möglich ist und welche Vorteile daraus entstehen können.



Empfehlung

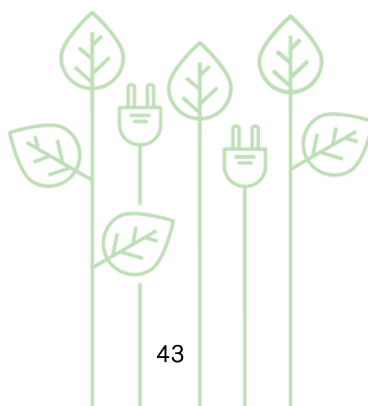
Um die Gründung von Energiegemeinschaften zu fördern bedarf es Aufklärungsarbeit, um den Menschen näherzubringen, welche Möglichkeiten sie im Bereich der dezentralen erneuerbaren Energieproduktion – und dem Handel mit der produzierten Energie – haben. Neben der Organisation von Aktivitäten auf Gemeindeebene bietet sich vor allem die Zusammenarbeit mit heimischen Energieversorgungsunternehmen an, da dieses die meiste Expertise hat und als Katalysator für Energiegemeinschaften in Salzburg auftritt.

Weiters zeigte sich in der Befragung eine zentrale Tendenz hinsichtlich ökologischer und sozialer Beweggründe für erneuerbare Energiesysteme. Das bedeutet, dass die sozialen und ökologischen Bedenken zentrale Motivation für die Implementierung von erneuerbaren Energiesystemen zu sein scheinen. Ökonomische bzw. finanzielle Aspekte sind ebenfalls wichtig, alleine jedoch womöglich nicht ausschlaggebend.



Empfehlung

Es ist wichtig zu betonen, dass ökologische und soziale Beweggründe eine entscheidende Rolle spielen und nicht nur finanzielle Aspekte. Zukünftige Informationskampagnen sollten sich daher mehr auf die ökologischen und sozialen Vorteile erneuerbarer Energien konzentrieren und nicht nur auf individuelle finanzielle Vorteile eingehen.



Die Implementierung von dezentralen erneuerbaren Energiesystemen führt zweifelsohne zu Spannungen zwischen verschiedenen Interessensgruppen. Einfaches Beispiel: während eine Gruppe womöglich Energie produzieren möchte, weil dadurch soziale oder ökologische Vorteile realisiert werden, ist eine andere Gruppe womöglich stärker an finanziellen Effekten interessiert. Die unterschiedlichen Interessenslagen führen mitunter dazu, dass Projekte nicht zustande kommen.

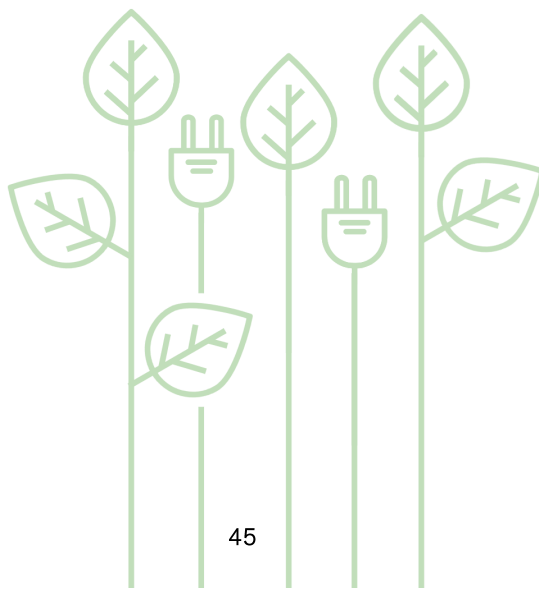


Empfehlung

Wenn dezentrale erneuerbare Energieproduktion auf Gemeindeebene gefördert werden soll, ist der Dialog und die Einbindung sämtlicher Interessensgruppen essenziell. Wichtig ist es, sich darauf zu konzentrieren die unterschiedlichen Interessenslagen so weit wie möglich zu harmonisieren und darauf aufmerksam zu machen, dass soziale, ökonomische und ökologische Mehrwerte oft Hand in Hand gehen und es dadurch potenziell zu “Win-Win” Situationen für sämtliche Beteiligte kommen kann. Gebremst wird diese Bereitschaft durch sehr viele rechtliche und wirtschaftliche Unwägbarkeiten. Damit wird der Schwung in Richtung Energiewende in Salzburg und österreichweit bremst. Die gesetzliche Auflage, wonach die Energiegemeinschaften (im Sinne des EAG 2020), im Unterschied zu etablierten Energieversorgern keine Gewinne machen dürfen, erschwere die Refinanzierung und untergrabe die Wirtschaftlichkeit von örtlichen Energiegemeinschaften. Weiters wird es notwendig sein, den Blick über Gemeindegrenzen zu fördern. Dazu braucht es finanzielle Anreize, damit die Kommunen ihre Energieüberschüsse den Nachbargemeinden zur Verfügung stellen.

7. Limitationen

Dieser Projektbericht stellt eine Zusammenfassung der durchgeführten Aktivitäten dar und soll mögliche Handlungsfelder aufzeigen, um dezentrale erneuerbare Energieproduktion in Quartieren zu fördern. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Ergebnisse lediglich eine erste Richtung aufweisen, die eingeschlagen werden kann. Eine Repräsentativität für ganz Österreich ist nicht gegeben. Zum einen, weil dafür eine weitaus höhere Stichprobe nötig wäre und zum anderen, weil jede der betrachteten Gemeinden Eigenheiten in der Topographie, den demografischen Gegebenheiten und der politischen Prägung aufweist. Mit der ausgearbeiteten Indikatorik wurde ein erster Schritt für eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse gelegt, worauf künftige Erhebungen oder weitere Forschung aufbauen können.



8. Literatur -verzeichnis

- Ambrosio-Albala, P., Upham, P., Bale, C., Taylor, P. G. (2020): Exploring acceptance of decentralised energy storage at household and neighbourhood scales: A UK survey. In: Energy Policy, Jg. 138, Nr. 111194
- Anderl, M., Gangl, M., Lambert, S., Mayer, S., Pazdernik, K., Poupa, S., Schieder, W., Stranner, G., Wieser, M., Zechmeister, A. (2022): Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2020. Wien
- Austrian Gas Grid Management AG (AAGM): Projekt „ONE100 – Österreichs nachhaltiges Energiesystem – 100 % dekarbonisiert“, 2021.
- Baumann, M., Dolna-Gruber, C., Goritschnig, W., Pauritsch, G., Rohrer, M. (2021): Energie und Treibhausgase. Analyse der Entwicklungen auf Ebene der Bundesländer. Wien
- Brandt, M., Gärtner, S. (2019): Lokale Ökonomie – Was, wer, wie auf welchen Ebenen? In: Niermann, O., Schnur, O., Drilling, M. (Hg.): Ökonomie Im Quartier. Von der Sozialräumlichen Intervention Zur Postwachstumsgesellschaft. Wiesbaden: Vieweg, 29–47
- Brauner, G. (2016a): Energiesysteme: regenerativ und dezentral. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden
- Brauner, G. (2016b): Grundlagen der dezentralen nachhaltigen Energieversorgung. In: Brauner, G. (Hg.): Energiesysteme: regenerativ und dezentral. Strategien für die Energiewende. Wiesbaden: Springer Vieweg, 17–40
- Bundesministerium für Klimaschutz: Erneuerbare Energien 2020. Entwicklung in Österreich. Wien
- Bundesministerium für Klimaschutz (2024): Die österreichische Klimaschutzstrategie/Politik. https://www.oesterreich.gv.at/themen/umwelt_und_klima/klima_und_umweltschutz/1/Seite.1000310.html
- Büttner, C., Roselt, K. (2019): Dezentrale energetische Quartiersversorgung als neues Feld lokaler Ökonomie. In: Henn, S., Behling, M., Schäfer, S. (Hg.): Lokale Ökonomie – Konzepte, Quartierskontexte und Interventionen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 229–249
- Chen, L., Msigwa, G., Yang, M., Osman, A. I., Fawzy, S., Rooney, D. W., Yap, P.-S. (2022): Strategies to achieve a carbon neutral society: a review. In: Environmental Chemistry Letters, Jg. 20, Nr. 4, 2277–2310
- Dahal, K., Juhola, S., Niemelä, J. (2018): The role of renewable energy policies for carbon neutrality in Helsinki Metropolitan area. In: Sustainable Cities and Society, Jg. 40, 222–232
- Diekmann B., Rosenthal E.: Schlussbetrachtungen. In: Energie. Springer Spektrum, Wiesbaden, 2014.
- Ellen McArthur Foundation (2019): Circular Economy Systems Diagram. <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>. Zugriff am 28.02.24

- EIWOG (2023): Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – EIWOG 2010). <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007045>. Zugriff am 28.02.24
- Europäische Kommission (2019): Europäischer Grüner Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de. Zugriff am 28.02.24
- Europäische Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
- Europäischer Rat (2023): „Fit für 55“. <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>. Zugriff am 28.02.24
- Europäisches Parlament (2019): Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden? <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet>. Zugriff am 28.02.24
- Europäisches Parlament (2021): Treibhausgasemissionen nach Ländern und Sektoren (Infografik). <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20180301STO98928/treibhausgasemissionen-nach-landern-und-sektoren-infografik>. Zugriff am 27.03.23
- Flacke, J., Boer, C. de (2017): An Interactive Planning Support Tool for Addressing Social Acceptance of Renewable Energy Projects in The Netherlands. In: ISPRS International Journal of Geo-Information, Jg. 6, Nr. 10, 313
- Fraune, C., Knodt, M., Gölz, S., Langer, K. (2019): Einleitung: Akzeptanz und politische Partizipation – Herausforderungen und Chancen für die Energiewende. In: Knodt, M., Fraune, C., Gölz, S., Langer, K. (Hg.): Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation. Gesellschaftliche Herausforderungen jenseits von Technik und Ressourcenausstattung. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS, 1–26
- Gaudchau, E., Resch, M., Zeh, A. (2016): Quartierspeicher: Definition, rechtlicher Rahmen und Perspektiven. In: Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift, Jg. 31, Nr. 2, 26
- Gedaschko, A. (2018): Klimaziele im Gebäudesektor sozialverträglich erreichen: Klimaneutralität – Hessen 5 Jahre weiter: Springer Vieweg, Wiesbaden, 70–72
- Georgarakis, E., Bauwens, T., Pronk, A.-M., AlSkaif, T. (2021): Keep it green, simple and socially fair: A choice experiment on prosumers' preferences for peer-to-peer electricity trading in the Netherlands. In: Energy Policy, Jg. 159, 112615
- Günther, M. (Hg.) (2015): Energieeffizienz durch Erneuerbare Energien. Möglichkeiten, Potenziale, Systeme. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg
- Hamdan, H. A., Andersen, P. H., Boer, L. de (2021): Stakeholder collaboration in sustainable neighborhood projects. A review and research agenda. In: Sustainable Cities and Society, Jg. 68, Nr. 102776, 1–17
- Heinze, R. G., Drewing, E. (2020): Das Quartier: soziologische Annäherungen an einen schillernden Begriff. In: Reicher, C., Schmidt, A. (Hg.): Handbuch Energieeffizienz im Quartier. Clever versorgen, umbauen, aktivieren. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Vieweg, 1–26
- Hofer, G., Grim-Schlink, M., Stipsits, A., Drexel, R., Haftner, P., Röster, I., Bürbaumer, H., Svoboda Alexander F. (2021): Pfad für die Realisierung von Plus-Energie-Arealen in Melk. Plus Energie Melk. Wien
- Hoffmann, I., Brandstätter, C. (2021): Energiegemeinschaften im EU-Winterpaket - Neue Chancen für Quartiere? In: Schriftenreihe interdisziplinäre Energieforschung des ITE, Nr. 4

- Justi, E., Brennecke, P., Kleinwächter, J. (1981): Die Funktion der Wasserstoff-Druckgas Transport- und Speicherleitung in einer Wasserstoff-Wirtschaft. Veröffentlicht in: Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 32, 153 – 185.
- Johler, M. M. (2020): 2020 Rundum umweltverträgliche Energie. Aspekte der dezentralen Stromversorgung nach den neuen Vorgaben der EU. In: ELSA Austria Law Review V, 39–45
- Kalkbrenner, B. J., Roosen, J. (2016): Citizens' willingness to participate in local renewable energy projects: The role of community and trust in Germany. In: Energy Research & Social Science, Jg. 13, 60–70
- Keppler, D. (2016): Interregionale Zusammenarbeit: Notwendigkeit und Herausforderung für informelle „Erneuerbare-Energie-Regionen“. In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, Jg. 85, Nr. 4, 115–125
- Khalid, B., Urbański, M., Kowalska-Sudyka, M., Wysocka, E., Piontek, B. (2021): Evaluating Consumers' Adoption of Renewable Energy. In: Energies, Jg. 14, Nr. 21, 7138
- Kilpeläinen, S., Aalto, P., Toivanen, P., Lehtonen, P., Holttinen, H. (2019): How to Achieve a More Resource-Efficient and Climate-Neutral Energy System by 2030? Views of Nordic Stakeholders. In: Review of Policy Research, 448-472
- Komarnicki, P., Lombardi, P., Styczynski, Z. A. (2021): Speichertechnologien und -systeme. In: Komarnicki, P., Lombardi, P., Styczynski, Z. A. (Hg.): Elektrische Energiespeichersysteme. Flexibilitätsoptionen für Smart Grids. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 143–174
- Land Salzburg (2021): Klima- und Energiestrategie SALZBURG 2050. <https://www.salzburg.gv.at/themen/umwelt/salzburg2050>. Zugriff am 28.02.24
- Max Planck Institut (2020): Elektrolyse. Wasserspaltung durch Elektrolyse. <https://www.cec.mpg.de/de/forschung/forschungsthemen-einfach-erklart/elektrolyse-max-planck-institut-cec>. Zugriff am 28.02.24
- McKenna, R., Herbes, C., Fichtner, W. (2015): Energieautarkie: Vorschlag einer Arbeitsdefinition als Grundlage für die Bewertung konkreter Projekte und Szenarien. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft, Jg. 39, Nr. 4, 235–252
- Müller, M. O., Stämpfli, A., Dold, U., Hammer, T. (2011): Energy autarky: A conceptual framework for sustainable regional development. In: Energy Policy, Jg. 39, Nr. 10, 5800–5810
- Neubarth, J. (2020): Energiegemeinschaften im zukünftigen österreichischen Strommarkt. Erforderliche Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung
- Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften): Landkarte. <https://energiegemeinschaften.gv.at/landkarte/>. Zugriff am 26.04.24
- Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften (2024a): Rechtliche Grundlagen. <https://energiegemeinschaften.gv.at/rechtsgrundlagen/>. Zugriff am 29.01.24
- Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften (2024b): Was sind Energiegemeinschaften? <https://energiegemeinschaften.gv.at/formen-von-energiegemeinschaften/>. Zugriff am 26.04.24
- Prox, M. (2022): Circular Economy. In: Schwager, B. (Hg.): CSR und Nachhaltigkeitsstandards. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler, 261–274
- Rieg, L., Meyer, A., Bertignoll, H. (2019): Potentiale der Kreislaufwirtschaft zur Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen. In: BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, Jg. 164, Nr. 4, 169–172
- Roth, L., Yildiz, Ö., Lowitzsch, J. (2021): An Empirical Approach to Differences in Flexible Electricity Consumption Behaviour of Urban and Rural Populations—Lessons Learned in Germany. In: Sustainability, Jg. 13, Nr. 16, 9028

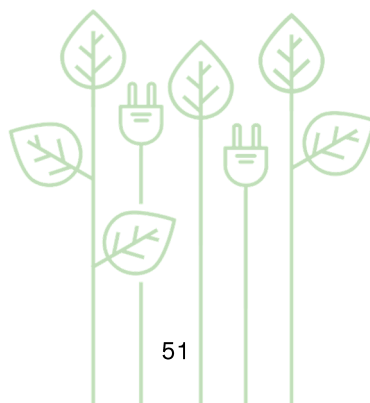
- Salzburg Netz (2023): Netzstruktur Strom. <https://www.salzburgnetz.at/stromnetz/netzstruktur.html>. Zugriff am 28.02.24
- Sanguino, R., Barroso, A., Fernández-Rodríguez, S., Sánchez-Hernández, M. I. (2020): Current trends in economy, sustainable development, and energy: a circular economy view. In: *Environmental science and pollution research international*, Jg. 27, Nr. 1, 1–7
- Scheer, H. (2010): 100% JETZT! Der Energethische Imperativ. Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist. Kunstmann Verlag, München
- Schnur, O. (2014): Quartiersforschung im Überblick: Konzepte, Definitionen und aktuelle Perspektiven. In: Schnur, O. (Hg.): *Quartiersforschung. Zwischen Theorie und Praxis*. Wiesbaden: Springer VS, 21–56
- Schwab, A. J. (2017): *Elektroenergiesysteme. Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie*. 5. Auflage. Berlin: Springer Vieweg
- Slijepčević, S., Kordej-De Villa, Ž. (2021): Public Attitudes toward Renewable Energy in Croatia. In: *Energies*, Jg. 14, Nr. 23, 8111
- Stirling, A. (2015): Emancipating Transformations. In: Leach, M., Newell, P., Scoones, I. (Hg.): *The Politics of Green Transformations*. London: Routledge, 54–67
- Timpe, C., Kenkmann, T., Hesse, T., Reise, J., Maaß, C., Westholm, H., Claas-Reuther, J., Mundt, J., Kapfer, J., Gerlach, M.-J., Kluth, T., Rudolf, A. (2022): Abschlussbericht zum Fachgutachten Klimaneutralität München 2035. Freiburg/Hamburg/München
- Ulpiani, G., Vetters, N., Shtjefni, D., Kakoulaki, G., Taylor, N. (2023): Let's hear it from the cities: On the role of renewable energy in reaching climate neutrality in urban Europe. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Jg. 183, 113444
- Umweltbundesamt (2022a): Energiebedingte Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen>. Zugriff am 28.02.24
- Umweltbundesamt (2022b): Energieverbrauch privater Haushalte. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte>. Zugriff am 28.02.24
- Umweltbundesamt (2023): Erneuerbare Energie. <https://www.umweltbundesamt.at/energie/erneuerbare-energie>. Zugriff am 28.02.24
- Unger, J., Hurtado, A., Isler, R. (2020): *Alternative Energietechnik*. Wiesbaden: Springer Vieweg
- United Nations (2015): Paris Agreement, 1–25
- Wechselberger, L., Gottschalk, B., Hommel, S., Bodach, M. (2022): Prognosebasiertes Speichermanagement im Niederspannungsnetz auf Quartiersebene. In: Leonhardt, S., Neumann, T., Kretz, D., Teich, T., Bodach, M. (Hg.): *Innovation und Kooperation auf dem Weg zur All Electric Society. Emergenzen für neue Geschäftsprozesse*. Wiesbaden: Springer Gabler, 25–39
- Wesselak, V., Schabbach, T., Link, T., Fischer, J. (2017): *Handbuch Regenerative Energietechnik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

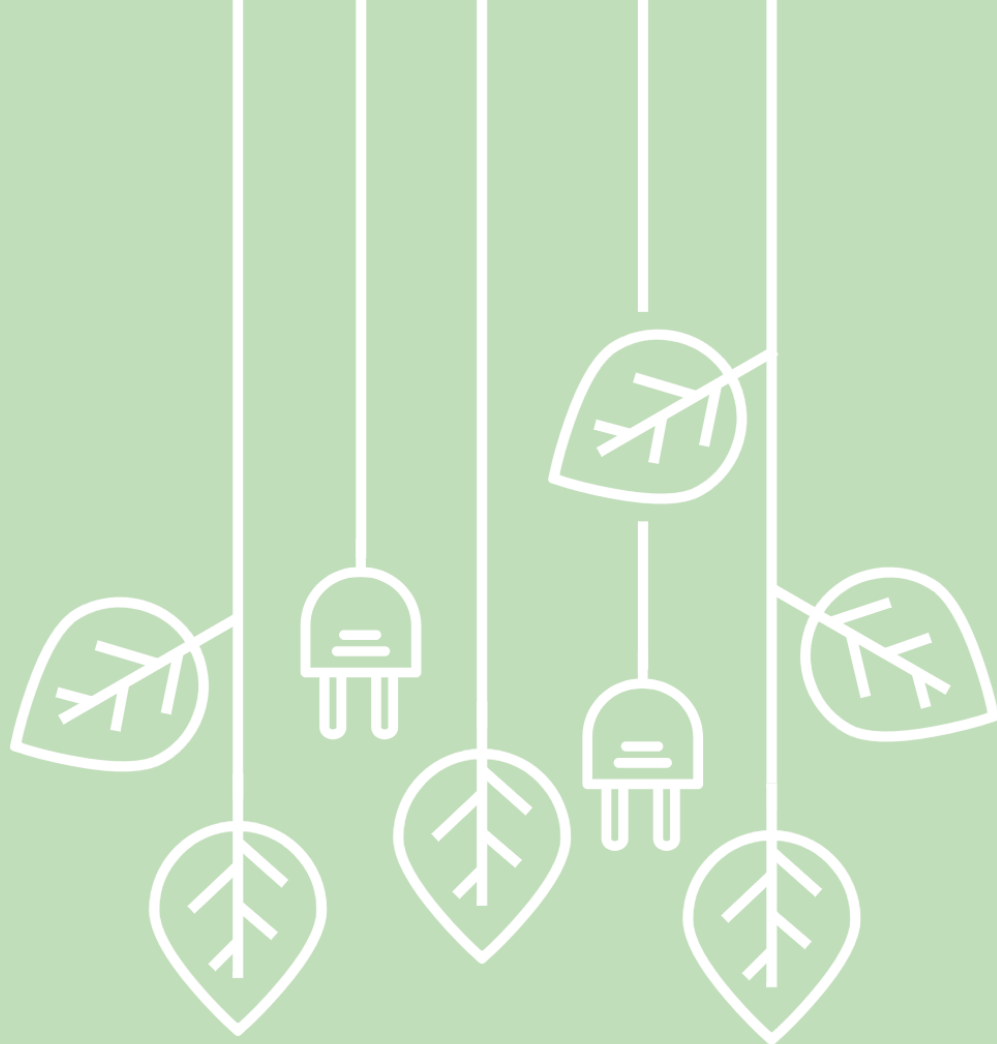
9. Abbildungs- verzeichnis

1	Kreislaufwirtschaft-Diagramm (Ellen McArthur Foundation 2019, online)	8
2	Netzstruktur Salzburg Netz GmbH (Salzburg Netz 2023, online)	11
3	Vergleich zentrale vs. dezentrale Energieversorgung (eigene Darstellung)	13
4	120 kW Elektrolyse (AEM Flex 120), Quelle: Enapter	15
5	Elektrolyse-Anlage der FH Salzburg, Campus Kuchl	17
6	Stufenplan Salzburg 2050 zur Erreichung der Klimaziele, Quelle: Land Salzburg 2021, online	25
7	Quartiersareal Bischofshofen Bodenlehenstraße	28
8	Quartier Mittersill Lendstraße	28
9	Quartier Wagrain Haid	29
10	Quartier Wagrain Grubstraße	29
11	Quartier Altenmarkt Kellerdörfel	30
12	Quartier Radstadt Schloßstraße und Burgfried	30
13	Quartier Radstadt Ennsweg	31
14	Stromverbrauch nach Sektoren in allen Gemeinden. Eigene Darstellung	32
15	Stromverbrauch und -einspeisung in allen Gemeinden. Eigene Darstellung	33
16	PV-Ertrag und Stromverbrauch an einem typischen sonnigen Tag. Eigene Darstellung	33
17	Meinung über erneuerbare Energiesysteme. Eigene Darstellung	35
18	Vertrauen in die PV-Technologie. Eigene Darstellung	36
19	Hindernisse für die Anschaffung einer PV-Anlage. Eigene Darstellung	37
20	Gründe für die Nutzung einer PV-Anlage. Eigene Darstellung	37
21	Bereitschaft, Energie entgeltlich oder unentgeltlich zu teilen. Eigene Darstellung	38
22	Bereitschaft, ein Energiespeichersystem zu betreiben. Eigene Darstellung	39

10. Tabellen -verzeichnis

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Übersicht über EEG und BEG. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Neubarth 2020, S. 3 und Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften 2024b, online | 22 |
| 2 | Simulationsergebnisse für alle Gemeinden. Eigene Darstellung | 34 |





ISBN

978-3-903530-00-3