

LOW TECH innovation-lab: Reallabor für die Transformation zu klima- und ressourcen- schonenden Energieregionen mit innovativen LOW TECH Lösungen

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 76/2025

Wien, 2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

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

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

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

Autorinnen und Autoren:

DIⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Edeltraud Haselsteiner, Sarah Teresa Fuchs (URBANITY)

DI Thomas Zelger, DI David Sengl, Edit Paráda BSc, Simon Schneider MSc, Jasmin Helnwein
MSc, Natalie Taupe PhD (Fachhochschule Technikum Wien)

Dr. Bernhard Lipp, DIⁱⁿ Ute Muñoz-Czerny (IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie
und -ökologie)

Maria Wirth, M.Sc, Ines Kantauer (alchemia-nova research & innovation gemeinnützige
GmbH)

DI Dr. Harald Frey, DIⁱⁿ Lisa Gallian (Technische Universität Wien Institut für
Verkehrswissenschaften)

DI Martin Holper (EVN AG)

Wien 2025. Stand: Dezember 2022

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

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

Rechtlicher Hinweis

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

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

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

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

Vorbemerkung

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

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

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract	11
3	Ausgangslage	14
	3.1. ENERGIE: Integriertes Energiesystem & Stakeholder- und Nutzer:inneneinbindung	14
	3.2. BAUEN: Material & Lebenszyklus.....	15
	3.3. MOBILITÄT	15
	3.4. KREISLAUFWIRTSCHAFT und nachwachsende Rohstoffe	19
	3.5. Wissensbasis und Vorarbeiten des Projektkonsortiums	20
4	Projekthalt	22
	4.1. Vorgangsweise und Methode	22
	4.2. Reallabor: Low-Tech Definition, Handlungsfelder, Innovationsziele und Low-Tech Prinzipien 22	
	4.3. Stakeholder- und Nutzer:inneneinbindung	25
	4.4. Integriertes Energiesystem	27
	4.5. Optimierungspotenziale „Gebäude“	29
	4.6. Modellösungen und Low-Tech-Definition für das Mobilitätssystem	29
	4.7. Potenziale für Kreislaufwirtschaft, nachwachsende Stoffe und Synergien mit Wasser und Begrünung	30
5	Ergebnisse	32
	5.1. Reallabor: Erfolgsfaktoren Stakeholder- und Nutzer:inneneinbindung	32
	5.2. Regionaltypische Lösungen: Integriertes Energiesystem	36
	5.3. Potenziale Bauen: Material & Lebenszyklus	45
	5.4. Low-Tech Potenziale für 100% erneuerbare Energie im Mobilitätssektor	49
	5.4.1. Analyse und Bewertung von internationalen Low-Tech Ansätzen im Mobilitätssektor 49	
	5.4.2. Synthese aus Low-Tech und weiteren verkehrspolitischen und technologischen Maßnahmen und Potenzialabschätzung	62
	5.4.3. Regionaltypische Lösungen für die Modellregionen	66
	5.5. Regionaltypische Lösungen für Kreislaufwirtschaft und nachwachsende Rohstoffe	68
	5.6. Reallabore als Experimentierräume und Innovations-Hubs.....	71
	5.6.1. Innovationslabore „Erneuerbare Energie & Bauen“	71
	5.6.2. Mobilitätslabore „Mobilität der Zukunft“	72
	5.6.3. Governance & Verwaltung	72
	5.6.4. Weitere Innovationslabore in Österreich	72
	5.7. SYNTHESE, Gesamtkonzept.....	74
	5.7.1. Akteur:innen, regionale Abgrenzung, Organisationsform.....	74

5.7.2. Gemeindespezifische Zielwerte „100% Erneuerbar“	74
6 Schlussfolgerungen	80
7 Ausblick und Empfehlungen	83
8 Verzeichnisse.....	86

1 Kurzfassung

Motivation und Forschungsfrage

Die Sondierungsstudie untersuchte als Vorbereitung für ein Reallabor unterschiedliche Aspekte und relevante Fragestellungen in Richtung einer auf erneuerbarer Energie basierenden Energiewende. Low-Tech wird im gegenständlichen Projekt als optimierter Ansatz hinsichtlich „Technikeinsatz“ einerseits und größtmögliche Nutzung von vorhandenen Potenzialen der Umwelt, lokalen Ressourcen sowie sozialer Innovationen andererseits verstanden. Im Rahmen der Studie wurden aus unterschiedlichen Sektoren und Fachdisziplinen heraus Potenziale für ein „Reallabor 100% Erneuerbare Energie“ ausgelotet. Dazu wurden die Bereiche **Energie, Bauen, Mobilität** und **Kreislaufwirtschaft** als zentrale Aktionsfelder zusammengeführt und *in ausgewählten Modellregionen* Suffizienzpotentiale als auch Möglichkeiten und Potenziale eines synergetischen Zusammenwirkens relevanter Faktoren erkundet.

Ausgangssituation/Status Quo

Um 100% erneuerbaren Energieversorgung zu erreichen, ist es sowohl notwendig Energie durch erneuerbare Quellen bereitzustellen als auch bedarfsseitig den Verbrauch zu reduzieren. Es werden daher nicht nur die Bedarfe durch Effizienz- oder Suffizienzmaßnahmen zu reduzieren sein, sondern auch die (erneuerbare) Energie auf lokaler Ebene bereitzustellen. Zudem sind aufgrund der Volatilität der erneuerbaren Energiequellen auch Maßnahmen im Bereich Energieflexibilität, Zwischenspeicherung, DSM, Maximierung Eigenverbrauch, Sektorkopplung zu berücksichtigen.

Projekt-Inhalte und Zielsetzungen

Mit dem Ziel, *skalierbare und multiplizierbare prototypische Modellösungen für 100% Erneuerbare Energie (und mehr)* zu demonstrieren, ist einerseits die breite Einbindung unterschiedlicher Sektoren (Energiesystem, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft) zwingend, aber als ebenso wichtig die partizipative Beteiligung von Bürger:innen und Berücksichtigung regionaler Treiber von Innovationen und Wertschöpfungsketten. *Strategische Akteurskonstellationen sowie kommunales und zivilgesellschaftliches Engagement sind neben sektoraler Kopplung zwischen Energiesystemen Verkehr, Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft sowie geographischen-, mikroklimatischen- und lokalen Ressourcen die tragenden Säulen des zu entwickelnden integrierten Energiesystems.* Ferner ist die Bildung von Systemkreisläufen und die Nutzung möglicher Versorgungs- und Entsorgungskreisläufe mit Gebäuden im Verbund oder anderen Sektoren ein entscheidender Faktor.

Darüber hinaus benötigt es verständliche Low-Tech Lösungen in denen sich die Bürger:innen aktiv einbringen und beteiligen können. Projekthalt war es daher, grundlegende Fragestellungen und Aspekte von Low-Tech Modellösungen zu untersuchen und deren erfolgreiche Implementierung in konkreten Pilotregionen vorzubereiten. In einem Gesamtkonzept soll die Transformation zu einer auf 100% mit Erneuerbaren Energie versorgten Region darstellbar werden.

Methodische Vorgehensweise

Um konkrete Rahmenbedingungen als Basis für die zu entwickelnden Modellösungen abzubilden wurden für die Vorstudie vorerst **drei Modellregionen mit unterschiedlichen Gegebenheiten in**

Hinblick auf geographische und klimatische Lage, Wirtschaftsstruktur und Gewerbe, Mobilitäts- und Verkehrsinfrastruktur sowie Potenzialen zur Energieversorgung ausgewählt:

1. **NÖ / Weinviertel:** Hollabrunn / Retzer Land, trockenes Klima, Potenziale f. Solarenergie
2. **OÖ / Region Steyr, Traunviertel:** Ennstal-Steyr, (feuchtes) alpines Klima, ausgebaute Infrastruktur f. Wasserkraft
3. **Burgenland:** Bruck an der Leitha / Gols, pannonisches Klima, ausgebaute Infrastruktur (Potenziale) f. Windenergie

Die Modellregionen wurden einer umfassenden Bestandsanalyse unterzogen (Energie- und Akteurskulisse) und darauf aufbauend Maßnahmenpakete zur Zielerreichung mit besonderer Berücksichtigung von Low-Tech und Suffizienzlösungen definiert.

Ergänzend dazu erfolgte auf wissenschaftstheoretischer Basis die Definition handlungsleitender Low-Tech Aspekte (=lokal, aktiv, nützlich, fair, transparent, verantwortungsbewusst) sowie die Ableitung konkreter Innovationsziele.



Abbildung: Low-Tech Handlungsfelder und Innovationsziele (Eigene Darstellung)

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Sondierungsstudie zeigen einen sektorübergreifenden Überblick über spezifische Herausforderungen, Potenziale und bisher umgesetzte Lösungen in den drei Zielregionen. Dies

umfasst auch Erkenntnisse über Vorhaben die bereits geplant oder von Seiten der lokalen Stakeholder bereits als zielführend eingeschätzt werden, und an welche ein Reallabor und Leitprojekte direkt anknüpfen könnten. *Einerseits konnten die räumlichen und **das Energienetz betreffenden Gegebenheiten** sowie **Potenziale zur Energieaufbringung der Modellregionen** erhoben werden, andererseits wurden auf Akteursebene Personen, Organisationen und Institutionen einbezogen und die Kooperation gestärkt.* Dazu einige wichtige Aspekte sowie Schlussfolgerungen:

- Zur erfolgreichen Initiierung und Umsetzung solcher Projekte ist es notwendig **Beteiligte möglichst früh einzubinden** um eine möglichst hohe Akzeptanz zu erreichen und auch über die Einschwingphase hinaus effizient betreiben zu können. Oftmals scheitern Projekte nicht direkt in der Umsetzung, sondern erst mit der Laufzeit.
- Um auf die gemeindespezifischen Herausforderungen und Potentiale adäquat eingehen zu können, ist es notwendig zu klären, wie eine „**100%ige Versorgung mit Erneuerbaren Energien**“ genau zu verstehen ist. Das implizite Ziel einer autonomen Versorgung mit 100% erneuerbarer Energie kann offensichtlich nur von einem Teil der österreichischen Gemeinden erfüllt werden, nämlich von jenen, die sich durch niedrigere Energiebedarfsdichten und/oder ein speziell hohes Versorgungspotential, beispielsweise aus Wind oder Wasserkraft auszeichnen. Wenn auch (noch) nicht strikt notwendig, scheint es sinnvoll, den Zielwert der Energiebilanz einer „100% Erneuerbaren Gemeinde“ differenzierter zu betrachten und auch **Ansätze zur Allokation des Effort-Sharings** mit zu berücksichtigen.
- Die Darstellung von objektiven **ökologischen Bewertungen** kann ein hilfreiches Instrument für Entscheidungsträger:innen für oder gegen geplante Maßnahmen im Baubereich sein. In den meisten Fällen unterliegt die Auswahl von Bauweise und -materialien den vorhandenen finanziellen Mitteln, andere als monetäre Einflussfaktoren spielen derzeit eine untergeordnete Rolle. Aus dem Grund sind Vergleiche und Gegenüberstellungen von umweltrelevanten Auswirkungen von im Baubereich gesetzten Maßnahmen essentiell. Die Darstellung des Einflusses von Transportwegen, Energieeinsatz bei der Baustoffproduktion und deren Verwertung am Ende der Nutzungszeit auf die Umweltauswirkungen hebt die Relevanz von Low-Tech Maßnahmen im Baubereich hervor und ist gut verständlich darstellbar.
- Die Sondierungsstudie bietet einen Überblick über **vorhandene biogene Reststoffe**, wo sie anfallen, und grobe Einschätzungen der Verfügbarkeit, der Mengen und aktuell umgesetzte Verwertungs- oder Entsorgungswege, mit Einbindung von Stakeholder-Wissen, Priorisierung, sowie Bereitschaft und Hebel für die Umsetzung der identifizierten Modelllösungen. Insgesamt gibt es **große untergenützte Ressourcenpotenziale für Energieproduktion aus Reststoffen** sowie stoffliche Nutzung sowie deren Kombination. Für die Realisierung dieser Potenziale bedarf es den Einsatz innovativer Verfahren, Partnerschaften und Geschäftsmodelle. Die Sondierungsstudie hat lokale und regionale Zuständigkeiten und mögliche Partner für die Umsetzung herauskristallisiert, welche für die erfolgreiche weitere Entwicklung von Umsetzungsprojekten essenziell sind.
- Weitere interdisziplinäre Fragestellungen, wie beispielsweise die sinnvolle **Verknüpfung zwischen Mobilität und Kreislaufwirtschaft** sollten um einen regionsbasierten Low-Tech-Ansatz ergänzt werden. Insbesondere zum Thema Ressourcenschonung im Verkehrssektor und der theoretischen Einbettung des Low-Tech-Ansatzes, wie die Bewertung von Low-Tech-Maßnahmen anhand bestimmter Indikatoren (Flächenverbrauch, CO₂-Emissionen, Energiebedarf, etc.) und Low-Tech-Kriterien, oder an der Eruierung von bestehenden Zielkonflikten auf übergeordneter Ebene sowie auf Projektebene zwischen den einzelnen Sektoren (Gebäude, Raumplanung, Kreislaufwirtschaft, etc.) gibt es Bedarf zur Weiterbearbeitung.

Ausblick

In der Sondierungsstudie wurde der Begriff „Low-Tech“ auf wissenschaftstheoretischer Basis operationalisiert und konkrete Low-Tech Prinzipien sowie Beispiele dazu erarbeitet. Dabei wird Low-Tech – neben Nachhaltigkeit, 100% Erneuerbare Energie, Kreislaufwirtschaft – als gleichrangiges Innovationsziel definiert. Low-Tech als ein gewichtiger Hebel zu einer nachhaltigen Lebensweise und Gesellschaft, bedeutet dabei **lokal, aktiv, nützlich, fair, transparent und verantwortungsbewusst zu Handeln**. Dieser Handlungsrahmen ist als Basis für eine Weiterführende Bearbeitung (Bewertung und Validierung von Maßnahmen) im Rahmen eines Reallabors gedacht.

Die Ergebnisse aus den einzelnen Arbeitspaketen wurden in einer eigenen Publikation, dem „**LOW-TECH Innovation-Lab TOOLKIT**“, zusammengefasst. In diesem werden einerseits handlungsleitende Prinzipien und Innovationsziele dargestellt als auch konkrete Maßnahmen und Lösungen auf einer niederschweligen Umsetzungsebene für engagierte und interessiert Personen dargestellt. Der Toolkit gliedert sich in einen Einleitungsteil und konkreten Handlungsanleitungen zu den Themen: Energie, Bauen, Mobilität, Kreislaufwirtschaft und naturbasierte Lösungen. In Weiterführung (im Rahmen der Umsetzung eines Reallabors) ist vorgesehen das Kapitel „Handlungsanleitungen“ laufend zu ergänzen, mit weiteren Ideen aus der Zivilgesellschaft und im Reallabor erarbeiteten Modelllösungen.

2 Abstract

Motivation and research question

In preparation for a real laboratory, the exploratory study examined various aspects and relevant issues in the direction of an energy transition based on renewable energy. In the present project, low-tech is understood as an optimized approach with regard to the "use of technology" on the one hand and the greatest possible use of existing potential in the environment, local resources and social innovations on the other. As part of the study, potentials for a "real laboratory 100% renewable energy" were explored from different sectors and disciplines. For this purpose, the areas of **energy, construction, mobility and circular economy** were brought together as central fields of action and sufficiency potentials as well as possibilities and potentials of a synergetic interaction of relevant factors were explored in selected model regions.

Initial situation/status quo

In order to achieve 100% renewable energy supply, it is necessary both to provide energy from renewable sources and to reduce consumption on the demand side. It will therefore not only be necessary to reduce demand through efficiency or sufficiency measures, but also to provide (renewable) energy at the local level. In addition, due to the volatility of renewable energy sources, measures in the area of energy flexibility, intermediate storage, DSM, maximizing self-consumption, and sector coupling must also be taken into account.

Project content and objectives

With the aim of demonstrating scalable and multipliable prototypical model solutions for 100% renewable energy (and more), the broad involvement of different sectors (energy system, transport, industry and commerce, agriculture) is mandatory on the one hand, but the participatory involvement of citizens is just as important: inside and consideration of regional drivers of innovations and value chains. Strategic actor constellations as well as municipal and civil society commitment are the supporting pillars of the integrated energy system to be developed, in addition to sectoral coupling between energy systems transport, industry, commerce and agriculture as well as geographic, microclimatic and local resources. Furthermore, the formation of system cycles and the use of possible supply and disposal cycles with buildings in the network or other sectors is a decisive factor. In addition, understandable low-tech solutions are required in which citizens can actively contribute and participate. The content of the project was therefore to examine fundamental issues and aspects of low-tech model solutions and to prepare their successful implementation in concrete pilot regions. The transformation to a region supplied with 100% renewable energy should be presented in an overall concept.

Methodical approach

In order to map concrete framework conditions as a basis for the model solutions to be developed, three model regions with different conditions in terms of geographic and climatic location, economic structure and trade, mobility and transport infrastructure and potential for energy supply were initially selected for the preliminary study:

1. Lower Austria / Weinviertel: Hollabrunn / Retzer Land, dry climate, potential for solar energy
2. Upper Austria / Steyr region, Traunviertel: Ennstal-Steyr, (humid) alpine climate, developed infrastructure for hydroelectric power
3. Burgenland: Bruck an der Leitha / Gols, Pannonian climate, developed infrastructure (potential) for wind energy

The model regions were subjected to a comprehensive inventory analysis (energy and stakeholder background) and based on this, packages of measures to achieve the goals were defined with special consideration of low-tech and sufficiency solutions. In addition, action-guiding low-tech aspects (= local, active, useful, fair, transparent, responsible) were defined on a scientific-theoretical basis and concrete innovation goals were derived.

Results and conclusions

The results of the exploratory study show a cross-sectoral overview of specific challenges, potentials and solutions implemented so far in the three target regions. This also includes knowledge about projects that are already planned or are already considered to be expedient by the local stakeholders and to which a real laboratory and pilot projects could be directly linked. On the one hand, the spatial and energy grid-related conditions as well as the potential for energy production in the model regions could be surveyed, on the other hand, people, organizations and institutions were involved at the stakeholder level and cooperation was strengthened. Some important aspects and conclusions:

- For the successful initiation and implementation of such projects, it is necessary to involve those involved as early as possible in order to achieve the highest possible level of acceptance and to be able to operate efficiently beyond the initial phase. Projects often do not fail directly during implementation, but only during the term.
- In order to be able to adequately address the community-specific challenges and potentials, it is necessary to clarify exactly how “100% supply with renewable energies” is to be understood. The implicit goal of an autonomous supply with 100% renewable energy can obviously only be met by a part of the Austrian municipalities, namely by those that are characterized by lower energy demand densities and/or a particularly high supply potential, for example from wind or hydropower. Even if it is not (yet) strictly necessary, it seems sensible to take a more differentiated look at the target value of the energy balance of a “100% renewable municipality” and also to consider approaches for the allocation of effort sharing.
- The presentation of objective ecological assessments can be a helpful tool for decision-makers: inside for or against planned measures in the construction sector. In most cases, the choice of construction and materials depends on the available financial resources, factors other than monetary factors currently play a subordinate role. For this reason, comparisons and comparisons of the environmentally relevant effects of measures taken in the construction sector are essential. The representation of the influence of transport routes, energy use in the production of building materials and their recycling at the end of the useful life on the environmental impact emphasizes the relevance of low-tech measures in the construction sector and is easy to understand.
- The exploratory study provides an overview of existing biogenic residues, where they occur, and rough estimates of availability, quantities and currently implemented recycling or disposal methods, with the integration of stakeholder knowledge, prioritization, as well as willingness and leverage for the implementation of the identified model solutions. Overall, there is large underutilized resource potential for energy production from residues as well as material use and their combination. The realization of this potential requires the use of innovative processes,

partnerships and business models. The exploratory study identified local and regional responsibilities and possible partners for implementation, which are essential for the successful further development of implementation projects.

- Other interdisciplinary issues, such as the sensible link between mobility and the circular economy, should be supplemented by a region-based low-tech approach. In particular on the subject of resource conservation in the transport sector and the theoretical embedding of the low-tech approach, such as the evaluation of low-tech measures using certain indicators (land consumption, CO2 emissions, energy requirements, etc.) and low-tech criteria, or at the determination of existing conflicting goals at a higher level and at project level between the individual sectors (buildings, spatial planning, circular economy, etc.) there is a need for further processing.

Outlook

In the exploratory study, the term "low-tech" was operationalized on a scientific-theoretical basis and concrete low-tech principles and examples were developed. Low-tech is defined as an innovation goal of equal importance alongside sustainability, 100% renewable energy, circular economy. Low-tech as an important lever for a sustainable way of life and society means acting locally, actively, usefully, fairly, transparently and responsibly. This framework for action is intended as a basis for further processing (evaluation and validation of measures) within the framework of a real laboratory.

The results from the individual work packages were summarized in a separate publication, the "LOW-TECH Innovation-Lab TOOLKIT". In this, action-guiding principles and innovation goals are presented as well as concrete measures and solutions at a low-threshold implementation level for committed and interested people. The toolkit is divided into an introductory part and concrete instructions for action on the topics: energy, construction, mobility, circular economy and nature-based solutions. As a continuation (as part of the implementation of a real laboratory), it is planned to continuously supplement the chapter "Instructions for action" with further ideas from civil society and model solutions developed in the real laboratory.

3 Ausgangslage

Die Sondierungsstudie untersuchte als Vorbereitung für ein Reallabor unterschiedliche Aspekte und relevante Fragestellungen in Richtung einer auf erneuerbarer Energie basierenden Energiewende. Low Tech wird im gegenständlichen Projekt als optimierter Ansatz hinsichtlich „Technikeinsatz“ einerseits und größtmögliche Nutzung von vorhandenen Potenzialen der Umwelt, lokalen Ressourcen sowie sozialer Innovationen andererseits verstanden. Im Rahmen der Studie wurden aus unterschiedlichen Sektoren und Fachdisziplinen heraus Potenziale für ein „Reallabor 100% Erneuerbare Energie“ ausgelotet. Dazu wurden die Bereiche **Energie, Bauen, Mobilität** und **Kreislaufwirtschaft** als zentrale Aktionsfelder zusammengeführt. Im Folgenden wird der Status Quo aus Sicht dieser einzelnen Sektoren dargestellt.

3.1. ENERGIE: Integriertes Energiesystem & Stakeholder- und Nutzer:inneneinbindung

Um das Ziel einer 100% erneuerbaren Gemeinde zu erreichen, ist es sowohl notwendig Energie durch erneuerbare Quellen bereitzustellen als auch den Bedarf des eigenen Verbrauches zu reduzieren. Da der Energiebedarf in Österreich zu knapp 29% im Sektor private Haushalte und zu 31% im Bereich der Mobilität liegt, müssen eben diese Sektoren speziell für die Bedarfsreduktion betrachtet werden.¹ Es werden daher nicht nur die Bedarfe durch Effizienz- oder Suffizienzmaßnahmen zu reduzieren sein, sondern auch die (erneuerbare) Energie auf lokaler Ebene bereitzustellen. Zudem sind aufgrund der Volatilität der erneuerbaren Energiequellen auch Maßnahmen im Bereich Energieflexibilität, Zwischenspeicherung, DSM, Maximierung Eigenverbrauch, Sektorkopplung zu berücksichtigen.²

Durch den Fokus auf Low Tech Lösungen steigt die Relevanz an Nutzer:inneneinbindung stark an. Zur Etablierung eines Low Tech Reallabors ist eine partizipative Einbindung aller betroffenen Personen und Gruppen wesentlich. Darüber hinaus benötigt es verständliche Low-Tech Lösungen, in denen sich die Bürger:innen aktiv einbringen und beteiligen können. Aus diesen Gründen hat das Low-Tech Innovationslabor die aktive Einbindung und Beteiligung der Bürger:innen, als auch der regionalen Treiber von Innovationen und Wertschöpfungsketten zum Ziel.

Die Realisierung einer 100% erneuerbaren Gemeinde hängt - wie vorher erwähnt wurde - nicht nur von dem Endenergieeinsparungspotential (EEP), sondern auch vom Ausbaupotential der erneuerbaren Energietechnologien (APEE) ab. Aus dem Grund, dass es bezüglich des Anteils erneuerbarer Energieträger und EEP in den einzelnen Gemeinden große Unterschiede gibt und auch stark von Umweltbedingungen und derzeitigem technischem sowie infrastrukturellem Zustand abhängig sind, können daher konkrete Ziele und in einem weiteren Schritt Maßnahmen nur eingeschränkt auf Gemeindeebene abgeleitet werden. Um das übergeordnete Klimaziel „100% Erneuerbare Energie“ erreichen zu können, muss daher deutlich werden, welche APEE und EEP auf Gemeindeebene vorhanden sind, und wo welcher Handlungsspielraum bzw. -bedarf besteht. Derzeit gibt es mehrere Studien, die die Zielwerte der erneuerbaren Ausbaupotenziale auf Bundeslandebene abschätzen, aber keine, die die Zielwerte in kleineren Regionen oder auf Gemeindeebene angeben. Daher soll in den drei gewählten Musterregionen ein Bezug zum österreichischen energetischen Gesamtbild auf

¹ BMK (2022)

² Statista (2022)

Gemeindeebene abgeleitet werden, die die Transformation in Richtung 100% erneuerbare Energie in den Dimensionen Energieeffizienz, Erneuerbare und Energieflexibilität klare Leitplanken auf Gemeindeebene vorgibt.

3.2. BAUEN: Material & Lebenszyklus

Der Gebäudesektor ist für rund 30 % des globalen Energieverbrauchs und für 40 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich³. Das macht den Gebäudebereich zu einem der größten Hebel bei der Reduktion des anthropogenen Einflusses auf das Erdklima.

Bei der Beurteilung der Umweltwirkung eines Gebäudes sind unterschiedliche Ebenen zu betrachten: Bei der Errichtung spielen Rohstoffe und Energieaufwände für die Herstellung von Baumaterialien eine wesentliche Rolle, wohingegen in der Nutzungsphase die Ausführungsart (Dämmung, Dichtheit) wesentlichen Einfluss auf die benötigte Gebäudebetriebsenergie hat. Die von Wohnhäusern ausgehenden Emissionen nehmen aufgrund von größeren Pro-Kopf-Wohnflächen, Bevölkerungswachstum und steigender Stromnutzung stetig zu. Effizienzsteigerungen können nur einen Teil davon ausgleichen.

Aktuell steht die Kreislaufwirtschaft des Bausektors im Fokus. Dies erfordert einen kompletten Umdenkprozess von der Planung (von Gebäuden und Bauprodukten) ausgehend über die Produktion, der Errichtung, der Zerlegbarkeit und der möglichst hochwertigen Nachnutzung. Kreislauffähige Materialien und Konstruktionen können einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen und Energiebedarf beitragen.

Durch den Einsatz regionaler, oft in kleinen Mengen produzierter und regional distribuerter Produkte wie beispielsweise Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Stroh, Flachs) können energieintensive Transporte reduziert und das Material unbedenklich entsorgt werden.

Im Idealfall werden Materialien entsprechend ihrer Eigenschaften so eingesetzt, dass ihre Vorzüge zur Anwendung kommen und negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt in ihrem gesamten Lebenszyklus weitestgehend hintangehalten werden. Es gilt, zukunftsfähige, zirkuläre Städte und Siedlungen mit einem Mindestmaß an Umweltwirkungen zu errichten sowie der Problematik von Lagerung und Entsorgung von Abbruchmaterial zu begegnen.

Ziel des vorliegenden Arbeitspakets war die Validierung der ökologischen Eigenschaften von potenziellen Low Tech Lösungen über den gesamten Lebenszyklus. Darauf aufbauend können ein auf die regionalen Möglichkeiten angepasstes LCA-Bewertungssystem von Low Tech Konzepten erstellt sowie Best-Practice Modelle für die Regionen abgeleitet werden. Dadurch entstehen innovative Low Tech Produkte mit der Wertschöpfung in der Region, einer höheren Nutzer:innenakzeptanz und nachhaltige Baulösungen für den jeweiligen Anwendungszweck.

3.3. MOBILITÄT

Mobilität ist eine organisatorische Grundvoraussetzung des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Gleichzeitig erweist sich der Verkehrssektor als eine der zentralsten Herausforderungen zur

³ Berardi, Umberto (2017)

Bekämpfung der gegenwärtigen Klimakrise. Österreich hat sich zur Erfüllung des Pariser Klimaabkommens zum Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu sein⁴, d.h. eine vollständige Dekarbonisierung des Energiesystems. Während der Energiebedarf aus anderen Sektoren stagniert bzw. sogar sinkt, steigt jener im Verkehrssektor weiterhin an⁵. Österreichweit weist der Verkehrssektor im Jahr 2019 um die 24 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf, dies bedeutet einen 74,4-prozentigen Zuwachs seit 1990⁶. 2020 wurden um die 24 Mio. Tonnen Treibhausgase emittiert und sind im Verkehrssektor gegenüber dem Vorjahr um 4,3 Prozent (0,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gestiegen⁷. Im Sachstandsbericht Mobilität⁸ werden Maßnahmen zur Erreichung der Klimaziele 2030/2050 für einen CO₂-neutrale Personen- und Gütermobilität aufgezeigt, wobei sich die Abschätzungen auf die Evaluierung von Einzelmaßnahmen sowie Maßnahmenbündeln stützt. Hierzu wurde eine Bewertung der bestehenden Maßnahmen im Verkehr im Zeitraum 2015 bis 2050 durchgeführt. Im nationalen Szenario mit bereits bestehenden Maßnahmen wird ersichtlich, dass im Jahr 2030 das Ziel, 36 Prozent CO₂-Äquivalent gegenüber dem Vergleichsjahr 2005 zu reduzieren, ohne weitere Maßnahmen um die 8,3 Mio. Tonnen überschritten wird. Zahlen wie diese machen unmissverständlich klar, dass es für eine erfolgreiche Energiewende ebenso einer radikalen Veränderung des Verkehrssystems bedarf, die über den bloßen Einsatz neuer Antriebstechnologien hinausgehen muss⁹.

Die Rolle der Technologie und ihre Grenzen im Mobilitätssystem

Im Sachstandsbericht Mobilität wurde das Potenzial der Energie- und Antriebstechnologien auf die potenzielle Treibhausgasemissionsreduktion dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass weder das Zwischenziel 2030, noch das (damalige) Ziel der vollständigen Dekarbonisierung bis 2050 erreicht werden können, wenn nur auf den Einsatz von Technologien und Elektrifizierung der Fahrzeugflotten gesetzt wird, siehe Abbildung 1.

⁴ Steen, Kris und van Bueren, Ellen (2017).

⁵ Umweltbundesamt (2019).

⁶ <https://www.umweltbundesamt.at/news210119/sektoren> (abgerufen am 17. Jänner 2023; 12:21)

⁷ Umweltbundesamt (2022).

⁸ Umweltbundesamt (2020).

⁹ Umweltbundesamt (2020).

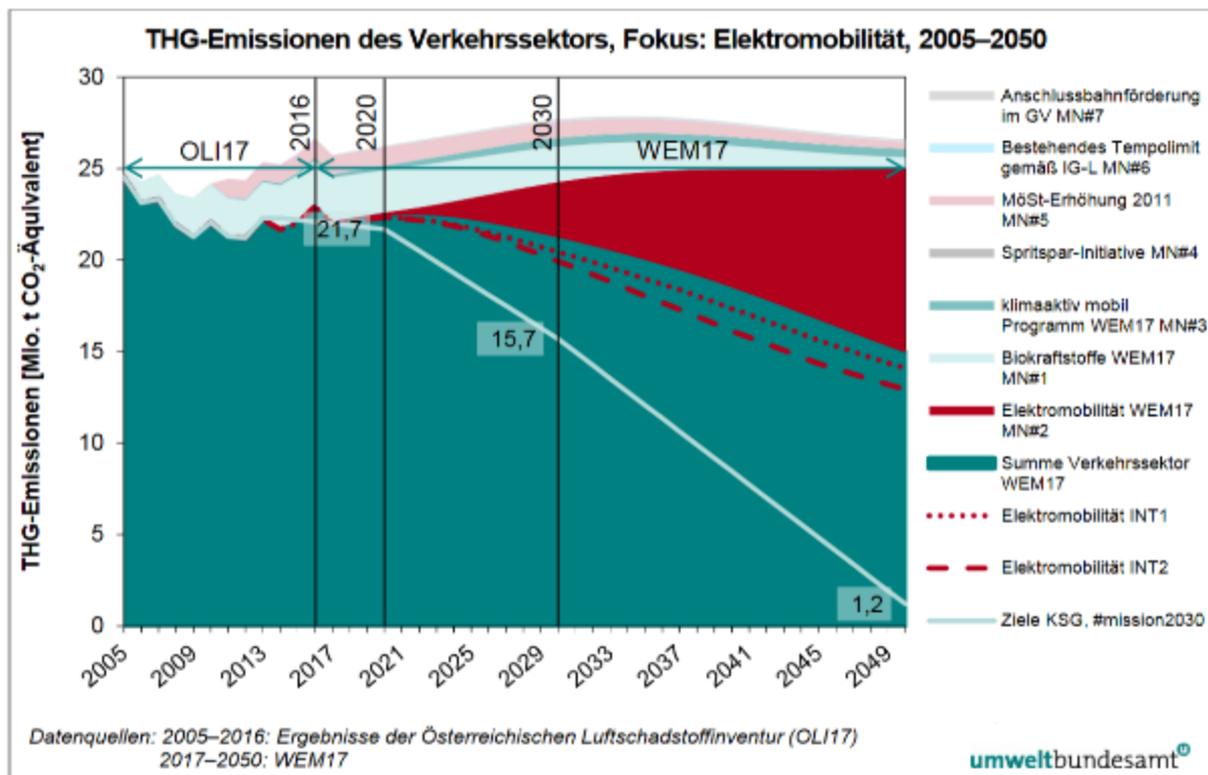


Abbildung 1: THG-Minderungspotenzial von Elektromobilität (PHEV, BEV) im Szenario WEM17 bzw. nach zusätzlichen Einführungsintensitäten¹⁰

Seither wurde das neue Ziel der Klimaneutralität bis im Jahr 2040 als politische Strategie festgelegt, womit der Reduktionspfad deutlich steiler ist. Der Mobilitätsmasterplan 2030¹¹ bezieht sich auf dieses neue Ziel. Begleitend zu seiner Erstellung wurde vom Umweltbundesamt in einem Backcasting-Ansatz das Szenario „Transition Mobility 2040“ entwickelt und berechnet mit welchen Maßnahmen die Dekarbonisierung der direkten Emissionen des Verkehrssektors bis 2040 erreicht werden kann¹². Demnach sind neben der Umstellung auf alternative Antriebe von Fahrzeugen auch Maßnahmen zur Reduktion der zurückgelegten Fahrzeugkilometer sowie der Umstieg vom privaten Pkw auf nachhaltige Verkehrsmittel (ÖV, zu Fuß, Fahrrad) notwendig. Folgende Maßnahmen wurden dafür berücksichtigt:

- Anhebung der Mineralölsteuer
- Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h im Ortsgebiet, 100 km/h auf Autobahnen und Schnellstraßen und 80 km/h auf allen anderen Straßen
- Einführung einer fahrleistungsabhängigen Maut
- Anhebung des durchschnittlichen Besetzungsgrades von derzeit 1,15 auf 1,29 Personen je Pkw
- Nachhaltige Raumentwicklung durch Verdichtung von Ortskernen und Nutzungsdurchmischung
- Attraktivierung aktive Mobilität durch Umsetzung nationaler Masterpläne sowie restriktiver Maßnahmen des MIV
- Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs (Fahrtkosten, Haltestellendichte und Intervalle)
- Dämpfung des steigenden Trends des Motorisierungsgrades

¹⁰ Umweltbundesamt (2020).

¹¹ BMK (2021).

¹² Umweltbundesamt (2022a).

Dadurch kann der Energieeinsatz im Verkehrssektor von derzeit 376 PJ pro Jahr auf rund 127 PJ im Jahr 2040 gesenkt werden. Auf Basis von Analysen zur national produzierbaren erneuerbaren Energie und dem Bedarf anderer Sektoren, stehen dem Verkehrssektor im Jahr 2040 109 PJ Endenergiemenge zur Verfügung. Dieses Limit wird im Szenario Transition Mobility 2040 überschritten, jedoch sieht das Umweltbundesamt in seiner Analyse noch Potenzial zur Reduktion des Energiebedarfs durch den vermehrten Einsatz von energieeffizienteren Fahrzeugen im Bereich der Pkw und leichter Nutzfahrzeuge, etwa durch „Downsizing“ - also kleinere und leichtere Fahrzeuge.¹³

Ein wesentlicher Faktor zur Beurteilung der Gesamtenergiebilanz über den Lebenszyklus von Fahrzeugen ist die „graue Energie“ des Produkts, also jene Energie, die zur Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung der Fahrzeuge benötigt wird¹⁴. Die dadurch bedingten indirekten Emissionen sind nicht Teil der Analyse im Szenario „Transition Mobility 2040“, müssen für eine vollständige Dekarbonisierung aber klarerweise auch durch den Einsatz erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen auf Null gesenkt werden. Ein Vergleich der direkten und indirekten Emissionen je Fahrzeugtyp ist in Abbildung 2 dargestellt. Während die direkten THG-Emissionen bei alternativen Antrieben auf Null reduziert werden können, bleibt der Energiebedarf und die THG-Emissionen für die Fahrzeugherstellung erhalten. Hinzu kommen Emissionen für die Herstellung anderer Komponenten wie z.B. Batterien oder die Stromaufbringung.

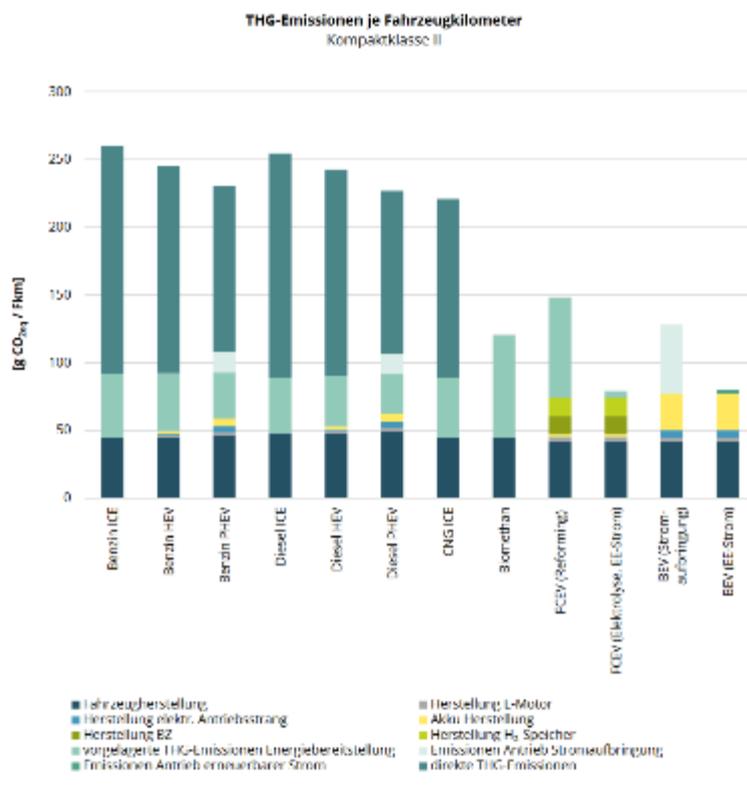


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen je Fahrzeugkilometer in der Kompaktklasse II. (ICE – Verbrennungsmotor; HEV - Hybridelektrisch; PHEV -Plug-in-Hybrid; CNG – komprimiertes Erdgas; FCEV - Brennstoffzelle und Wasserstoffspeicher; BEV-Batterieelektrisch)¹⁵

¹³ Umweltbundesamt (2022a).

¹⁴ Umweltbundesamt (2021).

¹⁵ Umweltbundesamt (2021).

Zur Erreichung der Klimaziele muss daher der Verkehrsaufwand auf der Straße deutlich reduziert werden, wie auch in Abbildung 3 ersichtlich wird; zusätzlich für den unvermeidbaren Verkehr auf erneuerbare Quellen umgestellt werden. Im Rahmen des Sondierungsprojekts haben wir uns daher die Frage gestellt, was unter „Low-Tech“ Einsatz im Verkehrssystem verstanden werden kann, welche Bedeutung Low-Tech-Lösungen in mobilitätsrelevanten Fragestellungen zukommt und welche prototypischen Modelllösungen sich daraus für die Modellregionen Hollabrunn, Steyr und Gols ableiten lassen.

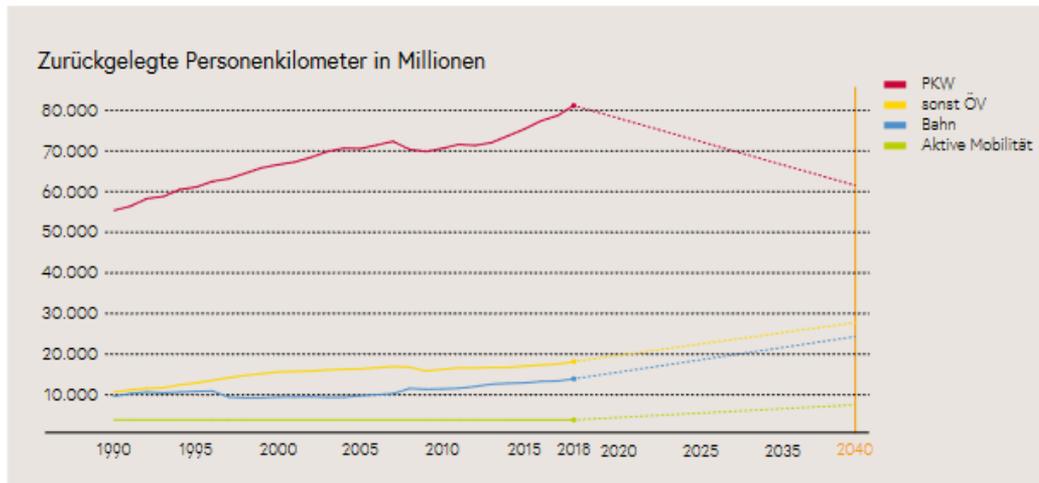


Abbildung 3: Entwicklung des Personenverkehrs¹⁶

3.4. KREISLAUFWIRTSCHAFT und nachwachsende Rohstoffe

Um den fortschreitenden Klimawandel zu bremsen braucht es Lösungen, die über Effizienzsteigerungen des Ressourceneinsatzes hinweg gehen hin zu systemischen Ansätzen. Kreislauffähige Lösungen, wie etwa Rückbaufähigkeit, modulares Bauen und Renovieren, Nutzung von sekundären Rohstoffen können das Anfallen von Müll vermeiden, der sonst mit hohen CO₂-Emissionen abtransportiert und verwertet werden muss. Biobasierte Reststoffe aus der Landwirtschaft und Verarbeitung können stofflich und thermisch genutzt werden, damit fossile Betriebsmittel substituieren und zu CO₂-Einsparungen beitragen. Im Jahr 2019 wurde die Bioökonomiestrategie für Österreich beschlossen, mit dem langfristigen Ziel, den fossilen Material- und Energieverbrauch zu reduzieren und ihn gleichzeitig durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen.

Naturbasierte Lösungen wie Bauwerksbegrünungen können den Heiz- und Kühlbedarf von Gebäuden reduzieren. Dachbegrünung kann durch evaporative Kühlung Energieerträge von Photovoltaik-Panelen steigern. Retentionsbodenfilter und Pflanzenkläranlagen können Regenwasser (Dach- und Straßenabläufe) bzw. Abwasser reinigen, speichern und für Bewässerung verfügbar machen und zu Energieeinsparungen führen wo aus sinkenden Grundwasserspiegeln Wasser an die Oberfläche befördert werden muss.

¹⁶ BMK (2021).

Ein erfolgreicher Übergang zu einer kreislauffähigen Bioökonomie, die das übergeordnete Ziel „100% Erneuerbare“ ermöglicht, benötigt eine sektorübergreifende Betrachtung der vorhandenen Potenziale an Reststoffströmen, insbesondere nachwachsende Rohstoffe, und Abwärmepotenzialen. Eine enge Abstimmung mit lokalen und regionalen Schlüsselakteuren ist maßgeblich, um an lokale Prioritäten, Erfahrungen und Möglichkeiten anzuknüpfen, Datenlücken zu schließen, und angepasste und integrierte Lösungen zu entwickeln, die in regionale und städtische Entwicklungskonzepte eingebettet sind.

3.5. Wissensbasis und Vorarbeiten des Projektkonsortiums

Zur Bearbeitung dieser Sondierungsstudie wurde von den Projektpartnern umfangreiches Knowhow aus nationalen und internationalen Projekten eingebracht. Dazu eine Darstellung der wichtigsten Projekte und Studien, aus denen Ergebnisse für diese Sondierungsstudie herangezogen wurden.

Das Thema **Low-Tech** hat wird in den vergangenen Jahren insbesondere in Verbindung mit Gebäudetechnik zunehmend diskutiert. Zahlreiche technische Innovationen und Konzepte im Bereich Energieumwandlung (Solar, PV, Erdwärme, ...), Speicherung, Steuerung und Regelung ermöglichen inzwischen Baukonzepte und Gebäude, die, über die Jahresbilanz gesehen, mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Diese rasante Entwicklung verlief in Teilaspekten isoliert und fast nur innerhalb rein technologisch ausgerichteter Sektoren. Dass einige Bereiche diesen raschen Fortschritt nicht mitvollziehen konnten, führte zu einer **fehlenden Balance zwischen Energieeinsparung, Kosten und Nutzer:Inneninteressen**. Darüber hinaus werden Folgen **zunehmender technischer Ausstattung und damit einhergehender Komplexität** jedoch nicht vollständig erfasst und bewertet: Obwohl es dadurch zweifelsohne zu Energie- und Emissionseinsparungen im Betrieb kommen kann, wird bis jetzt nicht berücksichtigt, welche **zusätzliche Energieaufwendungen und Emissionen durch die Herstellung und Instandhaltung dieser Technik („Graue Energie“)** entstehen, und wie hoch der Performance-Gap und Rebound-Effekt im Betrieb ist. Edeltraud Haselsteiner setzt sich seit 2016 intensiv mit diesem Thema auseinander. Zentral bezieht sich das gegenständliche Sondierungsprojekt daher auf eine Vorgängerstudie zu **Low Tech Konzepten** und innovativen Ansätzen im Bereich nachhaltiger und energieeffizienter Gebäude¹⁷ sowie dem von ihr 2022 publizierten Buch: **„Robuste Architektur. Low-Tech Design“**¹⁸.

Im Rahmen der Studie **„Nutzerkomfort durch lowtech-Konzepte in Gebäuden“**, beauftragt vom BBSR (Beginn: Juni 2019, laufend) wurde seitens der IBO gemeinsam mit den Projektpartnern wohnbund:consult und FH Technikum/Erneuerbare Energie Kriterien für bauliche, haustechnische und Regelungs-Komponenten zur Low Tech-Einstufung entwickelt.

In den Projekten R2EC (05/19 – 04/22; FH Technikum Wien, EVN AG, Wynergy e.U. et al.), **Zukunftsquartier 2.0** (06/19 – 11/21; FH Technikum Wien, IBR&I, Introplan et. al) und FLUCCO+ (09/19 – laufend; FH Technikum Wien, IBO, Käferhaus GmbH, Stadtgemeinde Korneuburg et al.) wurden unter anderem **Energiegemeinschaften und deren Auswirkung auf den Energiebedarf in Quartieren** untersucht. Zusätzlich wurden durch **Nutzer:Inneneinbindung** die **Komfortgrenzen ausgetestet** und somit durch produktionsgesteuerte Bedarfsanpassung eine Bedarfsreduktion des

¹⁷ Haselsteiner, Edeltraud u.a. (2017)

¹⁸ Haselsteiner, Edeltraud (2022).

Primärenergieeinsatzes untersucht. Diese Bedarfsreduktionen wurden durch **netzdienliche Regelungen ohne technologischen Mehraufwand** erzielt.

Mobilität und Verkehr werden immer noch stark isoliert von anderen Energieverbrauchs- und Energieversorgungsanforderungen betrachtet und lassen Zusammenhänge mit raumplanerischen Überlegungen, der Gebäudetechnik oder der Kreislaufwirtschaft oftmals außer Acht. Planungskonzepte, welche raumplanerische Grundlagen bei der Konzeptionierung und Planung von Verkehrssystemen berücksichtigen und **Strukturen für nachhaltige Mobilitätsformen** fördern, können einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, den Energieverbrauch bzw. Energiebedarf im Verkehrssektor zu senken. Das Sondierungsprojekt **SUPERBE** (Projektpartner TU-Wien; Förderung: FFG Stadt der Zukunft) analysierte hierzu am Beispiel der Stadt Wien **stadtmorphologische Quartierstypen als mögliche Anwendungsgebiete für Superblocks** und erarbeitete Umsetzungsempfehlungen. Im laufenden H2020 Folgeprojekt **TuneOurBlock** (Projektleitung TU Wien) werden die Validierung, Internationalisierung und **Skalierung des Superblock-Konzepts** als Planungsstrategie für urbane nachhaltige Transformation im Zuge einer Umsetzung erforscht und weitergeführt. Im Rahmen des **Projekts CHANGE! Mobilitätswende in den Köpfen** (URBANITY, TU-Wien und weitere Partner) wurde eine fundierte **Wissensbasis zu Transformationsprozessen**, Push- und Pull Faktoren sowie Maßnahmen und Prozessen in Richtung einer vollständigen Dekarbonisierung und gesamtgesellschaftlichen Mobilitäts(Energie-)wende erstellt. Das Sondierungsprojekt bot die Möglichkeit, weitere Erkenntnisse im Hinblick auf Low-Tech-Maßnahmen interdisziplinär zu erarbeiten und zu diskutieren.

Der Projektpartner alchemia-nova ist seit vielen Jahren in der Beforschung naturbasierter Systeme, biogener Werkstoffe und Kreislaufwirtschaft aktiv an verschiedenen nationalen und internationalen Forschungsprojekten beteiligt, unter anderen an den gebäuderelevanten **H2020 Projekten HOUSEFUL** (kreislauffähige Geschäftsmodelle im europäischen Bausektor, naturbasierte Lösungen für **kreislauffähige Gebäude**), **PVadapt (multifunktionale Grünfassaden für Gebäude zur Abwasserreinigung und Kühlung von PV-Paneelen für gesteigerte Energiegewinnung)** und **ReCO2ST (kreislauffähige Lösungen für klimafreundliche Gebäudesanierung, biogene Baustoffe)**. Im Projekt **Austrian BioCycles** erhob alchemia-nova vorhandene biogene Reststoffe in Österreich auf Bundesländerebene, und entwickelte Bioraffinerie-Konzepte für eine umfassende Nutzung biogener Reststoffe in der biobasierten Industrie¹⁹. alchemia-nova ist außerdem Netzwerkpartner in den beiden Innovationslaboren "GRÜNSTATTGRAU" (GSG) und dem Green Energy Lab.

¹⁹ V. Reinberg u.a. (2020)

4 Projektinhalt

4.1. Vorgangsweise und Methode

Um die erarbeiteten Musterlösungen im Sinne der Low-Tech Definition bestmöglich auf die Probleme der Regionen auslegen zu können, ist es notwendig eine intensive Stakeholder- und Nutzer:innen Analyse durchzuführen und diese bezüglich der Probleme und Potentiale in der Region zu Befragen. Erst im Anschluss dieser Befragungen konnte die Konzeptentwicklung für die einzelnen Handlungsfelder umgesetzt werden. Dies wird auch in der folgenden Abbildung 4 im Überblick dargestellt. In den einzelnen Handlungsfeldern werden darüber hinaus die konkreten methodischen Zugänge noch detaillierter erläutert.

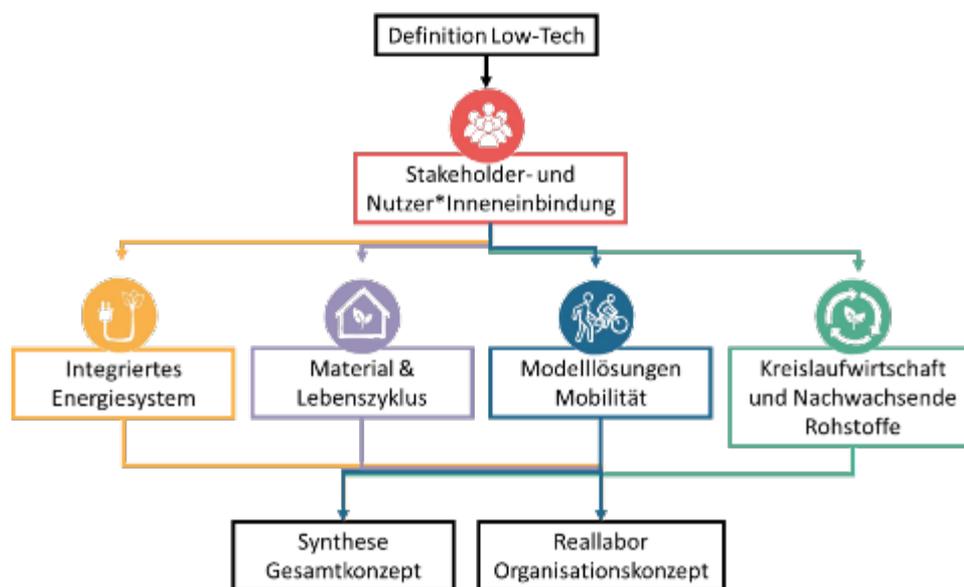


Abbildung 4: Methodische Vorgehensweise (Eigene Darstellung)

4.2. Reallabor: Low-Tech Definition, Handlungsfelder, Innovationsziele und Low-Tech Prinzipien

Low Tech wird im gegenständlichen Projekt als optimierter Ansatz hinsichtlich „Technikeinsatz“ einerseits und größtmögliche Nutzung von vorhandenen Potenzialen der Umwelt andererseits verstanden. Sonne, Wind, Luftströmungen, Tageslicht oder Vegetation werden im funktionalen Zusammenspiel zu den bestimmenden Akteuren. Ferner ist die Bildung von Systemkreisläufen und die Nutzung möglicher Versorgungs- und Entsorgungskreisläufe mit Gebäuden im Verbund oder anderen Sektoren ein entscheidender Faktor. Mit dem ökologischen und sozialen Ansatz, naturbasierte Lösungen, Kreislaufwirtschaft, Materialökologie, Lebenszykluskosten, Nutzungsmix und Suffizienzpotentiale einzubeziehen, wird eine holistische Interpretation von Low Tech verfolgt.

Auf Basis der für diese Sondierungsstudie festgelegten Handlungsfelder wurde der Begriff „Low-Tech“ weiter operationalisiert und konkrete Low-Tech Prinzipien sowie Beispiele dazu erarbeitet. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse dieses Arbeitsprozesses. Dabei wird Low-Tech – neben Nachhaltigkeit, 100%

Erneuerbare Energie, Kreislaufwirtschaft – als gleichrangiges Innovationsziel definiert. Low-Tech als ein gewichtiger Hebel zu einer nachhaltigen Lebensweise und Gesellschaft, bedeutet dabei **lokal, aktiv, nützlich, fair, transparent und verantwortungsbewusst zu Handeln**.

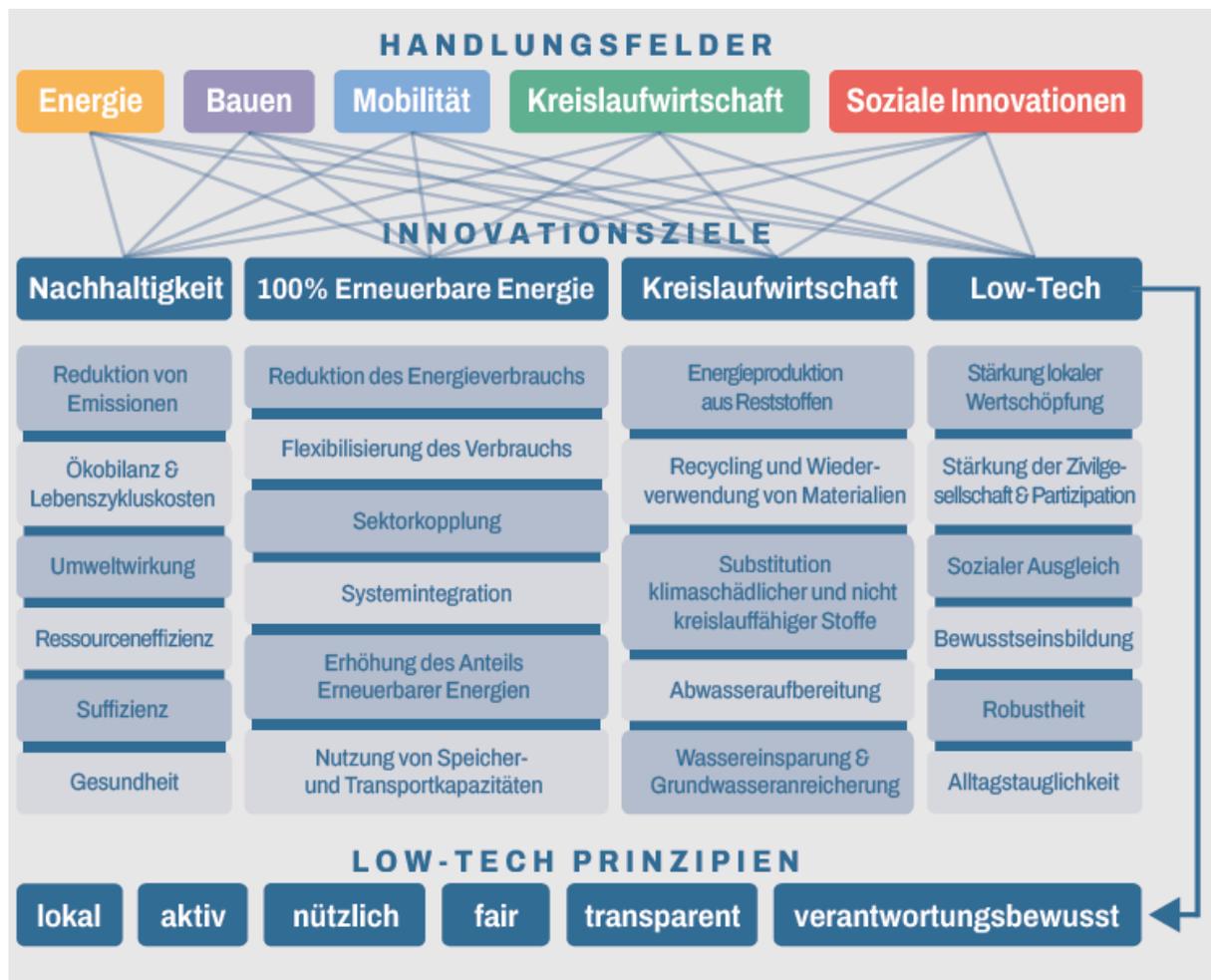
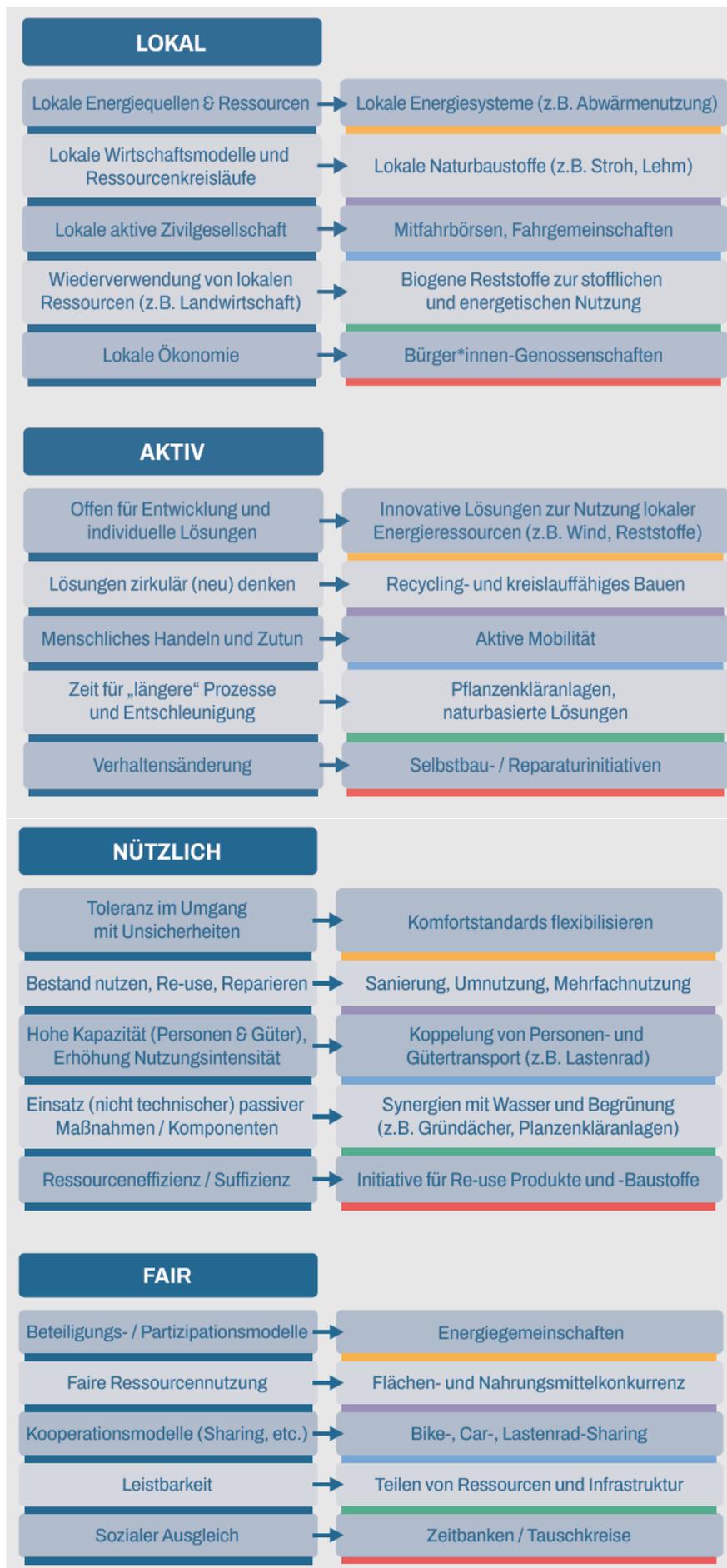


Abbildung 5: Low-Tech Handlungsfelder und Innovationsziele (Eigene Darstellung)

Diesen handlungsleitenden Low-Tech Prinzipien sind wiederum konkrete Lösungsstrategien und Beispiele zugeordnet, siehe Abbildung 6.



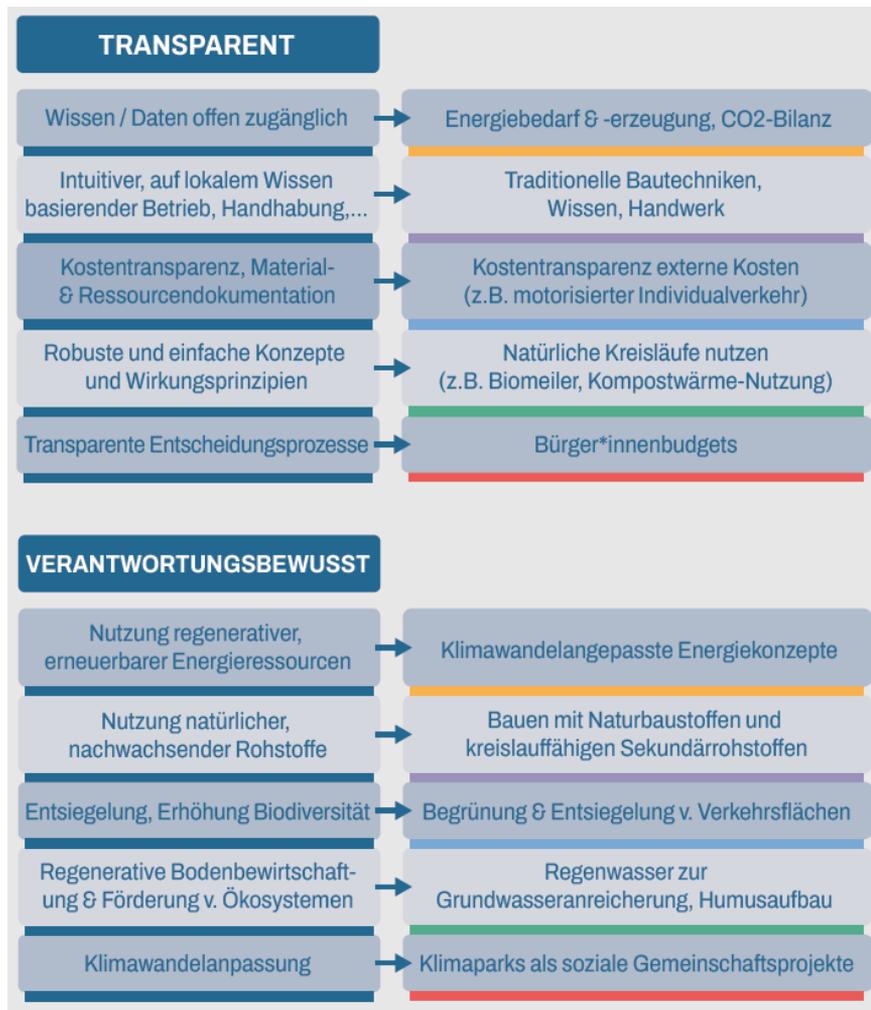


Abbildung 6: Low-Tech Prinzipien, Lösungsstrategien und Anwendungsbeispiele (Eigene Darstellung)

4.3. Stakeholder- und Nutzer:inneneinbindung

Im Fokus des qualitativen Forschungsdesigns stand die Methode der Einzelinterviews. Diese sind als ein Zugang zur komplexen Wirklichkeit der im Entwicklungsprozess beteiligten Akteur:innen zu verstehen. Der explorative Feldzugang entwickelt sich im Zuge der Forschung in eine immer spezifischere Ausprägung und Verdichtung. Gesellschaftliche Wirklichkeit, als Ergebnis von interaktiven Interpretationsprozessen, im Kontext von lokalen, nachhaltigen Entwicklungsprozessen, galt es zu erfassen und wiederum wissenschaftlich zu interpretieren, woraus sich eine qualitative Vorgehensweise begründet. Abbildung 7 veranschaulicht die methodische Vorgehensweise. Die einzelnen Arbeitsschritte sind nachfolgend erklärt:

- **Workshops:** Für jede Modellregion wurden 1-2 online Workshops organisiert, an denen relevante Akteure aus der jeweiligen Region teilnahmen. Das Ziel der Workshops war einerseits die Vorhaben des Projektes „Low-Tech innolab“ den Akteur:innen näherzubringen, und andererseits die Interessen der Akteur:innen hinsichtlich einer möglichen Zusammenarbeit zu ermitteln. Ein wichtiger Teil des Workshops war die Erhebung von ökologischen, sozialen und ökonomischen

Problemen in der Region, und die Vernetzung der relevanten regionalen Akteure mit den fachlich zuständigen Projektpartner:innen. Im Zuge des Workshops konnten erste relevante regionale Stakeholder identifiziert werden.

- **Stakeholderanalyse:** Die Identifizierung von sowohl regionalen als auch fachlich-relevanten Stakeholdern basierte auf den Erkenntnissen der Akteur:innenworkshops, der Desk-Recherche und den Expert:inneninterviews. Das Ziel war die Identifizierung regionaler Akteur:innen, für die Umsetzung des Projektes fachlich-relevanten Expert:innen sowie Zielgruppen von Endnutzer:innen als Basis für die nächsten Arbeitsschritte.
- **Vorbereitung Interviews:** Als die zentrale Methode des Erhebungsverfahrens wurde das teilstandardisierte problem- und themenzentrierte Interview angewendet. Basierend auf den identifizierten Stakeholdern, deren Rollen und Interessen für das Projekt, wurde ein Leitfaden für die Expert:inneninterviews entwickelt. Folgende Kernthemen wurden erarbeitet:
 - *Innovationsmöglichkeiten in der Region*
 - *Low Tech Lösungen*
 - *Reallabore*
 - *Akteur:innen*
 - *Akzeptanz und Partizipation*
 - *Größten Herausforderungen*
- **Expert:inneninterviews:** Eine Expert:innen-Liste wurde gemeinsam mit dem Konsortium erstellt.
 1. *Lokale und regionale Akteur:innen*
Zentrale Stakeholder-Kategorie, um den lokalen Wirtschaftskreisläufen, traditionellen sozial-ökologischen Techniken & der Identifikation von Kritiker:Innen bereits in der Sondierung Raum zu geben
 2. *Betreiber:innen von Reallaboren oder ähnlichen Laboren*
Die Befragung dieser Stakeholderkategorie diente u.a. zur Akquirierung praktischen Fachwissens über die Etablierung und Aufrechterhaltung von Reallaboren.
 3. *Fachexpert:innen Partizipation und Low Tech Konzepte*
Die Befragung dieser Kategorie diente dazu, ein vertieftes Verständnis über Low-Tech-Konzepte und Potentiale sowie Partizipation zu erlangen.
- **Nutzer:innen-Einbindung:** Die Auswahl der Methodik war abhängig von den möglichen Zugängen zu (potentiellen) Endnutzer:innen in den Modellregionen. Die Gelegenheit wurde genutzt am Klimafest in Steyr teilzunehmen, um mit den Standbetreiber:innen und den Besucher:innen vor Ort offene Interviews zu führen.

Ort: Klimafest Steyr

Datum, Uhrzeit: 21.05.2022, 14-17 Uhr

Zielgruppen:

- Zivilgesellschaft (Besucher:innen)
- Standbetreiber:innen

Methode: offene Fragen / Diskussion zu folgenden Themenbereichen:

„Umfrage – einfache Lösungen für die Stadt Steyr“

1. Welche Probleme sollten in der Stadt gelöst werden?
2. Haben Sie Vorschläge, wie man diese Probleme lösen kann? Idealerweise einfache und ressourcenschonende Lösungen. (z.B. Reparieren statt neu kaufen, Carsharing)
3. Würden Sie sagen weniger Technik steigert Ihre Lebensqualität?

4. Sind Sie bereit Ihr Verhalten zu verändern, um einen nachhaltigen Lebensstil zu unterstützen?
Wenn ja welche?

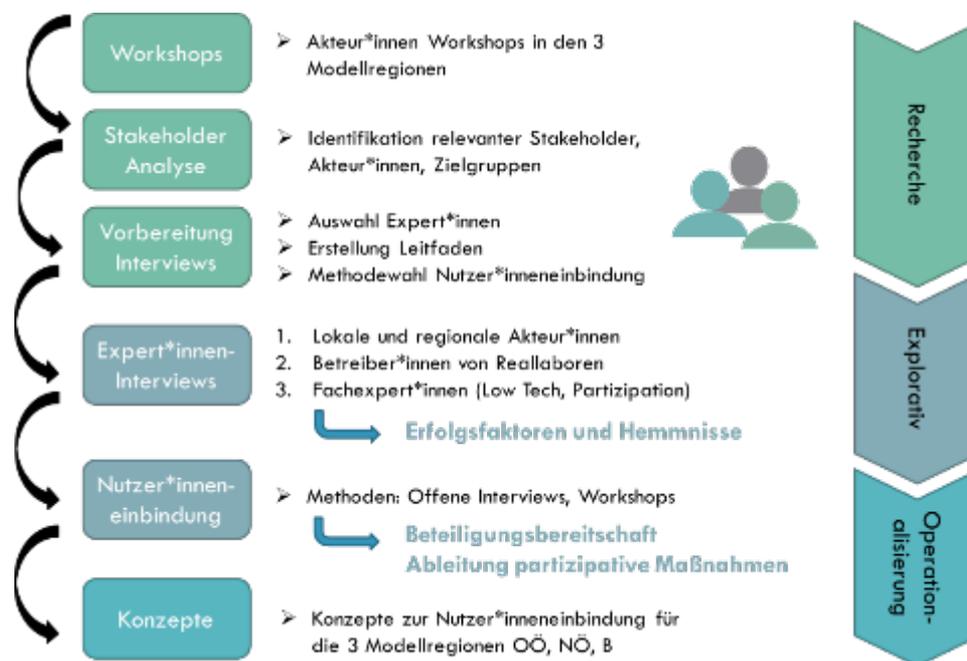


Abbildung 7: Methodische Vorgehensweise der Nutzer:Inneneinbindung (Eigene Darstellung)

- **Konzepte:** Basierend auf den Akteur:innen-Workshops, den Expert:innen- und Nutzer:inneninterviews wurden Interessenslagen, Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Low Tech Lösungen und bei der Umsetzung von Reallaboren dargestellt, sowie skalierbare Partizipationsstrategien konkretisiert, um relevante Akteur:innen und Endnutzer:innen erfolgreich in ein zukünftiges Reallabor einzubinden, und um die Erreichung der dargestellten Nachhaltigkeitsziele zu unterstützen.

Durch die Nutzer:innen-Einbindung in Form einer Befragung am städtischen Klimafest wurde ein Bias generiert. Obwohl eine Verzerrung der Ergebnisse bereits vorab bewusst war, wurde dennoch die Methodik gewählt, da sie eine gute Möglichkeit darstellte mit den Bewohner:innen der Modellregion Steyr in Kontakt zu treten. Die Besucher:innen des Klimafestes zeigten Interesse für Themen wie „Klimawandel“ und „Stadtentwicklung“, waren aber auch kritisch gegenüber den aktuellen Entwicklungen in der Stadt. Vor diesem Hintergrund lassen die Ergebnisse sich nicht auf die Allgemeinbevölkerung übertragen. Jedoch sind die Teilnehmer:Innen des Klimafestes geeignet, um als Innovationskraft im weiteren Projektverlauf dienen zu können. Viele von ihnen haben sich bereit erklärt bei fortgesetzter Forschungstätigkeit weiterhin partizipieren zu wollen

4.4. Integriertes Energiesystem

Der Fokus dieser Studie sollte auf den Bereichen private Haushalte und Mobilität liegen, um die Hebel dort anzusetzen, wo ein großes Einsparungs- und Erzeugungspotenzial vorhanden ist. Der Sektor der produzierenden Industrie zählt ebenfalls zu den großen Verbrauchern . Da eine Detailanalyse in den Industrieunternehmen der beteiligten Städte nicht möglich war, wird eine „spezifische“

Bedarfsreduktion in den nächsten 20 Jahren nur in der Größenordnung betrachtet, die durch die Steigerung von Produktionsgütern wettgemacht wird. Das heisst, dass der Gesamt-Endenergiebedarf als konstant angenommen wird: Mehr Produkte und Dienstleistungen bei mehr Effizienz. Der resultierende Bedarf wird allerdings zunehmend erneuerbar bereitgestellt, sowohl im Nieder- wie Hochtemperaturbereich sowie elektrischen Dienstleistungen. Dennoch wird die Abwärmen und gegebenenfalls vorhandene große Dachflächen für die Produktion von Solarenergie nutzen.

Methodik

Die Methodik folgte dem Verlauf in Abbildung 8.

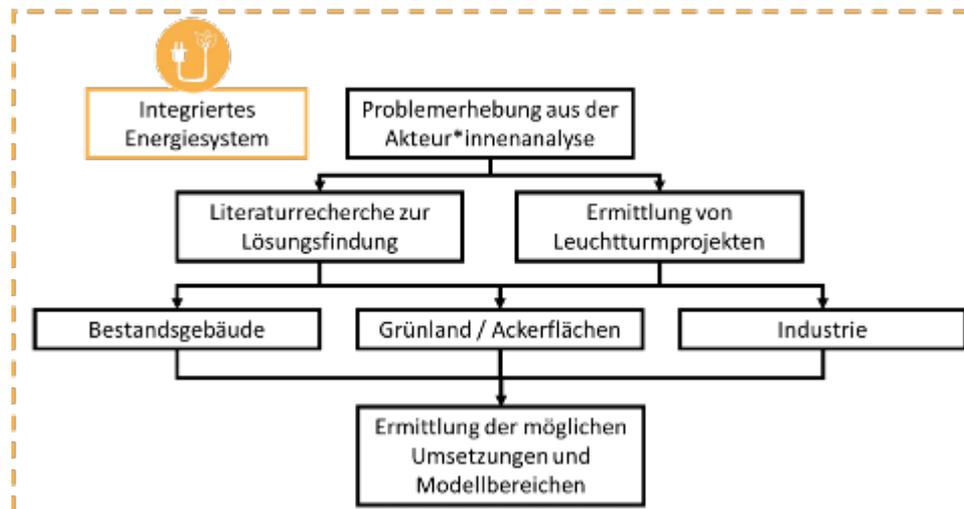


Abbildung 8: Methodische Vorgehensweise des integrierten Energiesystems (Eigene Darstellung)

Erst werden die Ergebnisse der Akteur:innenanalyse analysiert und Probleme der einzelnen Regionen aus diesen sondiert. Um ein möglichst breites Spektrum an Problemen und deren Lösungen bieten zu können wurde der Fokus dieser Studie auf drei Modellregionen gelegt:

- Steyr, einer historisch gewachsenen Industriestadt in welcher die Probleme der Industrialisierung und von Bestandsgebäuden in Städten aufgezeigt werden kann.
- Hollabrunn, einem agrarwirtschaftlich geprägten Verwaltungs- und Bildungszentrum in welcher die Bewusstseinsbildung bereits bei jungen Akteur:Innen untersucht werden kann
- Gols, einem historischen Weinbauort, in welchem die Probleme und Potentiale von Grünflächen und kleineren, österreichischen Gemeinden aufgezeigt werden kann

Durch diese Unterteilung kann einerseits die diverse bauliche Gegebenheit in Österreich als auch gewisse geographische Unterschiede aufgezeigt werden. Beispielsweise hat die Stadt Steyr vermehrt Probleme mit Bestandsgebäuden welche durch den Denkmalschutz nur bis zu einem gewissen Grad mit erneuerbaren Energieträgern bestückt oder saniert werden können. Andererseits hat die Stadt Hollabrunn mit der Akzeptanz von Windrädern zu kämpfen, wobei ein hohes Potenzial dieser in den naheliegenden Ackerflächen vorhanden wäre. Gols ist ein Vorreiter für den Ausbau von Windkraft. In dieser Gemeinde wohnt ein Großteil in Einfamilienhäusern welche teilweise hohe Heizwärmebedarfe aufweisen. Somit haben alle Regionen spezifische Probleme welche durch die Problemanalyse und Lösungsfindung durch eine Ermittlung von Leuchtturmprojekten und Verknüpfungen mit den anderen Bereichen aus der Kreislaufwirtschaft und Mobilität im Zuge dieses Projektes konzeptionell gelöst wurden.

Auf Basis dieser Recherchen wurden anschließend Musterlösungen für geeignete Bereiche in den Gemeinden ermittelt und das Potenzial dieser durch Berechnungen und Simulationen abgeschätzt. Die geeigneten Regionen wurden mit den Gemeinden besprochen um es auch als Interessensgebiet für Folgeprojekte zu sondieren. Es wurden Cluster gewählt, welche bestmöglich alle Bereiche zusammenfassen und ebenfalls die Synergie zwischen den (Maßnahmen-)Hebeln widerspiegeln. Diese Cluster sind genauer im Kapitel „Ergebnisse“ beschrieben.

4.5. Optimierungspotenziale „Gebäude“

Es erfolgte eine Analyse des Optimierungspotentials bei der Gebäudeerrichtung, bzw. -sanierung anhand von konkreten, real umgesetzten bzw. in Umsetzung befindlichen Gebäuden hinsichtlich Baustoffauswahl.

Bei der Bewertung der Materialökologie wurden die bewährten Tools zur Untersuchung der Auswirkung von Low-Tech-Technologien eingesetzt. Dazu gehören ÖNORM EN 15804 Nachhaltigkeit von Bauwerken²⁰ sowie ÖNORM EN ISO 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz²¹.

Der Fokus lag dabei auf den möglichen Potentialen, die bei der Errichtung bzw. Sanierung von Gebäuden entstehenden CO₂-Emissionen so gering wie möglich zu halten sowie die Rückbaubarkeit und Kreislaufführung der eingesetzten Materialien zu berücksichtigen.

Es wurden unter Berücksichtigung regionaler Potentiale Low-Tech Lösungen von in Planung (Hollabrunn) bzw. Sanierung (Steyr) befindlichen Projekten hinsichtlich ökologischer Eigenschaften untersucht und validiert. Bezüglich der ökologischen Bewertung wurden die Parameter GWP (Globales Treibhauspotential) und Primärenergieeinsatz auf Grundlage generischer (IBO-Richtwerte) bzw. produktspezifischer Ökobilanzdaten berücksichtigt.

Beispielhaft wurde in der Region Hollabrunn der in Errichtung befindliche Schulcampus Hollabrunn sowie in Steyr das Stadtbad, dessen Sanierung unmittelbar bevorsteht, herangezogen. Die Ergebnisse der Berechnung sind unter Abschnitt 5 (Ergebnisse) angeführt.

Als schwierig erwies sich das Vorhaben, den Anteil regionaler Baustoffhersteller am Energieverbrauch bzw. deren Möglichkeiten, auf 100% erneuerbare Energie umzustellen, zu erheben. In der Umsetzung konkreter Bauvorhaben obliegt die Entscheidung für oder gegen den Einsatz konkreter Baumaterialien sowie deren Lieferanten in den meisten Fällen dem Generalunternehmen (GU), eine direkte Einflussnahme durch den Auftraggeber ist so gut wie nicht möglich.

4.6. Modellösungen und Low-Tech-Definition für das Mobilitätssystem

Mittels Desktop Recherche wurde nach einer geeigneten Low-Tech-Definition für das Mobilitätssystem gesucht und Good-Practice-Beispiele recherchiert. Eine wesentliche Website, die hier relevante Informationen lieferte, war das Low-Tech Magazine²². Die Website thematisiert insbesondere die

²⁰ ÖNORM EN 15804: 2022-02-15 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (konsolidierte Fassung)

²¹ ÖNORM EN ISO 14044: 2021-03-01 Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020) (konsolidierte Fassung)

²² <https://www.lowtechmagazine.com/> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:00)

Potenziale oft vergessener Technologien und zeigt mit anschaulichen Beispielen auf, wie sie als Grundlage für nachhaltige Energiepraktiken dienen können. Einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis von Low-Tech-Lösungen lieferte auch das Berliner Kollektiv für angepasste Technik²³. Auf Basis dieser Überlegungen wurden die Charakteristika für Low-Tech für das Mobilitätssystem ausgearbeitet. Viele Low-Tech-Lösungsansätze existieren heute oftmals (meist noch nicht einmal) als Nischenlösungen zwischen etablierten oder neu entwickelten (hoch-technologischen) Systemkomponenten. Auf das Verkehrssystem bezogen funktionieren unterschiedliche Verkehrsmittel nebeneinander, besitzen jedoch in ihren Anforderungen und Voraussetzungen an Infrastruktur und Betrieb völlig unterschiedliche Abhängigkeiten. Ziel des Projektes war es auch diese Abhängigkeiten sichtbar zu machen. Daraus ergeben sich praxisbezogene Argumente für eine Implementierung und Anwendung von Low-Tech-Lösungen im Verkehrssektor.

In weiterer Folge wurden prototypische Modelllösungen für Gemeinden und Handlungsanleitungen für zivilgesellschaftliche Akteur:innen erarbeitet. Neben der Sichtung relevanter strategischer Dokumente und mobilitätsrelevanter Daten der Modellregionen Steyr, Hollabrunn und Gols (sowohl angelegt als Desktop Recherche und Abfragung mittels ausgesendeter Fragebögen an die relevanten Stakeholder der Modellregionen, als auch mittels Online-Präsentationen der Sondierungsstudie in den Modellregionen), wurden Ideen zu praktikablen Modelllösungen für den Fußverkehr, Radverkehr, öffentlichen Verkehr und motorisierten Individualverkehr zusammengefasst. Auf Basis der eruierten mobilitätsrelevanten Problemstellungen in den einzelnen Modellregionen wurden skalierbare prototypische Modelllösungen für Dörfer und Kleinstädte ausformuliert und visuell aufbereitet (siehe Anhang). Die Maßnahmen wurden zusätzlich auf unterschiedliche Effekte, wie Gesundheit & Wohlbefinden, Ressourcen, Suffizienz, Komfort, lokale Wertschöpfung, Biodiversität, Ästhetik, Stressreduzierung, Ökonomie, Robustheit, technisches Potenzial, Bewusstseinsbildung und Kreislauffähigkeit qualitativ bewertet. In einem weiteren Schritt wurden Modelllösungen spezifisch für das den Bildungscampus in Hollabrunn, das Stadtbad, die Volksschule Plenkberg und die Münchenholz Siedlung in Steyr, sowie für Baumgarten in Gols (auch in Bezug vorab definierter Cluster) konzeptioniert.

4.7. Potenziale für Kreislaufwirtschaft, nachwachsende Stoffe und Synergien mit Wasser und Begrünung

Dieser Themenbereich umfasst Kreislauffähiges Bauen und Sanieren, Nutzung von Sekundärrohstoffen und nachwachsenden Stoffen, und Synergien mit Wasser und Begrünung. Als Basis für die Entwicklung von angepassten Modelllösungen wurden regionale Wertschöpfungsketten und Innovationsökosysteme, Anknüpfungspunkte an geplante Projekte wie Sanierungen und Neubauten oder betriebliche Innovationen, Potenziale für Kreislaufwirtschaft und Synergien, sowie Skalierbarkeit möglicher Modelllösungen erhoben.

Im ersten Arbeitsschritt wurden relevante und öffentlich zugängliche Studien recherchiert, wie etwa die Grundlagenerhebung für den Stadtentwicklungsplan Hollabrunn. Im nächsten Schritt wurde ein Fragebogen erstellt, um Informationen von lokalen Akteuren abzufragen. Dieser gliederte sich in die drei Bereiche Bau, nutzbare biogene Reststoffe, und Wasser und Begrünung. Spezifisch wurde gefragt nach laufenden und geplanten Bau-, Sanierungs- und Abrissprojekten, regionaler Produktion von

²³ <https://kante.info/uber-uns/was-macht-kante-eigentlich/> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:00)

Baumaterialien, Betriebe welche in der Zielregion angesiedelt sind und/oder hier produzieren (welche landwirtschaftliche Produktion – z.B. Gemüse, Wein, Obst, Viehwirtschaft, Grünfütterproduktion, Waldwirtschaft; welche verarbeitende Betriebe – z.B. Holzverarbeitende Betriebe, Biogasanlagen und Biomassekraftwerke, Treibstoff- oder Heizmaterialhersteller, Papier- und Zellstoffindustrie, Schlachtereien, Ölmühlen, Getreidemühlen, Brauereien, Milchverarbeiter, Zuckerproduzenten, Betriebe der Obst- und Gemüseveredelung, sowie andere Lebensmittelverarbeiter wie Tiefkühllebensmittelhersteller und Getränkeproduzierende Betriebe); Kläranlagen, Bezugsquellen für Trinkwasser, Bewässerung, Straßenreinigung; Herausforderungen in Bezug auf Hochwasser, Regenwasserretention, Wasserknappheit, und Trockenheit; sowie bestehende/ geplante Stadtbegrünung.

Ein Fragebogen wurde jeweils in den drei Zielregionen durch die jeweilige Ansprechperson unter institutionellen Akteuren wie Stadtämter und Stadtwerke zirkuliert. In Ergänzung dazu wurden Daten über die land- und forstwirtschaftliche Produktion von den jeweiligen Bezirksbauernämtern herangezogen. Öffentlich zugängliche Statistiken gaben Auskunft auf Bundesländer-Ebene, aber nicht darunter, und konnten daher nicht herangezogen werden. Insgesamt konnte abgeschätzt werden, welche verwertbaren biogenen Reststoffe reichlich vorhanden sind, wo sie verfügbar sind, welche Akteure damit in Verbindung stehen und welche Infrastrukturen vorhanden sind. Eine genauere Aufstellung der Mengen ging über die Projektrahmen hinaus.

Auf Basis sämtlicher vorhandener Informationen wurden Modelllösungen ausgewählt, in den Bereichen kreislauffähiges Bauen, Nutzung biogener Reststoffe, und Begrünungslösungen für Wasserwirtschaft und Synergieeffekte identifiziert (beispielsweise mit PV-Panelen für Energiegewinnung, oder für mikroklimatische Verbesserungen in und um Gebäude). Die identifizierten Modelllösungen wurden zunächst im Projektkonsortium diskutiert, um Anknüpfungspunkte für deren sektorübergreifende Integration und mögliche Synergien auszuarbeiten, um sie zum übergeordneten Energiesystem theoretisch zusammenzuführen. Anschließend wurden die gesammelten Erkenntnisse und Modelllösungen mit lokalen und regionalen Entscheidungsträger:innen in jeweils einem Workshop pro Zielregion diskutiert, für die Entscheidungsträger:innen besonders relevante Lösungen hervorgehoben, die Informationslage nochmal im gemeinsamen Workshop-Setting abgeglichen, und umsetzungsrelevante Hinweise eingeholt.

Herausforderungen ergaben sich aus der Datenverfügbarkeit auf regionaler Ebene, über unter- bzw. ungenutzten Reststoffen. Aufbauend auf den Überblick, den diese Studie bereits liefert, bedarf es tiefergehender Investigation mittels direkten Gesprächen mit ansässigen Betrieben, um ein Mengengerüst aufzubauen, damit Modelllösungen zu dimensionieren und mittels einer techno-ökonomischen Studie ein robustes Auswahl- und Planungsverfahren zu ermöglichen.

5 Ergebnisse

5.1. Reallabor: Erfolgsfaktoren Stakeholder- und Nutzer:inneneinbindung

Das Ziel der Stakeholderanalyse war die Identifizierung von regionalen Akteur:innen, und für die Umsetzung des Projektes fachlich-relevanten Expert:innen und Zielgruppen von Endnutzer:innen. Im Rahmen des explorativen Forschungszugangs wurden die Leitplanken eines Low-Tech-Innovationslabors ausgeleuchtet. Eine spezifische Analyse der Interessen und Einflussmöglichkeiten der einzelnen Stakeholder wurde für jede Region abhängig von den konkreten Vorhaben der Low Tech Projektpartner:innen durchgeführt.

Folgend sind Beispiele für relevante Stakeholder gelistet:

Lokale Akteure:

- Gemeinde (Bauamt, Stadtwerke)
- Wirtschaftskammer
- Bezirksbauernkammer (Hollabrunn)
- LEADER Regionen
- Klima- und Energie Modellregionen (KEM-Regionen)
- Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR! Regionen)
- Vereine (z.B. Sport, Kultur, Musik)
- Große Unternehmen, klein- und mittelgroße Unternehmen (KMUs), Startups (Produktion, Dienstleistung, Verwaltung)
 - Zentraler Akteur in Steyr: MAN-Werk
- Nichtregierungsorganisation (NGOs)
- Bildungseinrichtungen
- Bürger:inneninitiativen
- Netzwerke
- Lokale und Regionale Initiativen, z.B. Klimafokus (Steyr), Zukunftsregion Steyr (Stakeholderworkshops).
- Allgemeine Öffentlichkeit

Fachexperten:

- Low Tech
- Partizipation
- Soziale Innovation

Reallabore:

- Betreiber:innen von Reallaboren oder ähnliche Labore

Rollen:

- Investoren
- Endnutzer:innen

Aus den Expert:inneninterviews wurden folgende Kernaussagen identifiziert:

- Regional oder lokal vorhandene/s Wissen/Innovationen/etc. nutzen
- Gerade im technischen Bereich wird es ein Zusammenspiel aus Low- und High-Tech Maßnahmen benötigen
- Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderungen sind effektive Low-Tech Maßnahmen
- Projekte/Ziele müssen klar definiert sein und in einfacher, verständlicher Sprache kommuniziert werden
- Es müssen mögliche Potentiale und Vorteile aufgezeigt und ein Mehrwert für die Region/Gemeinde/Unternehmen/Bürger:innen geschaffen werden
- Konkrete Angebote/Projekte und im besten Fall messbare Ziele müssen auf die jeweiligen Modellregionen abgestimmt werden
- Multiplikator:innen in den Regionen finden, z.B. Vereine, Co-Creation-Spaces, Schulen, vorhandene Innovationslabore, KEM-, KLAR-, LEADER Regionen
- Bedürfnisse müssen identifiziert und behandelt werden
- Es darf nicht nur geredet werden, sondern es muss auch zur Umsetzung kommen
- Es benötigt Akzeptanz, Verständnis und Wertschätzung für alle, auch jene die nicht interessiert sind, und deren Engagement
- Low-Tech Definition muss vorab festgelegt werden

Abbildung 9 bis Abbildung 11 veranschaulichen wichtige Aspekte für eine erfolgreiche Stakeholdereinbindung innerhalb eines Reallabors. Was muss ein Reallabor bieten? Wie muss ein Reallabor gestaltet sein? und Welche Methoden und Strategien können Anwendung finden?

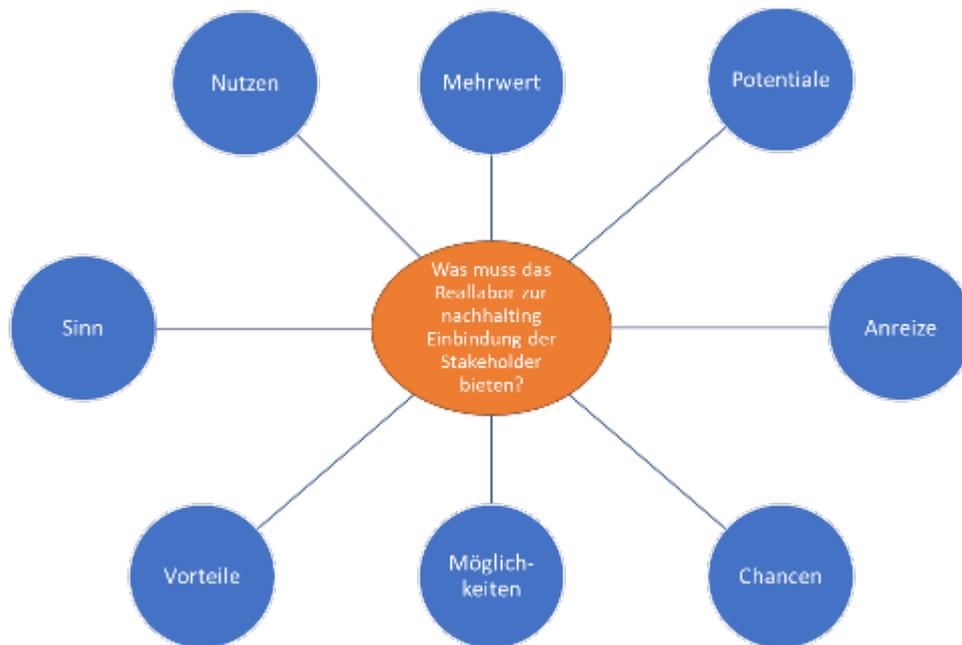


Abbildung 9: Angebot eines Reallabors zur nachhaltigen Stakeholdereinbindung (Eigene Darstellung)

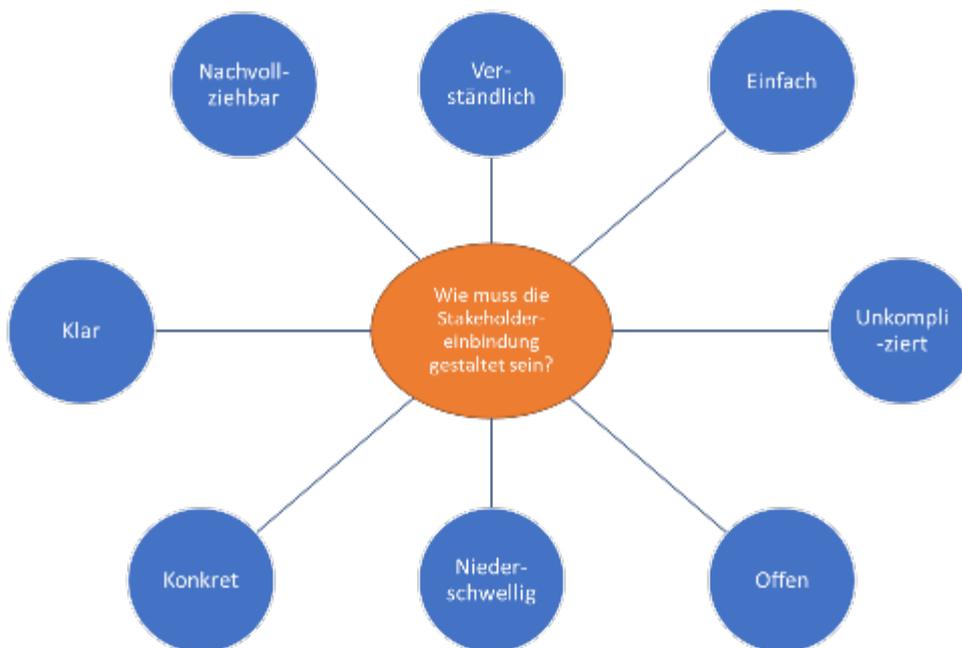


Abbildung 10: Gestaltung eines Reallabors zur nachhaltigen Stakeholdereinbindung (Eigene Darstellung)



Abbildung 11: Methoden zur nachhaltigen Stakeholdereinbindung (Eigene Darstellung)

Am Klimafest in Steyr wurden insgesamt 16 Interviews geführt. Die interviewten Personen wiesen unterschiedliche Altersgruppen auf und stammten aus unterschiedlichen Berufsfeldern. Ein gesunder Mix aus unterschiedlichen Gesellschaftsgruppen war erkennbar.

Im Bereich Mobilität wurde viel Kritik geübt. Am meisten wurde die mangelnde Verkehrsinfrastruktur für Radfahrende genannt, gefolgt von dem hohen Autoverkehr. Auch die mangelnde Zugverbindung zu größeren Städten wie z.B. Linz wurden des Öfteren erwähnt. Um die Konflikte zu minimieren, wurden innovative und partizipative Verkehrskonzepte als eine mögliche Maßnahme genannt. Weitere Problemfelder sehen die Teilnehmer:innen im mangelnden Ausbau von Fernwärme und der zunehmenden Flächenversiegelung von Grün- und Ackerland durch Ausbau von Gewerbe, aber auch Wohnbau.

Anhand der Befragungen war ersichtlich, dass Technikskepsis mit dem Alter zunahm. Allgemein wurde weniger Technik als gut empfunden, in manchen Bereichen ist Technik jedoch essentiell (z.B. im Gesundheitswesen). Technik sollte sich an den Bedürfnissen der Menschen anpassen, und „Low Tech“ gut vermarktet werden.

Wie erwartet sind Besucher:innen und Standbetreiber:innen am Klimafest offen dafür ihr Verhalten in Richtung eines nachhaltigen Lebensstiles zu ändern, aber die Rahmenbedingungen müssen dafür auch geschaffen werden.

5.2. Regionaltypische Lösungen: Integriertes Energiesystem

Zur Umsetzung und Modellierung der regionaltypischen Musterlösungen wurden je Gemeinde Cluster gebildet, welche sich für eine Umsetzung der Problemstellung angeboten haben, bereits ein Projekt in Umsetzung war oder einen möglichst breiten Bereich an Nutzungen geboten haben. Hierbei wurde auf folgende Kriterien und Probleme aus den Ergebnissen der Akteur:innenanalyse eingegangen:

Tabelle 1: Probleme der Regionen

Steyr	Hollabrunn	Gols
Bestandsgebäude mit Denkmalschutz	Wassermangel	Bestandssanierung
Industriegebiet	Fachkräftemangel	Einfamilienhaushalte
Wegzug in Nachbargemeinden	Akzeptanz für Windkraft	Reststoffverwertung
Flächenversiegelung	Ressourcenknappheit (Neubau statt Sanierungen)	Motorisierter Individualverkehr
Statik für Photovoltaik (PV)	Dezentrale Versorgungssysteme	Projektumsetzung Mangelhaft

Durch Kontaktaufnahme mit den betroffenen Gemeinden und Vorlage der Ergebnisse aus den Analysen, wurden Cluster bestimmt welche bestmöglich für die Lösung der entsprechenden Probleme geeignet waren. Hierbei wurde der Fokus auf möglichst zentrale Objekte gelegt, um die Sichtbarkeit des Projektes zu verbessern und zusätzlich die Aufmerksamkeit auf die bestehenden Probleme zu lenken und zu neuen Lösungsvorschlägen anzuregen. Zusätzlich sollte es sich bei den Objekten möglichst um öffentliche Objekte handeln, um die Chancen der Umsetzung zu erhöhen und durch die Reichweite als Vorzeigeprojekt zu dienen. Die folgende, Tabelle 2 zeigt hierbei mögliche Modellcluster zu den entsprechenden regionaltypischen Problemen auf.

Tabelle 2: Modellcluster

Steyr		Hollabrunn		Gols	
Bereich	Nutzen	Bereich	Nutzen	Bereich	Nutzen
Münichholz-Siedlung	Denkmalschutz und Leerstand	Bildungs-campus	Bewusstseinsbildung bereits bei jungen Akteur:innen	Landwirtschaft	Reststoffverwertung und Potential für Erneuerbare
Am Tabor	Bestandsgebäude mit unterschiedlichen Nutzungen	Stadtsaal	Akzeptanzbildung	Neue Mitte	Bewusstseinsbildung und Flächenversiegelung

Steyr		Hollabrunn		Gols	
Stadtbad	Verknüpfung Industrie mit öffentlichen Gebäuden	Bahnhof	Mobilität und Potential für Erneuerbare	Bahnhof	Potential für Erneuerbare und Mobilität
Haager-Straße	Güterverkehr für Industrie	Altstoffsaammelzentrum	Kreislauffähige Rohstoffe	Volksfestgelände	Flächenversiegelung

Nach Rücksprache mit den Gemeindevertreter:innen wurden auf Grund von Eigentumsverhältnissen und in Planung befindlichen Projekten die Cluster teilweise geändert und der Fokuspunkt auf andere, relevantere Gebiete in den Gemeinden gelenkt. Diese gewählten Cluster wurden so gewählt, dass möglichst viele Low-Tech im Rahmen von 100% EE Maßnahmen in einem engen Raum zusammentreffen und auch umgesetzt werden könnten. Die folgenden, beschriebenen Cluster wurden gemeinsam mit den Gemeinden abgestimmt und darauf basierend mögliche Musterlösungen für die Realisierung von Leuchtturmprojekten ermittelt:

Am Tabor (Steyr)

Der Stadtteil Tabor in Steyr bietet sich als Cluster für die Auslegung von Musterlösungen auf Grund der zentralen Lage und der unterschiedlichen Nutzungen an. Im Stadtteil befinden sich sowohl Bestands- als auch Neubauten und variiert zwischen Wohngebäude, Bürogebäude und Industrie. Das Spezielle an diesem Bezirk ist, dass knapp 50 der 600 in Steyr registrierten, unter Denkmalschutz stehenden, Gebäude in diesem Bezirk stehen und es dementsprechend spezielle Herausforderungen in der Umsetzung von Musterlösungen im Gebäudesektor kommt ²⁴.

²⁴ BDA (2022).



Abbildung 12: Cluster - am Tabor ²⁵

Durch diese Durchmischung von Gebäuden kann einerseits auf alle Dimensionen in der Low-Tech Definition eingegangen werden. Andererseits kann das Cluster skaliert oder verschoben werden, da es eine Struktur aufweist, welche einen Gutteil der anderen Bezirke in der Stadt widerspiegelt.

Im Speziellen soll bei diesem Cluster auf die Möglichkeiten bei Bestandsbauten und Revitalisierung geachtet werden, da der Wegzug aus Steyr in die Randgebiete erhebliche Schwierigkeiten der Energieversorgung und der leerstehenden Gebäude im Stadtzentrum mit sich bringt.

Stadtbad (Steyr)

Als zweiten Cluster in der Stadt Steyr wurde mit den städtischen Akteuer:innen das Stadtbad gewählt. Durch die unmittelbare Nähe zur Industrie und Wohnsiedlungen bietet das Stadtbad eine Umgebung welche gut für Energielast-verschiebungen und Anknüpfung von öffentlichen Verkehrsmitteln geeignet ist.

²⁵ Geoland (2022).



Abbildung 13: Cluster - Stadtbad Steyr ²⁶

Die Nähe zur Industrie bietet die Möglichkeit der Errichtung eines Nahwärmenetzes zwischen Industrie und Stadtbad. Zudem könnte die auf dem, bzw. um das Stadtbad gewonnene Erneuerbare Energie auch auf die umliegenden Wohnsiedlungen über Energiegemeinschaften verteilt werden.

Da der Energiebedarf im Stadtbad hauptsächlich durch benötigte Wärme für die Heizung der Poolbecken und der Wellnessbereiche zustande kommt, ist ebenfalls die Energieversorgung über erneuerbare Quellen durch beispielsweise Solarthermie oder Geothermie ein zentrales Thema dieses Clusters.

Stadtsaal und Bildungscampus (Hollabrunn)

In der Stadt Hollabrunn wurde als Cluster die Umgebung zwischen der bestehenden HTL-Hollabrunn und des Stadtsaales gewählt. In diesem Gebiet soll ein neuer Bildungscampus für Volksschule, Sonderschule, Musikschule und Nachmittagsbetreuung entstehen. Damit können Low Tech Musterlösungen im Neubau entwickelt, dargestellt und im Idealfall auf die umliegende diffundiert werden.

Die Schüler:innen der anliegenden HTL können direkt in den Planungs- und Bauprozess eingebunden werden, um praktische Erkenntnisse zu erlangen. Ebenfalls kann die entstehende Schule gleich als Ort der Weiterbildung umgenutzt werden um auch am Nachmittag die Räumlichkeiten zu nutzen. So könnten nachmittags Workshops für Erwachsene stattfinden welche sich mit dem Thema der nachhaltigen Energieversorgung auseinandersetzen. Ebenfalls können die umliegenden Gebäude zu einer Energiegemeinschaft zusammengeschlossen werden um, in den außerbetrieblichen Zeiten, in welchen die Schule nicht genutzt wird, die produzierte Energie bereitzustellen. Dies ist besonders im Sommer wichtig, da die Schulen auf Grund der Sommerferien im Stand-By sind, die PV-Produktion jedoch gerade zu dieser Zeit am höchsten ist.

²⁶ Ebenda.



Abbildung 14: Cluster - Stadtsaal & Bildungscampus ²⁷

Somit könnten durch die Bildung dieses Clusters und Umsetzung von Energiegemeinschaften in diesem Bereich nicht nur die Gemeinde, sondern auch die umliegenden Gebäude und Schüler:innen profitieren.

Dieser Cluster kann „einfach“ auf andere Gemeinden und andere Situationen umgelegt werden.

Volkfestgelände (Gols)

Das Volkfestgelände in Gols wurde als Cluster gewählt, um die Schwierigkeiten von flächenmäßig wachsenden Gemeinden und Städten in Österreich aufzuzeigen. Hierbei handelt es sich um ein Biotop welches als Park angelegt wurde. Durch das steigende Wachstum der Gemeinde wurden hierbei immer mehr Flächen für Parkplätze und ein Messegelände für das Golser Volkfest angelegt. Zusätzlich befinden sich im und um das Gelände ein Freibad, eine Mittelschule und ein Fußballstadion, welche im Betrieb einen hohen Energiebedarf aufweisen. Außerhalb der Betriebszeiten stehen diese Gebäude leer.

Ebenfalls sind die Parkplätze für die Betriebszeiten des Fußballplatzes sowie betonierete Flächen für den Aufbau von Messehallen für das Volkfest versiegelt, welche jedoch nur selten genutzt werden müssen. Diese Versiegelung hat zur Folge, dass das restliche Jahr über das Wasser nicht in den Grund versickern kann.

²⁷ Ebenda.

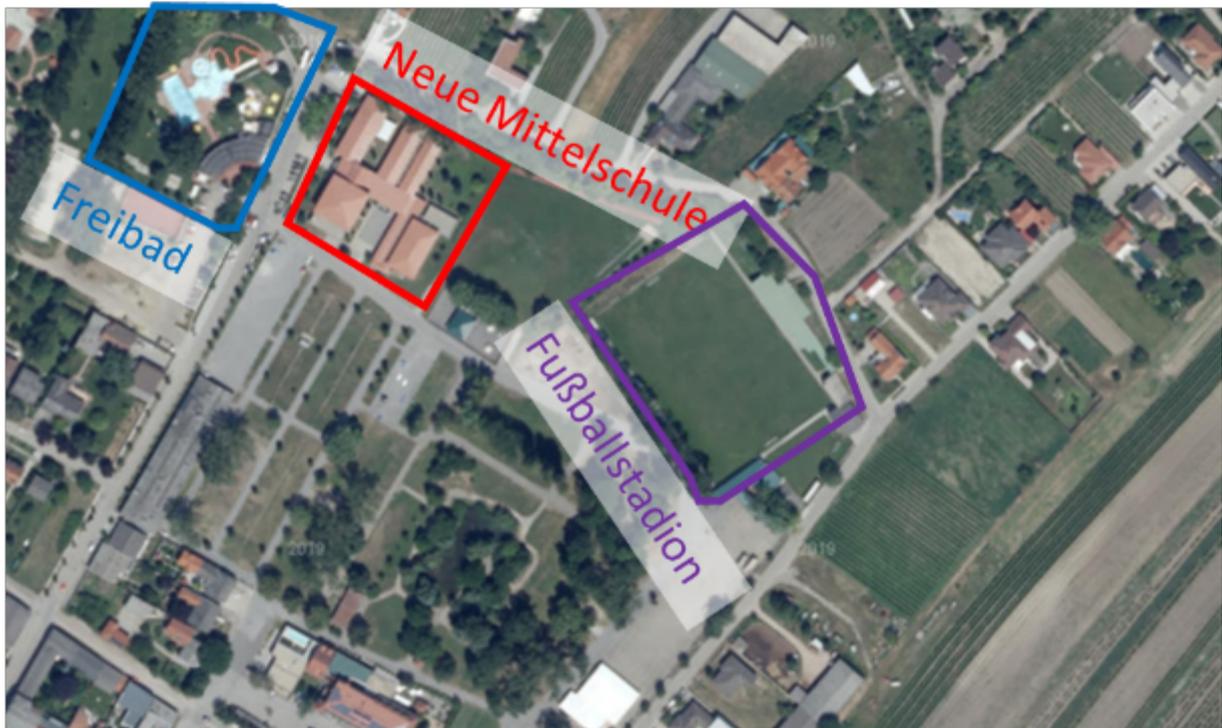


Abbildung 15: Cluster - Volksfestgelände ²⁸

Diese Probleme führen u.a. dazu, dass es in den Sommermonaten vermehrt zu Wassermangel und Trockenheit in ländlicheren Bereichen Österreichs kommt. Die leerstehenden, meist dunklen (betonierten) Flächen sorgen zusätzlich dazu, dass Hitzeinseln auch bereits in kleineren Gemeinden auftreten und das Temperaturniveau anheben, im Gegensatz zu Grünflächen, welche die Temperatur in der näheren Umgebung reduzieren können. ²⁹

Durch die umliegenden öffentlichen Gebäude, welche während der Stillstandszeiten nahezu keinen Strombedarf aufweisen, jedoch hohes Potential an erneuerbarer Erzeugung haben, könnte eine Erneuerbare Energiegemeinschaft auch wirtschaftlich Sinn machen. Die Schule ist in den Sommerferien außer Betrieb, das Schwimmbad im Höchstbetrieb. Somit kann der PV-Strom der Schule an das Freibad weitergegeben werden um die Last im Stromnetz zu reduzieren und die Produktion bestmöglich zu nutzen.

Bahnhof (Gols)

Der Bahnhof in Gols wurde wegen seiner Potentiale für ein zukunftsfähiges Mobilitätskonzept ebenfalls als Modellcluster gewählt. Der Bahnhof wurde erst 2022 renoviert und ein zweiter Bahnsteig errichtet, um die Zugintervalle mit Direktverbindung nach Wien zu reduzieren. Das meistverbreitete Fahrzeug um vom Ortskern zum Bahnhof zu gelangen ist der PKW. Zur Abstellung stehen am Bahnhof Parkflächen zur Verfügung (=versiegelt Flächen)..

²⁸ Ebenda.

²⁹ Mohajerani, Abbas u.a. (2017).



Abbildung 16: Cluster Bahnhof³⁰

Ein Konzept für die „Last-Mile“ also den Nahverkehr von Ortskern zu Bahnhof weisen nur wenige Gemeinden auf. Dadurch kann auch dieses Cluster auf andere österreichische Gemeinden umgelegt und skaliert werden. Speziell in Kleinstädten, in welchen der öffentliche Verkehr noch nicht stark ausgebaut ist und der Bahnhof fußläufig nur schwierig erreichbar ist, sind nachhaltige Konzepte von großer Bedeutung.

Zudem bietet der Bahnhof in Gols einen „alten“ Getreidesilo auf: Dieser bereitet ein großes Potential für die Aufbringung von Fassaden-PV auf, zudem Räumlichkeiten für soziale Gruppen, Unterbringung von Klein-Gewerbebetrieben wie einer Tischlerei (mit direkter Bahnanbindung) und der Verteilung der PV Überschussenergie an umliegende Einfamilienhäuser..

Regionaltypische Modelllösungen

Basierend auf diesen Erkenntnissen und gewählten Clustern wurden anschließend Konzepte für Musterlösungen in den Gemeinden entwickelt, welche gut skaliert und auf andere Gemeinden ausgelegt werden können und zu einem 100% erneuerbaren Österreich beitragen.

Hierbei wurden einerseits die Probleme der Regionen berücksichtigt, andererseits auch auf die Anforderungen der Gemeinden in Bezug auf die Akzeptanz, Denkmalschutz und Rahmenbedingungen eingegangen. Daraus ergaben sich folgende Musterlösungen zu den entsprechenden Problemen:

Tabelle 3: Musterlösungen Integriertes Energiesystem

Problem	Musterlösung	Cluster
Akzeptanz für Windkraft	Workshops und Bewusstseinsbildung für die Akzeptanzbildung von unterschiedlichen Erneuerbaren Potenzialen durch Unterstützung der Zielwertberechnung	Stadtsaal & Bildungscampus

³⁰ Geoland (2022).

Problem	Musterlösung	Cluster
Bestandsgebäude mit Denkmalschutz	Innovative PV-Konzepte z.B. PV-Gärten, Freiflächen-PV und reduzierte Sanierung mittels Innendämmung	Tabor
Bestandssanierung	Workshops und Bewusstseinsbildung in Bezug auf Ressourcenschonendem Bauen, aufgriff der Initiative „Raus aus Öl und Gas“; Aktuelle Förderungen aufzeigen	Stadtsaal & Bildungscampus
Einfamilienhaushalte	Workshops und Bewusstseinsbildung auf Mehrfamilienhaushalte umzusteigen; Erläuterungen von Energiegemeinschaften	Stadtsaal & Bildungscampus
Fachkräftemangel	Workshops und Bewusstseinsbildung / Ermöglichen von Förderungen für Green Jobs durch die Unternehmen	Stadtsaal & Bildungscampus
Flächenversiegelung	Mehrfachnutzen von Bauten und versickerungsfähige Parkplätze; z.B. Marktgelände	Volksfestgelände
Industriegebiet	Abwärmennutzung der Industrieprozesse	Stadtbad
Motorisierter Individualverkehr	Fahrgemeinschaften / Ausbau von Radwege; Förderung von Bike-Hubs	Bahnhof
Ressourcenknappheit	Sanieren statt Neubau; Sanieren mit regionalen Materialien	Stadtsaal & Bildungscampus
Projektumsetzung Mangelhaft	Workshops und Bewusstseinsbildung um die Akzeptanz zu erhöhen	Stadtsaal & Bildungscampus
Reststoffverwertung	Reststoffsammelzentren und Upcycling; Verwertungsmöglichkeiten von Reststoffen	Bahnhof / Stadtsaal & Bildungscampus
Statik für PV	Bestandssanierung um die Statik zu erhöhen / Freiflächen PV	Tabor
Wassermangel	Flächen Entsiegeln und Wassersparende Maßnahmen fördern	Volksfestgelände
Wegzug in Nachbargemeinden	Ortskern Revitalisieren und Lebenswerter gestalten durch z.B. Grünflächen	Tabor
Dezentrale Versorgungssysteme	Ausbau eines Nahwärmenetzes durch Geothermie und umliegende Industriebetriebe	Tabor
Wegzug von Firmen	Anbindung an Güterverkehr verbessern und Fachkräfte fördern	Stadtbad

Zusammenfassung

Aus Rücksprachen mit den Akteur:innen und Vorstellung der Lösungsvorschläge ergab sich, dass bereits einige Projekte in der Umsetzung gescheitert sind, da diese nicht akzeptiert wurden. Daher wurde vor allem die Bewusstseinsbildung und Akzeptanzerhöhung als großes Thema zur Umsetzung eines integrierten Energiesystems angesehen. Die angesetzten Workshops sollten in möglichst

zentralen, öffentlichen Gebäuden stattfinden, um eine große Teilnahmezahl zu ermöglichen. Die Workshops sollten sich speziellen Themen der Energiebereitstellung widmen, aber auch Workshops ermöglichen welche handwerklichen Tätigkeiten wie beispielsweise die Errichtung einer Kleinwindkraftanlage fördern.

Die Flächenversiegelung soll im speziellen auf Parkplätzen oder anderen großflächig versiegelten Flächen entspannt werden, indem entweder versickerungsfähige Böden genutzt werden oder die Flächen nicht nur für kurzfristige Nutzung gedacht, sondern auch über die Betriebszeiten hinaus genutzt werden können. So bieten sich beispielsweise große Parkplätze für eine Überdachung mittels PV-Modulen an. Dadurch werden einerseits die parkenden Fahrzeuge vor Witterungen oder andere Umwelteinflüsse geschützt, andererseits wird Strom produziert und kann auch für das laden von E-Autos verwendet werden. Die Flächen würden sich ebenfalls dafür anbieten, Workshops oder Märkte abzuhalten, bei welchen regionale Lebensmittel oder Handwerke angeboten werden. Diese Maßnahmen führen ebenfalls indirekt zur Energiereduktion, da lange Kühlketten oder Transportstrecken vermieden werden und zusätzlich die lokale Wirtschaft gestärkt wird.

Probleme in der Projektfindung und in der Umsetzung der Leitprojekte speziell im gewählten, größeren Maßstab, sind vor allem die unterschiedlichen Eigentümerverhältnisse. Die Umsetzung eines Projektes in der Gemeinde ist in der Genehmigung eher aufwendig, da eine Reihe von beteiligten und betroffenen Personen einzubinden ist. Dies ist speziell bei der Überschneidung zwischen öffentlichen und privaten Objekten problematisch da unterschiedliche Ziele verfolgt werden.

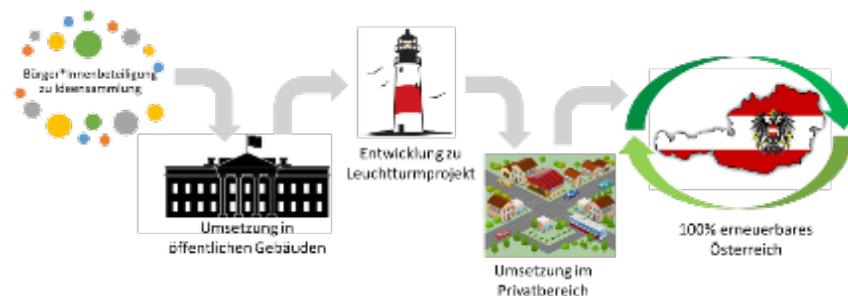


Abbildung 17: Weg zu einem 100% erneuerbaren Österreich (Eigene Darstellung)

Als ein Leuchtturmprojekt bietet sich der Cluster „Am Tabor“ gut an. Im Cluster befinden sich mehrere sanierungsbedürftige Gebäude mit Baujahr um 1975. Die Gebäude werden mittels Fernwärme aus dem Heizwerk Resthof betrieben. Dieses Heizwerk wird hauptsächlich durch Erdgas befeuert, könnte aber auch auf alternative Energiequellen umgestellt werden. Da sich die Gebäude zu einem Großteil im Besitz der Gemeinnützigen Wohngenossenschaft (GWG) Steyr befinden, ist die Zugänglichkeit und Umsetzungsmöglichkeit vereinfacht. In der Region Resthof könnte durch die nahe betriebliche Abwärme von Bäckereien und Unternehmen ein Nahwärmenetz ausgebaut werden oder das bestehende Fernwärmenetz zu einem Nahwärmenetz transformiert werden. Somit können die Verluste der Leitungen durch die geringere Temperaturdifferenz verringert und zusätzlich lokale Potenziale besser ausgeschöpft werden. Zusätzlich zur Abwärmenutzung könnte geothermisches Potenzial aus Tiefen- oder Oberflächennaher Geothermie genutzt werden, um den Bedarf an fossilen Energieträgern zu vermeiden. Das Problem des Netzes besteht darin, dass durch die Temperaturreduktion des Netzes die Dimensionen ebenfalls steigen müssten um dieselbe Energiemenge zu transportieren. Der Ausgleich könnte durch die Bedarfsreduktion = Sanierung der Gebäude durchgeführt werden, um die benötigte Energiemenge an die lieferbare Energiemenge



Abbildung 19: Schulcampus Hollabrunn (Rendering), Architekten Maurer&Partner ZT GmbH

Anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen (Pläne, Energieausweis) konnte eine Berechnung des OI3, der die Wirkkategorien GWP (Global warming potential bzw. Treihausgaspotential) und AP (acidification potential bzw. Versauerungspotential) sowie die Kenngröße PENR (Primärenergie nicht erneuerbar) abbildet, durchgeführt werden. Im Anschluss wurden einzelne Bauteile hinsichtlich Materialökologie optimiert und die Ergebnisse gegenübergestellt.

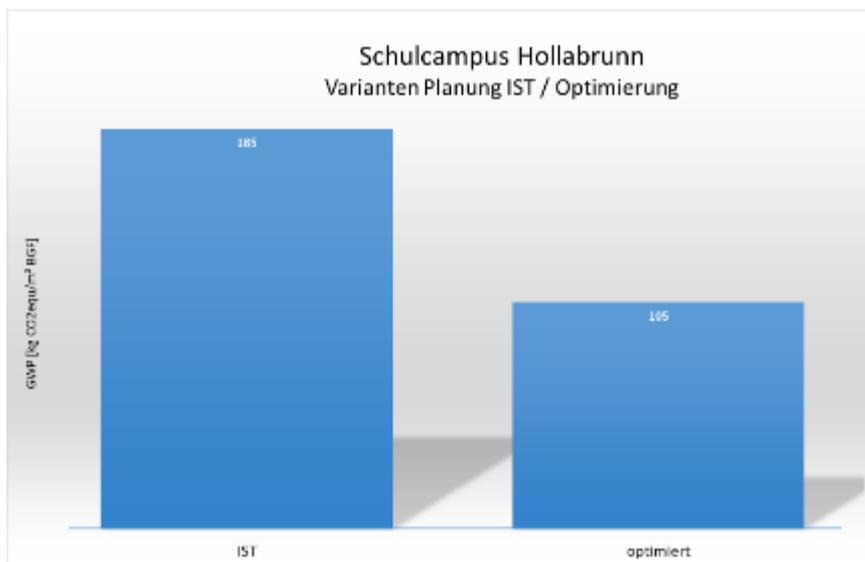


Abbildung 20: Schulcampus Hollabrunn, GWP der Varianten Planung IST und Optimierung

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Ökokennzahlen von zwei Varianten

	OI3 BG3	GWP [kg CO ₂ equ/m ² BGF]	AP [kg SO ₂ equ/m ² BGF]	PENRT [MJ/m ² BGF]
IST	538	185	2,03	7.102
optimiert	436	105	1,65	5.954
		-43,24%	-18,72%	-16,16%

Das Verbesserungspotential der ausgeführten Variante hinsichtlich CO₂-Reduktion liegt bei rund 43 %. Als Optimierungsmaßnahmen wurde der – grundsätzlich bereits in ökologischer Bauweise - vorgesehene Außenwandaufbau W1 anstatt in BSH-Ausführung mit Steinwollendämmung in

Holzskelettkonstruktion mit Strohballendämmung und Lehmverputz sowie der Dachaufbau D3 anstatt in BSH mit Holzfaserdämmung mit Strohballendämmung sowie die Innenwände in Leichtbauausführung aus Holzkonstruktion mit Stroheinblasdämmung und Lehmplatten vorgesehen.

Stadtbad Steyr:

Das 1969 errichtete und im Jahr 1977 erweiterte Stadtbad von Steyr soll innerhalb der kommenden zwei Jahre saniert werden. Bereits 1998 wurden Fenster erneuert sowie Fassade und Dach gedämmt, 2020 erfolgte eine Sanierung des Dachs der Lehrschwimmhalle. Das Hallenbad weist eine Bruttogeschosßfläche von ca. 2.900 m² auf und befindet sich unmittelbar neben dem Freibad.



Abbildung 21: Stadtbad Steyr, Ansicht von Nordost (Foto: Low Tech innovation-lab)



Abbildung 22: Stadtbad Steyr, Ansicht von Süden, aus Richtung des Freibades (Foto: Low Tech innovation-lab)

Es wurden drei Varianten berechnet: Neubau, Sanierung und Sanierung mit ökologischen Materialien. Bei einem Neubau wurde von einer konventionellen Errichtung in Stahlbetonbauweise ausgegangen. Nachdem die Sanierung des Gebäudes bereits konkret ist, konnten die vorgesehenen Materialien bei der Berechnung berücksichtigt werden. Bei der ökologischen Sanierung wurden anstatt der bei der tatsächlich geplanten Sanierung vorgesehenen Aluminiumfassade mit Steinwollendämmung eine Holzfassade mit Hanfdämmplatten sowie statt der EPS-Dämmung auf dem Dach Dämmkork vorgesehen.³¹

³¹ Aufgrund der Unvollständigkeit der Daten wurden nur die Bauteile AW01-08 sowie AD01 in der Bilanzgrenze 1 und den Lebenszyklusphasen A1-A3 bei der Berechnung berücksichtigt.

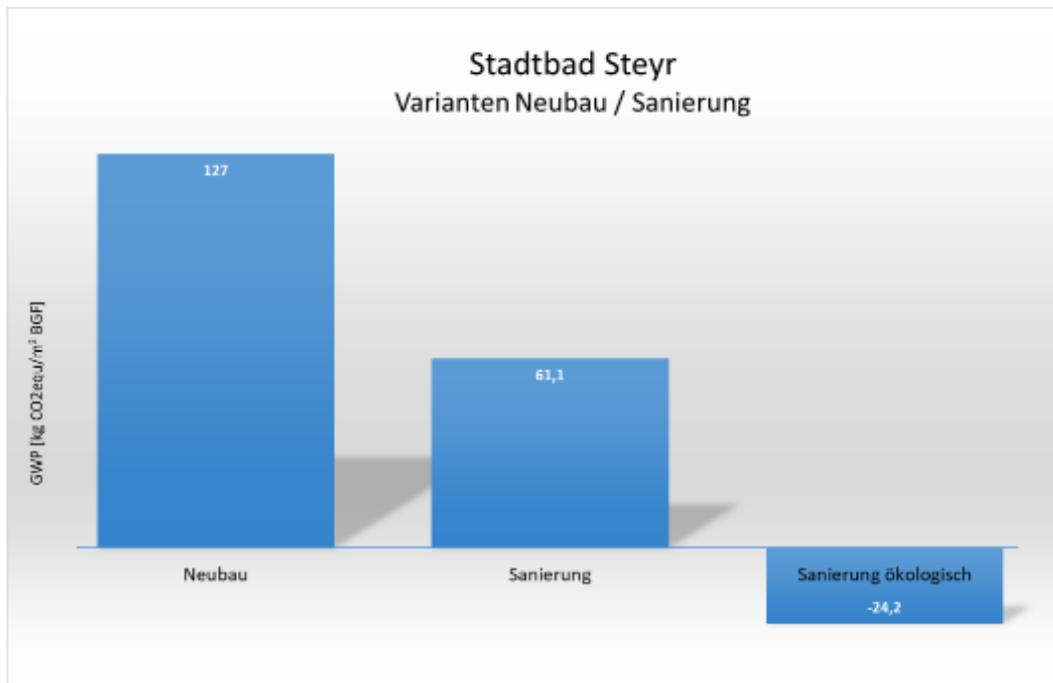


Abbildung 23: Stadtbad Steyr, GWP der Varianten Neubau, Sanierung konventionell, Sanierung ökologisch

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Ökokennzahlen von drei Varianten

	OI3 BG1, nur AW u Dach	GWP [kg CO ₂ equ/m ² BGF]	AP [kg SO ₂ equ/m ² BGF]	PENRT [MJ/m ² BGF]
Neubau	96	127	0,415	1.629
Sanierung	55	61,1	0,301	1.185
Sanierung ökologisch	23	-24,2	0,233	911
		-119%	-44%	-44%

Vergleicht man die beiden Varianten Neubau und ökologische Sanierung, ist bei der ökologischen Sanierung eine Reduktion der CO₂-Emissionen von rund 120% gegenüber einer Neuerrichtung des Stadtbades möglich. Bei den Kenngrößen Versauerungspotential (AP) sowie PENRT (nicht erneuerbare Primärenergie) sind Reduktionen von 44 % erzielbar.

Die Sanierung des Stadtbades Steyr ist den dem Projektteam vorliegenden Informationen zufolge beschlossen, dadurch können die CO₂-Emissionen gegenüber einer Neuerrichtung um ca. die Hälfte reduziert werden.

Der Einsatz nachwachsender Materialien im Baubereich - allen voran Dämmstoffe - reduziert nicht nur CO₂-Emissionen in der Gebäudeerrichtungsphase (A1-3), sondern verringert die Abfallproblematik am Ende des Gebäudelebenszyklus. Bei ökologischen Bauteilaufbauten handelt es sich meist um konsistente Systeme, die keine oder wenige synthetische Materialien beinhalten. Dadurch findet während der Nutzungsphase kein Schadstoffeintrag ins Gebäude statt, da materialbezogene Schadstoffemissionen gering oder nicht vorhanden sind.

5.4. Low-Tech Potenziale für 100% erneuerbare Energie im Mobilitätssektor

5.4.1. Analyse und Bewertung von internationalen Low-Tech Ansätzen im Mobilitätssektor

Franz Tutzer aus Bozen referierte im Rahmen einer Veranstaltung des *Club of Vienna* anlässlich des 20. Todestages von Ivan Illich am 15. September über die „Kritik der Technik und Lob der Freundschaft“³²:

„Das industrielle Wachstum der Werkzeuge und die darum herum organisierte Gesellschaft gefährden nicht nur die physische Umwelt (...), sondern es führt beim Überschreiten einer gewissen Schwelle unweigerlich zu Kontraproduktivität. Das heißt, eine technische Einrichtung wird mehr Schaden anrichten, als Nutzen abwerfen. (...) Jenseits einer gewissen Intensitätsschwelle werden die Werkzeuge nicht mehr ihrem ursprünglichen Zweck gerecht. In seinem Buch Selbstbegrenzung (...) beschreibt er [Ivan Illich] eindringlich die Schäden, die übermächtige Werkzeuge in einer Gesellschaft anrichten. Die Zerstörung der Umwelt, die Etablierung radikaler Monopole – das Schulsystem, das Verkehrssystem, das Medizinsystem – die Konzentration der Macht in den Händen von Experten, oder die Zerstörung der Tradition durch ständig fortlaufende Innovationen und Erneuerungen.“

Technikeinsatz ist zu einem Allheilmittel unserer Gesellschaft erklärt worden. Ausführungen, wie jene von Franz Tutzer zeigen auf, dass auch mögliche negative Folgewirkungen durch den Einsatz von Technik betrachtet werden müssen. Technische Lösungen zielen oft auch darauf ab, Probleme zu lösen, die durch andere, früher erfundene technische Lösungen verursacht wurden. Die Erfindung des Automobils ist ein klassisches Beispiel dafür: Durch Technikeinsatz erhöhten sich die raumwirksamen Geschwindigkeiten im Gesamtsystem, die Distanzen wurden größer, die Überwindung der Distanzen benötigen einen höheren Energieaufwand. Geschwindigkeiten, die an den Fuß- und Radverkehr angepasst sind, befördern Strukturen, die resilienter und besser auf unterschiedliche Mobilitätsbedürfnisse reagieren können.

Die weitere Förderung von High-Tech-Lösungen könnte zukünftig zur Ressourcenknappheit führen. Moderne Gerätschaften, wie beispielsweise Handys, Fernseher oder auch Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen verbrauchen energieintensive Materialien (z.B. Kupfer, Kobalt, Lithium oder seltene Erden), die nur begrenzt zur Verfügung stehen. Beispielsweise verursachen elektronische Bauteile von Elektromotoren (z.B. Leiterplatten) herstellungsbedingt zusätzliche Emissionen³³. Zur Gewinnung und Verarbeitung endlicher Ressourcen und seltener Erden werden große Mengen an Energie aufgewendet, wobei durch den dabei entstandenen Energiebedarf wiederum Ressourcen benötigt werden. Oftmals wird auch bei der Gestaltung solcher Komponenten nicht auf die Recyclingfähigkeit geachtet, sondern lediglich auf deren Funktionalität.³⁴ Die Produktionswege können für eine positive oder negative Umweltbilanz ebenso entscheidend sein. Ein durchschnittlicher Pkw beispielsweise wiegt um die 1,5 Tonnen. 46 Prozent davon besteht aus Stahl, um die 13 Prozent aus Aluminium sowie

³² <http://www.clubofvienna.org/?event=ivan-illich-zur-aktualitat-seines-denkens> (abgerufen am 15. Dezember 2022; 19:08)

³³ Umweltbundesamt (2021).

³⁴ <https://www.biobasedpress.eu/2022/03/low-tech-and-its-benefits-for-sustainability/> (abgerufen am 16.1.2023; 11:07)

Kunststoffen. Zudem werden 15 Kilogramm Kupfer aufgewendet. Insgesamt bedeutet das einen Ressourcenverbrauch um die 70 Tonnen lediglich für die Herstellung eines Pkws. Dies entspricht zehn bzw. elf Tonnen entstandener Treibhausgasemissionen pro hergestelltem Pkw.³⁵ Würde die Anzahl der Fahrzeuge reduziert werden (auch mittels Sharing-Angeboten oder Investitionen in den öffentlichen Verkehr), könnten damit CO₂-Emissionen deutlich eingespart werden. Einen positiven Effekt auf die Umweltbilanz hat auch der Einsatz kleinerer Fahrzeuge. Entstandene CO₂-Emissionen, betrachtet über gesamte Lebenszyklen bei einem Pkw mit Verbrennungsmotor, steigen zwischen Kleinwagen und Oberklasse um die 30 Prozent, bei Pkw mit Elektromotor verdoppeln sich die CO₂-Emissionen zwischen Kleinwagen und Oberklasse pro zurückgelegtem Kilometer.³⁶ Der Energieeinsatz eines Linienbusses ist um die 77 Prozent niedriger pro zurückgelegtem Personenkilometer, als bei einem Pkw mit Verbrennungsmotor; Bei der Bahn sind es um die 85 Prozent, bei der Benutzung des Fahrrads um die 98 Prozent.³⁷ Ebenso spielt die Zugänglichkeit eine essenzielle Rolle bei der Bereitstellung technologischer Neuerungen. Während z.B. eine Telefonzelle im öffentlichen Raum für jedermann zugänglich und nutzbar ist, ist die Implementierung neuer Telekommunikationsdienste mit Herausforderungen verbunden, wie ein Beispiel aus der südamerikanischen Stadt Lima zeigt³⁸: Trotz dessen rasanten Verbreitung hatte 1990 weniger als die Hälfte aller Haushalte Zugriff auf einen funktionierenden Telefonanschluss. Lediglich 7 Prozent hatten Zugriff auf einen funktionierenden Internetzugang, wobei die ärmsten Haushalte 50-mal seltener über einen Internetanschluss verfügten. Ein zusätzliches Angebot neuer Technologien führt nicht automatisch zu einer erhöhten Inanspruch- oder Abnahmerate, da dies – wie im vorliegendem Fall – auch zur Ausgrenzung bestimmter Bevölkerungsgruppen führen kann.

Der Low-Tech-Ansatz adressiert diese Problematik und stellt sich vielmehr als eine kritische Auseinandersetzung technologischer Entwicklung und technischer Innovation, aber stellt auch den gesamten Produktionszyklus verkehrlicher Systemkomponenten (von der Rohstoffgewinnung, Produktion, Nutzung, notwendige Infrastruktur bis hin zur Entsorgung) zur Debatte. Vielmehr steht die Frage im Raum, inwiefern Technik zu einer zukunftsverträglichen Entwicklung beitragen kann. Das Berliner Kollektiv für angewandte Technik (KanTE)³⁹ ⁴⁰ beispielsweise beschäftigt sich auch damit, die sogenannte „Low-Tech-Utopie“ einzufangen und in pragmatische Handlungsanleitungen für die Nutzer:innen zu übersetzen. Sie verstehen Low-Tech als einen iterativen Prozess der Anpassung und als wesentlicher Teil eines gesellschaftlichen Transformationsprozesses, der aber keine zusätzliche Arbeit für jeweilige Nutzer:innen erzeugen soll. Das Kollektiv pocht somit auf die freie Verfügbarkeit der Baupläne und Handlungsanleitungen. Zugleich sehen sie Technik nicht von der Gesellschaft als solches trennbar und als Teil der notwendigen Veränderung. Arthur Keller und Emilien Bournigal entwickelten zudem Prinzipien zum Low-Tech-Ansatz, die zur Nachhaltigkeit, kollektiven Resilienz und kulturellen Transformation beitragen sollen⁴¹. Das Konzept der konvivialen Technik stellt zwischenmenschliche, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen (auch unter Berücksichtigung gesamter Wertschöpfungsketten) von Technik ins Zentrum der Aufmerksamkeit, anstatt Technik lediglich als „Werkzeug“ zu betrachten. Ivan Illich kritisiert einen zunehmenden „Technikoptimismus“, da globalisiertes Wachstum von schädlichen Nebeneffekten und ökologischen Problemen voneinander

³⁵ Umweltbundesamt (2021).

³⁶ Ebenda.

³⁷ Ebenda.

³⁸ Hollands, Robert (2008).

³⁹ <https://kante.info/> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:14)

⁴⁰ https://kante.info/wp-content/uploads/2015/04/Artikel_LowTech_KanTe_homepage.pdf (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:16)

⁴¹ <https://www.biobasedpress.eu/wp-content/uploads/2022/03/Low-tech.jpg> (abgerufen am 16.1. 2023; 11:25)

entkoppelt betrachtet werden. Technologische Lösungen entfalten eine problemverstärkende Wirkung, da sie sich in alten Paradigmen bewegen, aus denen gegenwärtige ökologische Problematiken resultieren. Diese Technologiegläubigkeit manifestiert sich in unterschiedlichen politischen, wirtschaftlichen, aber auch wissenschaftlichen (High-Tech-)Programmen. Die Abgabe der ökologischen Verantwortung an die neuen Technologien allein reicht nicht aus, ohne das Wachstumsparadigma zu hinterfragen.⁴²

Eine exakte und allgemein gebrauchte Definition für Low-Tech im Mobilitätssystem existierte bisher nicht. Auch in der Stadtplanung bzw. Stadtentwicklung wird das Konzept kaum andiskutiert, oder gar angewandt⁴³. Meist können sich aber Low-Tech-Lösungen oftmals widerstandsfähiger als High-Tech-Lösungen erweisen. Wir interpretieren Low-Tech als eine Art der Planungsphilosophie bei der Gestaltung des Mobilitätssystems und auch ein Stück weit als eine Form der kritischen Reflexion der eigenen Lebensweise bzw. insbesondere der eigenen Fortbewegung. Low-Tech baut auf kleinteiligen Lösungsansätzen auf, die keinen hohen Ressourcenaufwand oder komplizierte Anleitungen benötigen. Low-Tech im Mobilitätssystem entspricht einem bewussten Verzicht auf den Einsatz von High-Tech-Lösungen bzw. auf einer Reduktion des Anteils von High-Tech-Maßnahmen auf ein Minimum. Dieser Ansatz geht auch über jenen der erneuerbaren Energien hinaus. Denn selbst jene Technologien, die erneuerbare Energien erzeugen, benötigen Ressourcen und Materialien, die nur begrenzt zur Verfügung stehen. Die Low-Tech-Planungsphilosophie sollte zukünftig nicht nur in konkrete Maßnahmenbündel münden, sondern bereits in der Strategieformulierung mitbedacht werden. Technischeinsatz muss bedarfsgerecht und demokratisch gestaltet sein, anstatt aufgrund technokratischer Entscheidungsprozesse der Bevölkerung aufgezwungen. Gesellschaftliche, zwischenmenschliche und ökologische Implikationen angewandeter Technik dürfen nicht ausgeblendet werden.

Für die erste Annäherung an den Low-Tech-Ansatz haben wir folgende Charakteristika definiert:

- Systemgrenze: Betrachtung gesamter Lebenszyklen, anstatt nur Herstellung und Nutzung
- Nachhaltigkeit und Energieeffizienz durch die Nutzung einfacher Systeme und natürlicher Wirkprinzipien
- Einsatz von natürlichen und lokalen Materialien
- Up- und Recyclingfähigkeit, minimaler Verbrauch an grauer Energie
- Suffizienter Umgang im Gesamtsystem
- *Open modular hardware*

Basierend auf den genannten Charakteristiken wurde innerhalb des Projektkonsortiums die Low-Tech Aspekte (A) lokal, (B) aktiv, (C) nützlich, (D) fair, (E) transparent und (F) verantwortungsbewusst, sowie mögliche Indikatoren (z.B. lokale Wertschöpfung, Reduzierung des Energiebedarfs, Modal Split, CO₂-Einsparungen, versiegelte Fläche, etc.) bestimmt. Aufbauend auf den genannten Aspekten wurden die Kriterien für Low-Tech im Mobilitätssystem spezifiziert (siehe hierzu Tabelle 6). In Abbildung 24 wurde die Abhängigkeit zwischen dem Technologisierungsgrad verkehrlicher Systemkomponenten und der durchschnittlichen Reiseweite exemplarisch dargestellt, sowie eine erste Bewertung der unterschiedlichen Verkehrsmodi auf Energieverbrauch, CO₂-Emissionen, Flächenverbrauch und Skalierbarkeit vorgenommen (Auswirkung auf Low-Tech-Zielindikatoren). Low-Tech-Lösungen müssen

⁴² Best, Benjamin, Vetter, Andrea (2015).

⁴³ <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/pdf/low-tech.pdf> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:16)

Strukturen befördern, die nachhaltig, resilient, aber auch zu einer kulturellen Transformation beitragen. Low-Tech sollte in der Lage sein, CO₂-Emissionen, Energieverbrauch und Flächenverbrauch im Mobilitätssystem auf ein Minimum zu reduzieren (in jedem Fall deutlich unter den heutigen Ressourcenverbrauch) und Ansätze verfolgen, die einfach skalierbar sind, um übergeordnete, verkehrliche Zielsetzungen zu erreichen. Verkehrslösungen, die in Abhängigkeit zu anderen, teilweise auch hoch-technologischen Systemteilen stehen, werden nicht in der Lage sein, gegenwärtige Problemstellungen zu lösen, wenn gesellschaftliche, kreislaufwirtschaftliche (Betrachtung gesamter Wertschöpfungsketten) oder raumplanerische Zusammenhänge nicht berücksichtigt werden. Zum Weiteren steigt die individuelle Abhängigkeit von technischen Systemen weiter und die daraus resultierenden Probleme bei Ausfällen.

Abbildung 24: Darstellung der Abhängigkeit zwischen dem Technologisierungsgrad verkehrlicher Systemkomponenten und der durchschnittlichen Reiseweite; Bewertung der Verkehrsmittel mittels exemplarischer Low-Tech-Indikatoren⁴⁴

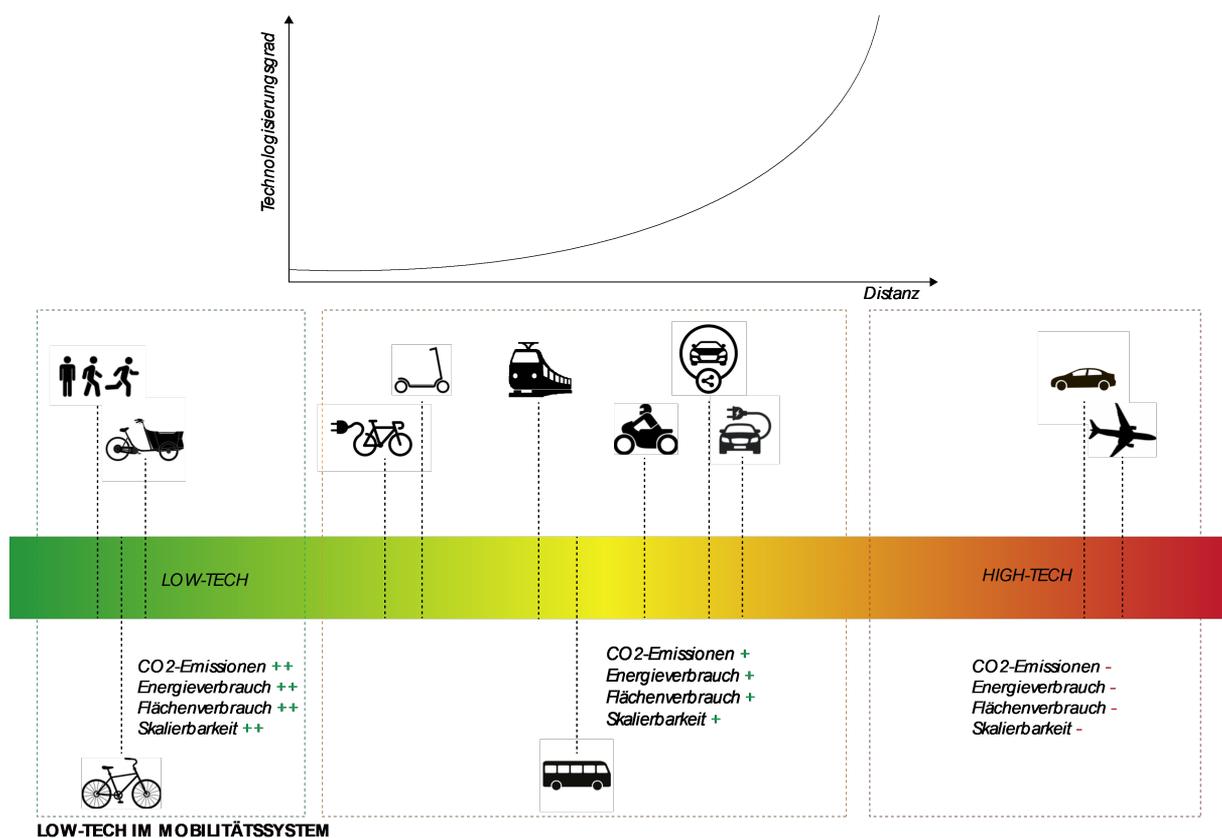


Tabelle 6: Kriterien für Low-Tech im Mobilitätssystem⁴⁵

⁴⁴ Eigene Darstellung

⁴⁵ Eigene Darstellung, in Anlehnung an https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Low-tech_innovation.jpg (abgerufen am 16. Jänner 2023; 12:05) und https://vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/kreislaufwirtschaft-in-der-mobilitaet-umsetzen#anker_quellen_1 (abgerufen am 16. Jänner 2023; 12:05)

Kriterium für Low-Tech im Mobilitätssystem	Beschreibung
SCHLICHT	Geringste technologische Intensität und größte Nutzung einfacher Systeme und natürlicher Wirkprinzipien bei gleichzeitiger hoher Zuverlässigkeit der Bedarfsdeckung im Mobilitätssystem
EFFIZIENT	Betrachtung gesamter Lebenszyklen verkehrlicher Systemkomponenten, Minimierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs von der Rohstoffgewinnung, Produktion, Vertrieb, Nutzung bis hin zum Ende der Lebensdauer; Umgang mit bestehenden Fahrzeugen (z.B. Reduktion bestehender Fahrzeuge mittels Carsharing, Mitfahrbörsen und ein dichteres öffentliches Verkehrsnetz, oder Einsatz kleinerer Fahrzeuge); Mobilitätsformen für den gemischten Personen- und Güterverkehr (z.B. Kombi-Bus oder Lastenfahrräder); Thermische Verwertung mit Energierückgewinnung
LANGLEBIG	Implementierung und Nutzung von Komponenten, die kurz-, mittel- und langfristig ein Höchstmaß an Tragfähigkeit aufweisen (technisch, funktional und ökologisch); Einsatz von langlebigen Produkten
WARTUNGS-, REPARATUR- UND RECYCLINGFÄHIG	Wiederverwendung funktionstüchtiger Komponenten anstatt Förderung von Systemen der Einmalproduktion; Wartung von Fahrzeugen und Komponenten und durch Reparatur weiternutzen; Wiederaufarbeitung von Komponenten aus defekten Fahrzeugen für neue Produkte mit selbiger oder anderer Funktion (z.B. Reifengummi als Baumaterial); Up- und Recyclingfähigkeit verwendeter Materialien und Rückführung in den Materialkreislauf
ZUGÄNGLICH	Gewährleistung maximaler Benutzerfreundlichkeit für die Nutzer:innen; selbsterklärende Infrastruktur, Gewährleistung der Lesbarkeit und Nachvollziehbarkeit ohne Technikeinsatz
AUTONOM	Einsatz von natürlichen und lokalen Materialien bei der Verarbeitung und Nutzung von Komponenten
ERMÄCHTIGT	Unterstützung der Unabhängigkeit und Eigenverantwortlichkeit der Nutzer:innen; Erleichterte Aneignung durch eine große Zahl von Menschen, verleiht den Bürger:innen und Gemeinschaften Macht
VERNETZT	Förderung des Austauschs zwischen Akteur:innen von Wissen und Know-How, fördert die Zusammenarbeit und den sozialen Zusammenhalt von Gemeinschaften
EINFACH	Einfache und verständliche Bau- und Handlungsanleitungen, die die Unabhängigkeit und Eigenverantwortlichkeit von Nutzer:innen stärken; <i>open modular hardware</i> für simple Wartungs- und Reparaturarbeiten

Exemplarische Darstellung von Low-Tech-Ansätzen im Mobilitätssystem

Zu Fuß gehen

Einer der einfachsten Low-Tech-Lösungen ist das zu Fuß gehen⁴⁶. Gehen ist kostenlos und erfordert keine zusätzlich zugeführte Energie. Angesichts strukturbedingter Barrieren (rechtliche Regularien, bestehender Fördermechanismen, klimaschädliche Subventionen, etc.) hat das klassische zu Fuß gehen einige Einbußen verzeichnen müssen, welches nicht zuletzt auch auf ein geringere Priorisierung bei der Ausgestaltung der Mobilitätsräume von Planer:innen sowie politischen Entscheidungsträger:innen zurückzuführen ist. Allerdings hat das zu Fuß gehen erhebliches, und meist auch ungenutztes Potenzial geringere Alltagswegedistanzen zurückzulegen. Zu Fuß unterwegs sein ist Low-Tech. Daher ist auch die Begehbarkeit des unmittelbaren Umfelds, Schaffung attraktiver Räume und Forcierung kompakter Siedlungsstrukturen essenziell zur Unterstützung der Low-Tech-Mobilität.



Abbildung 25: Zu Fuß gehen⁴⁷

⁴⁶ <https://www.basicthinking.de/blog/2018/07/04/fahrrad-fahren-spenden/> (abgerufen am 14. Jänner 2023; 12:03)

⁴⁷ <https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/gehen/lehrgang-kommunale-fuszgaengerbeauftragte.html> (abgerufen am 14. Jänner 2023; 13:20)

Fahrrad fahren

Auch die Fortbewegung mit dem Fahrrad ist eine Art der Low-Tech-Mobilität. Dazu benötigt es lediglich ein einsatztüchtiges Gefährt, welches seinen jeweilige:n Besitzer:in von Punkt A nach Punkt B transportieren kann. Das Fahrrad kann für kürzere bis mittlere Alltagswegedistanzen eingesetzt werden und auch bei Bedarf selbst bzw. auch mit gebrauchten Materialien repariert werden. Zwar entwickelt sich das Fahrrad stetig fort, allerdings bleibt die Kerntechnologie Low-Tech.



Abbildung 26: Ein klassisches Herren Touren-Rad⁴⁸

⁴⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrrad#/media/Datei:15-07-12-Ciclistas-en-Mexico-RalfR-N3S_8973.jpg (abgerufen am 14. Jänner 2023; 12:05)

Skateboard fahren

Skateboard fahren entspricht ebenso dem Ansatz der Low-Tech-Fortbewegung. Die einzigen Ressourcen, die hier zur Anwendung kommen, ist das Skateboard selbst und Antrieb durch eigene Muskelkraft. Mit dem Skateboard können kürzere bis mittlere Alltagswegedistanzen zurückgelegt werden.



Abbildung 27: Skateboarding⁴⁹

Lastenrad fahren

Das Lastenrad ist ein klassisches Low-Tech-Transportmittel und kann zur Beförderung sowohl von Gütern, als auch Personen verwendet werden. Verkehrsmittel für den gemischten Güter- und Personenverkehr spielen auch hinsichtlich des Low-Tech-Ansatzes im Mobilitätssektor eine zentrale Rolle. Das Lastenrad ist kostengünstig, kann lokal produziert und repariert werden, wie die unten angeführten Beispiele zeigen. Regionale bzw. lokale Produktionsmöglichkeiten und Wertschöpfung sind insbesondere im Hinblick auf Low-Tech-Mobilität von hoher Relevanz.

⁴⁹ <https://www.duda.news/serie/lerne-skateboard-fahren/> (abgerufen am 09. März 2023; 17:19)



Abbildung 28: Ein dänisches Lastenrad⁵⁰

Das ZUV („zero-emission utility vehicle“) von EOOS NEXT

Beispiele wie das ZUV veranschaulichen, wie das Low-Tech-Konzept in der Mobilität interpretiert werden kann. Das *zero-emission utility vehicle*⁵¹ (siehe hierzu Abbildung 29) ist ein elektrisch betriebenes Lastenrad, welches für bis zu vier Personen Platz hat, kostengünstig ist, lokal produziert und in der eigenen Werkstatt repariert werden kann. EOOS NEXT⁵² ist ein vom österreichischen Designstudio EOOS gegründetes Unternehmen, welches sich auf Social Design und nachhaltige Designprozesse fokussiert. Das ZUV war in der Ausstellung „Climate Care“ im Rahmen der Vienna Biennale for Change 2021⁵³ zu sehen. Zusammen mit den niederländischen Studio THE NEW RAW und einer Förderung der Stadt Wien wurde ein Dreirad entwickelt, wo bestimmte Bestandteile mit dem 3D-Drucker hergestellt wurden. Das ZUV ist platzsparend und eine nachhaltige Alternative zum Transport von Gütern und Personen. Mikromobilitätslösungen wie diese haben das Potenzial einen Beitrag zur Dekarbonisierung zu leisten bzw. die erste und letzte Meile zu ersetzen.

⁵⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Lastenfahrrad#/media/Datei:LongJohn11b.jpg> (abgerufen am 14. Jänner 2022; 12:07)

⁵¹ <https://mobilitaetsprojekte.vcoe.at/zuv-zero-emission-utility-vehicle-2021> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:21)

⁵² <https://eoosext.com/> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:19)

⁵³ <https://mak.at/climatecare> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:21)



Abbildung 29: Das ZUV im Vergleich zum herkömmlichen Auto⁵⁴



Abbildung 30: Das ZUV von der Seite und von Vorne⁵⁵

Modulare Lastenfahrräder des dänischen Künstlerkollektivs N55

Ähnlich wie EOOS NEXT designte das dänische Künstlerkollektiv N55 zwei modulare Lastenfahrräder: Das zweirädrige XYZ Cargo Bike mit 90 kg Ladekapazität und das dreirädrige XYZ Cargo Bike mit 150 kg Ladekapazität, welches im Low-Tech Magazine vorgestellt wird⁵⁶. Hier werden mehrere Aspekte, die unserem Low-Tech Verständnis entsprechen, angesprochen. Das Design wurde offen und modular konzipiert, wodurch die Cargo Cycles kostengünstig, lokal produzierbar und leicht zu reparieren sind. Aufgrund der Open-Source-Konzepte, die bei Bedarf auch modifiziert werden können, steht es den Nutzer:innen frei, verfügbare Entwürfe zu verwenden, solange dies nicht aufgrund kommerzieller Zwecke geschieht und jede Verwendung einen ordnungsgemäßen Nachweis enthält. Zugleich wird die Herstellung aus den Händen multinationaler Unternehmen genommen und ermächtigen

⁵⁴ <https://www.possibilities.space/exhibition-entries/zuv-zero-emission-utility-vehicle> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:22)

⁵⁵ <https://wirtschaftsagentur.at/creative-industries/wettbewerbe/creatives-for-vienna/praemierte-ideen/zuv-zero-emission-utility-vehicle-1421/> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:22)

⁵⁶ <https://www.lowtechmagazine.com/2014/05/modular-cargo-cycles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:26)

Einzelpersonen ihre Fortbewegungsmittel für den gemischten Personen- und Gütertransport eigens herzustellen.

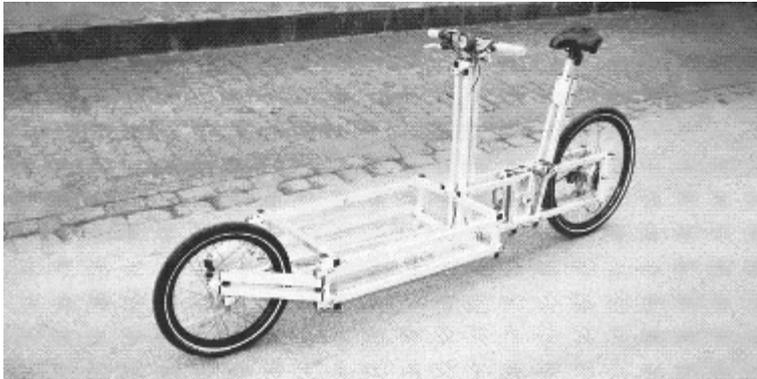


Abbildung 31: Two-wheeled XYZ Cargo Bike by N55⁵⁷

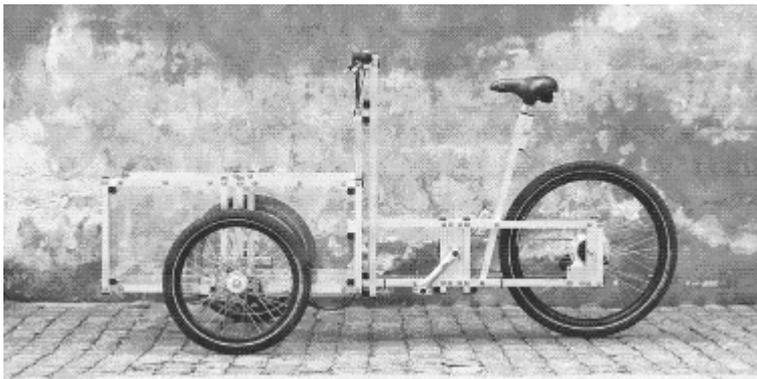


Abbildung 32: Three-wheeled XYZ Cargo Trike by N55 – 1⁵⁸

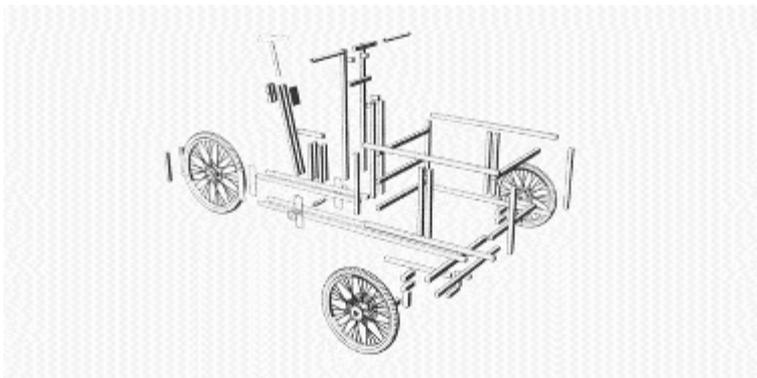


Abbildung 33: Three-wheeled XYZ Cargo Trike by N55 – 2⁵⁹

⁵⁷ <https://www.lowtechmagazine.com/2014/05/modular-cargo-cycles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:30)

⁵⁸ <https://www.lowtechmagazine.com/2014/05/modular-cargo-cycles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:30)

⁵⁹ <https://www.lowtechmagazine.com/2014/05/modular-cargo-cycles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:30)

Das elektrische Velomobil

Das Elektrische Velomobil⁶⁰ versteht sich als eine Kombination aus Velomobil und Elektrofahrrad. Die erzielten Geschwindigkeiten und Reichweiten können sogar mit jenen von Elektroautos verglichen werden. Das Liegedreirad ist so konzipiert, dass das Gestell die Fahrer:innen sowie das Gepäck vor Witterungseinflüssen schützt, der Liegesitz den Körper entlastet und somit auch längere Fahrten ohne Probleme möglich sind. Dem Elektro-Velomobil wird sogar das Potenzial zugesprochen, fast alle Wege, die mit dem Auto zurückgelegt werden, gänzlich zu ersetzen. Schon das Velomobil allein (ohne elektrische Unterstützung) kann höhere Geschwindigkeiten als ein Elektrofahrrad erzielen.

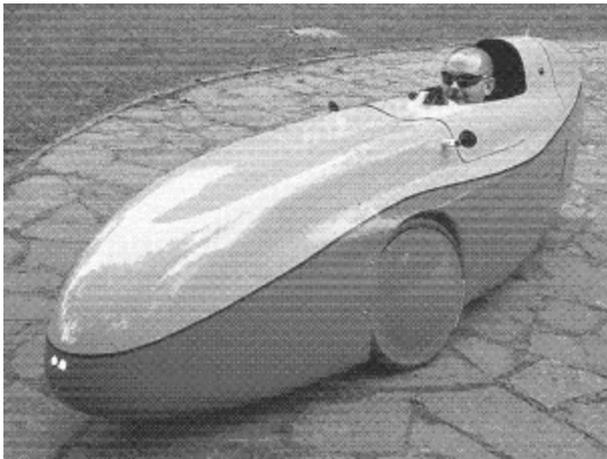


Abbildung 34: Das Elektro-Velomobil von vorne⁶¹

Die chinesische Schubkarre

Die chinesische Schubkarre kann als „vergessene Technologie“ bezeichnet werden. Sie wurde entweder durch menschliche Muskelkraft, Lasttiere oder Windkraft angetrieben und gestaltete sich etwas anders als ihr europäisches Gegenstück. Die Geschichte der chinesischen Schubkarre wurde im Low-Tech Magazine aufgearbeitet⁶²: Im Gegensatz zum europäischen Modell konnte durch die Platzierung eines größeren Rades in der Mitte der Schubkarre drei- bis sechsmal so viel Gewicht transportiert werden und wurde als ein universelles Transportmittel für Güter und Personen, auch für längere Strecken, eingesetzt. Die Schubkarre entstand zu einem Zeitpunkt, als die altchinesische Straßeninfrastruktur zu zerfallen begann. Anstatt an breiten, gepflasterten Straßen festzuhalten, konzentrierten sich die Chinesen auf kleinteiligere, schmalere Wegenetze, die auf die Schubkarren ausgelegt waren. Als sich das Modell der Schubkarre schließlich in Europa durchsetzte, wurde sie lediglich für den Kurzstreckentransport von Gütern verwendet - insbesondere im Baugewerbe, im Bergbau sowie in der Landwirtschaft. Das europäische Modell wurde nicht als Straßenfahrzeug eingesetzt. Im Osten hingegen wurde die Schubkarre auch für den Mittel- und Langstreckentransport eingesetzt, sowohl für den Güter-, als auch für den Personentransport. Die Schubkarre wird sogar als einer der effizientesten Transportmöglichkeiten auf dem Landweg vor der industriellen Revolution gesehen. Im Gegensatz zu Modellen mit zwei bzw. vier Rädern war die chinesische Schubkarre billiger zu bauen, da auch der Bau von Rädern als arbeitsintensiv eingestuft wurde. Zusätzlich wurden nur

⁶⁰ <https://www.lowtechmagazine.com/2012/10/electric-velomobiles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:32)

⁶¹ <https://www.lowtechmagazine.com/2012/10/electric-velomobiles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:33)

⁶² <https://solar.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html> (abgerufen am 21. Dezember 2022; 13:56)

schmale Wege benötigt, die auch uneben sein konnten. Das Fahrzeug hatte somit im Osten eine wesentlich bedeutsamere Rolle als im Westen und prägte damit die Straßeninfrastruktur massiv.



Abbildung 35: Die chinesische Schubkarre - 1⁶³



Abbildung 36: Die chinesische Schubkarre - 2⁶⁴



Abbildung 37: Die chinesische Schubkarre - 3⁶⁵

⁶³ <https://solar.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:50)

⁶⁴ <https://solar.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:50)

⁶⁵ <https://solar.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:50)

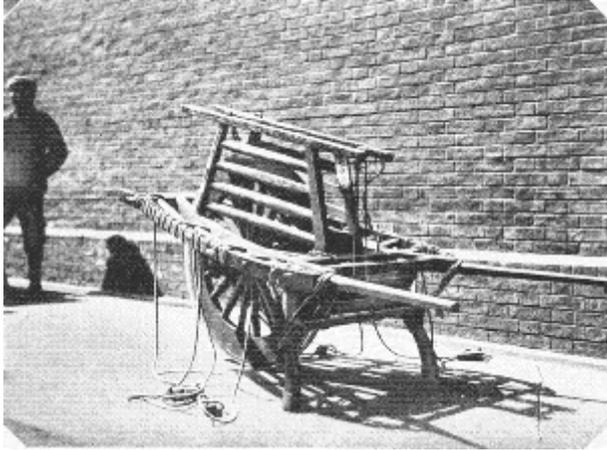


Abbildung 38: Die chinesische Schubkarre - 4⁶⁶

5.4.2. Synthese aus Low-Tech und weiteren verkehrspolitischen und technologischen Maßnahmen und Potenzialabschätzung

Im Rahmen des Sondierungsprojekts wurden unterschiedliche Verkehrsmodi danach bewertet, ob sie (und inwiefern) den entwickelten Low-Tech-Kriterien entsprechen. Hierzu wurde unterschieden, welche Verkehrsmodi (Fuß, Rad, ÖV und MIV) das jeweilige Low-Tech-Kriterium stark, mäßig, gering oder keinesfalls erfüllen. Wurde keine Bewertung vorgenommen, wurde dies entsprechend in der Tabelle vermerkt (siehe hierzu Tabelle 7). Hierzu ist vorwegzunehmen, dass dies lediglich einer ersten Einordnung der definierten Low-Tech-Aspekte im Mobilitätssystem entspricht und zum Nach- und Weiterdenken anregen soll. Die Bewertung in Tabelle 8 wurde auf Basis der derzeitigen Situation in Österreich vorgenommen. Nicht unerwähnt sollte bleiben, dass die Einordnung, ob (und inwiefern) ein Verkehrsmittel einem Low-Tech-Kriterium entspricht oder nicht, von unterschiedlichen Faktoren abhängig sein kann (gesamte Wertschöpfungsketten, Abhängigkeiten zu anderen Systemkomponenten, unterschiedliche Anforderungen der Nutzer:innen, etc.) und es von der bewertenden Person abhängig ist, welche Faktoren bei der jeweiligen Einordnung berücksichtigt werden. Beispielsweise wurde das zu Fuß gehen und das Fahrradfahren als „schlichte“ Fortbewegung eingeordnet, da hierbei kein technologischer (bzw. sehr geringer) Einsatz technologischer Hilfsmittel zur Anwendung kommt. Zu Fuß gehen und Fahrradfahren bedienen sich einfacher Systeme. Außerdem haben sie bei geringeren durchschnittlichen Alltagswegedistanzen eine hohe Zuverlässigkeit bei der Bedarfsdeckung bei gleichzeitig geringer technologischer Intensität. Sowohl der öffentliche Verkehr als auch der motorisierte Individualverkehr stehen hierbei in größerer Abhängigkeit zum Einsatz von High-Tech. Bei der Zugänglichkeit erweist sich das zu Fuß gehen oder die Bedienung eines Fahrrads als benutzerfreundlich(er), ist aber von der (bestehenden) Infrastruktur für den Fuß- und Radverkehr abhängig. Dennoch wird diese als einfach(er) lesbar als jene für den öffentlichen Verkehr eingeschätzt, da die Lesbarkeit wiederum von der Ausgestaltung von Fahrplänen oder auch Leitsystemen für die Nutzerinnen in Abhängigkeit zu sehen ist. Aus Tabelle 8 wird ersichtlich, dass der MIV unserer Bewertung nach kaum definierte Low-Tech-Kriterien erfüllt. Ebenso ähnlich (jedoch deutlich besser) ist es um den ÖV bestellt. Allerdings gibt es interessante Konzepte, wie beispielsweise den Kombi-Bus, der den

⁶⁶ <https://solar.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:50)

gemischten Personen- und Güterverkehr, und damit der Low-Tech-Idee im Verkehrssektor durchaus entspricht. Das zu Fuß gehen und das Fahrradfahren ist - unserer Bewertung zufolge - Low-Tech.

Zudem wurden exemplarische, verkehrspolitische und technologische Maßnahmen danach bewertet, inwieweit diese bei einer erfolgreichen Umsetzung für die Verkehrsmodi eine hemmende, oder auch förderliche Wirkung entfalten können, siehe hierzu Tabelle 9. Wurden die verkehrspolitischen und technologischen Maßnahmen zwar isoliert voneinander betrachtet und bewertet, sind diese im Kontext mit anderen, permanent gesetzten förderlichen Maßnahmen zu sehen, um entsprechend auch übergeordnete verkehrspolitische Zielsetzungen zu erreichen. Exemplarische Low-Tech-Zielsetzungen, wie die Senkung der CO₂-Emissionen und des Energiebedarfs im Gesamtsystem, sowie die Senkung des Flächenverbrauchs und die Gewährleistung der Skalierbarkeit sind dezidierte Ansprüche der Low-Tech-Planungsphilosophie bei der Ausgestaltung des Verkehrssystems. In Tabelle 10 wird ersichtlich, dass z.B. für den Fußverkehr exemplarische Maßnahmen, wie die Umsetzung von Begegnungszonen, Fußgängerzonen, Wohnstraßen, Tempo-30, Kfz-Verbote, die Reduktion bzw. Rückbau von Stellplätzen im öffentlichen Straßenraum, ein betriebliches und schulisches Mobilitätsmanagement, oder Begrünungsmaßnahmen eine förderliche Wirkung entfalten können. Zusätzlich sind für die Förderung des Radfahrens Maßnahmen, wie der Ausbau von Radwegen, Radfahr- und Mehrzweckstreifen, Bike-Sharing oder Fahrradstraßen notwendig. Gleichzeitig unterstützt die Förderung oder Hemmung der jeweiligen Verkehrsmodi die übergeordneten Zielsetzungen im Verkehrssektor.

Tabelle 7: Legende zur Tabelle 8⁶⁷

Zeichen	Beschreibung
++	Starke Erfüllung des Low-Tech-Kriteriums
+	Mäßige Erfüllung des Low-Tech-Kriteriums
~	Geringe Erfüllung des Low-Tech-Kriteriums
-	Keine Erfüllung des Low-Tech-Kriteriums
x	nicht relevant / keine Bewertung vorgenommen

Tabelle 8: Verknüpfung der Low-Tech-Kriterien und Verkehrsmittel⁶⁸

Low-Tech-Kriterien (siehe hierzu Tabelle 6)	Zu Fuß	Fahrrad	ÖV	MIV
SCHLICHT	++	++	~	-
EFFIZIENT	++	++	+	-
LANGLEBIG	++	++	+	-

⁶⁷ Eigene Darstellung

⁶⁸ Eigene Darstellung

Low-Tech-Kriterien (siehe hierzu Tabelle 6)	Zu Fuß	Fahrrad	ÖV	MIV
WARTUNGS-, REPARATUR- UND RECYCLINGFÄHIG	++	++	~	~
ZUGÄNLICH	++	+	+	+
AUTONOM	++	+	-	-
ERMÄCHTIGT	++	++	-	~
VERNETZT	++	++	~	-
EINFACH	++	++	-	~

Tabelle 9: Legende zur Tabelle 10⁶⁹

Zeichen	Beschreibung
+	wirkt sich förderlich aus
-	wirkt sich hinderlich aus
o	keine unmittelbaren Auswirkungen zu erwarten

Tabelle 10: Bewertung und Potenzialabschätzung ausgewählter verkehrspolitischer bzw. technologischer Maßnahmen auf die potenzielle förderliche oder hinderliche Wirkung für die Verkehrsmodi⁷⁰

Verkehrspolitische bzw. technologische Maßnahme	Zu Fuß	Fahrrad	ÖV	MIV
Begegnungszone	+	+	o	-
Fußgängerzone	+	-	-	-
Wohnstraße	+	+	o	-
Tempo-30	+	+	-	-
Radweg	o	+	o	o

⁶⁹ Eigene Darstellung

⁷⁰ Eigene Darstellung

Verkehrspolitische bzw. technologische Maßnahme	Zu Fuß	Fahrrad	ÖV	MIV
Radfahr- und Mehrzweckstreifen	○	+	○	○
Bike-Sharing	○	+	○	○
Fahrradstraße	○	+	○	-
Mikro-ÖV-System	○	○	+	○
Kombi-Bus	○	○	+	-
Kfz-Fahrverbot	+	+	+	-
E-Car-Sharing	○	○	○	+
Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektroautos	-	○	○	+
Mobility as a Service (Bündelung von Mobilitätsangeboten auf einer Plattform)	○	○	+	-
Reduktion bzw. Rückbau von Stellplätzen im öffentlichen Straßenraum	+	+	○	-
Parkraumbewirtschaftung	○	○	○	-
Betriebliches und schulisches Mobilitätsmanagement	+	+	+	-
Begrünung, z.B. mittels Baumpflanzungen	+	+	○	○

5.4.3. Regionaltypische Lösungen für die Modellregionen

Modellregion Hollabrunn: Der Bildungscampus

Gemäß des Verkehrskonzepts von 2016/2017⁷¹ fällt der Radverkehrsanteil mit 5% in der Gemeinde Hollabrunn sehr geringfügig aus. Die Gemeinde weist ein lückenhaftes Netz an Radverkehrsanlagen auf. Eine essenzielle Route erweist sich jene entlang des Göllerbachs in der Bachpromenade, die bis dato allerdings nicht attraktiv gestaltet wurde. Schwerpunkte des aktuell zu entwickelnde Gemeindeentwicklungskonzepts 2040⁷² (mit integriertem Verkehrs- und Mobilitätskonzept) sind daher einerseits die Steigerung der aktiven Mobilität sowie einer allgemeinen Verbesserung der Radinfrastruktur, andererseits aber auch die Verkehrsorganisation rund um den Schulcampus. Hierzu wurden im Rahmen der Sondierungsstudie insbesondere prototypische Maßnahmen bzw. Good-Practice-Beispiele im Bereich der Verkehrsberuhigung rund ums Schulumfeld, Straßenraumgestaltung, sicheren Radverbindungen inklusive Abstellanlagen, attraktiven und sicheren Fußwege sowie Haltestellenbereiche mit Aufenthaltsfunktion recherchiert.

Folgende Maßnahmen/Schwerpunkte werden hierzu in der Modellregion Hollabrunn empfohlen:

- Radachse Göllersbach – gemischter und getrennter Geh- und Radweg; Beleuchtung, Sitzgelegenheiten schaffen
- Verkehrsberuhigung und Radabstellanlagen mit Wetterschutz für längerfristiges Abstellen (Bike & Ride) rund um den Schulcampus
- Sichere Radwegeverbindung zwischen Schulcampus, Stadtbad und Hauptplatz schaffen
- Sichere Radwegeverbindung zwischen Schulcampus, Hauptplatz und Bahnhof schaffen

Modellregion Steyr: Stadtbad, Volksschule Plenkberg, Münchenholz Siedlung

Steyr fungiert aktuell über keine zentrale Mobilitätsstrategie. Dafür besteht ein urbanes Mobilitätslabor in Oberösterreich (Mobilab 2.0)⁷³, welches in Steyr innovative Mobilitätslösungen im Hinblick auf die Gütermobilität umsetzen will. Aufgrund strategischer Überlegungen innerhalb des Projektkonsortiums wurde (auch auf Grundlage der vorab definierten Cluster) auf die Verkehrsorganisation rund um das Stadtbad Steyr, die Volksschule Plenkberg sowie die Münchenholz Siedlung fokussiert. Hierzu wurden im Rahmen der Sondierungsstudie nach geeigneten Maßnahmen bzw. Good-Practice-Beispielen hinsichtlich der Ausgestaltung von Bushaltestellen, Reduktion von Stellplätzen im öffentlichen Straßenraum, Straßenraumgestaltung und verkehrsberuhigende Elemente im Schulumfeld recherchiert.

Folgende Maßnahmen/Schwerpunkte werden hierzu in der Modellregion Steyr empfohlen:

Stadtbad

⁷¹ https://www.hollabrunn.gv.at/gemeinden/user/31022_17/dokumente/verk_Verkehrskonzept2016.pdf (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:36)

⁷² https://www.hollabrunn.gv.at/gemeinden/user/31022_17/dokumente/aa_oertlEntwicklungskonzeptHL2040_MO-Mobilitaet_Entwurf.pdf (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:37)

⁷³ <https://www.mobilab-ooe.at/> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:38)

- Entfernung der Busbuchten: Raum für Begrünungsmöglichkeiten, optionale Fahrradabstellanlagen, etc.
- Entsiegelung des Parkplatzes: Pflastersteine mit Sickeröffnungen (Rasengittersteine, Lochplatten) für ein adäquates Regenwassermanagement
- Begrünungsmaßnahmen: Mittelinseln, Baumpflanzungen
- Attraktive Platzsituationen schaffen, soziale Treffpunkte schaffen

Volksschule Plenkberg

- Mini-Kreisverkehr zur Geschwindigkeitsreduktion
- Entfernung der Busbuchten; Einpflegung von Fahrbahnverswenkungen mittels Mittelinseln
- Aufenthaltsorte für Schüler:innen schaffen, Baumpflanzungen, Sitzmöglichkeiten
- Parkplatzattraktivierung, Begrünungsmaßnahmen
- Kiss and Go-Zone für Elterntaxis (erfolgt in Zusammenarbeit mit der Gemeinde und bedarf einer genauen Prüfung und Planung)

Münichholz Siedlung

- Begrünungsmaßnahmen für Fahrbahnverswenkungen
- Baumpflanzungen
- Fahrbahnanhebungen bei Einfahrten ins Siedlungsgebiet zur Geschwindigkeitsreduktion
- Gehsteigvorziehungen

Modellregion Gols: Baumgarten

In Gols haben zahlreiche Weinbaubetriebe ihre Niederlassung, wodurch auch die Verkehrssituation und das zusätzliche Verkehrsaufkommen in der Gemeinde beeinflusst wird. Bereits 2017 wurde ein Mobilitäts-Check in der Marktgemeinde durchgeführt und Empfehlungen insbesondere für den Fußverkehr, den Radverkehr und den öffentlichen Verkehr formuliert⁷⁴. Zusätzlich wurde aufgrund der strategischen Überlegungen innerhalb des Projektkonsortiums unsere Aufmerksamkeit entlang des Straßenzugs Baumgarten gelenkt.

Folgende Maßnahmen/Schwerpunkte werden hierzu in der Modellregion Gols empfohlen:

- Attraktive Aufenthaltsflächen für Kinder schaffen, Begrünungsmaßnahmen
- Stellplatzreduktion rund ums Schulumfeld
- Versickerungsfähige Flächen für ein adäquates Regenwassermanagement

5.4. Sammlung von prototypischen Modellösungen für Dörfer und Kleinstädte (exemplarisch)

⁷⁴ https://www.interreg-athu.eu/fileadmin/be_user_uploads/SMART-Pannonia/Gols_mobility_check.pdf (aufgerufen am 20. Dezember 2022; 15:12)

Im Rahmen des Projekts wurden auch prototypische Modelllösungen für Dörfer und Kleinstädte gesammelt und gelistet. Diese sind aufgrund des Umfangs im Anhang zu finden.

5.5. Regionaltypische Lösungen für Kreislaufwirtschaft und nachwachsende Rohstoffe

In Tabelle 11 sind die Herausforderungen der drei Zielregionen (Hollabrunn, Steyr, Gols und deren Umland) sowie die ausgewählten Modelllösungen im Bereich Wasser aufgelistet. Dies umfasst Herausforderungen und Lösungen in Bezug auf vorhandene Wasserressourcen, Trockenheit, Wasserqualität, Starkregenereignisse und Folgen wie Bodenerosion, sowie die Inwertsetzung potenziell nutzbarer Reststoffe wie Abwasser und Klärschlamm.

Tabelle 11: Herausforderungen der drei Zielregionen im Bereich Wasser und die abgestimmte Auswahl an naturbasierten Modelllösungen

	Herausforderungen	Modelllösungen
Hollabrunn	<ul style="list-style-type: none"> • Sinkender Grundwasserspiegel, Trockenheit, steigende Wasserhärte • Bodenerosion • Starke Zuzuggemeinde, massiver Wohnungsbau • Trockenes Mikroklima • Klärschlamm wird abtransportiert und extern entsorgt 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwammstadt-Maßnahmen: Rückhaltemaßnahmen: Biotope, Retentionsbodenfilter • Reduktion der Wasserhärte durch Verdünnung mit infiltriertem Regenwasser • Wasserrückgewinnung für Bewässerung und Straßenreinigung • Bioengineering-Maßnahmen zum Schutz vor Stürmen, Hang- bzw. Bodenstabilisierung • Verbesserung des Mikroklimas durch Biotope, bepflanzte Bodenfilter und Grünfassaden (Evapotranspiration) • Aufbereitung des Klärschlammes in einem Vererdungsbecken und Nutzung als Hummus
Steyr	<ul style="list-style-type: none"> • In Steyr selbst: sichere Wasserversorgung, Trockenperioden nicht spürbar • In den letzten Jahren effektive Hochwasserschutzmaßnahmen durchgeführt (Flußbetterweiterung), aber Starkregenereignisse in neuen Regionen • Auf Ebene des überregionalen Wasserverbandes ist Trockenheit und Wasserverknappung ein Thema • Geplante Sanierung des Stadtbads • Zahlreiche Neubauten in Planung 	<ul style="list-style-type: none"> • Retentionsbodenfilter (bepflanzte Rigole) und Retentionsdächer für lokalen Hochwasserschutz und Reinigung des Straßenablaufs bei Starkregenereignissen • Gründach plus Photovoltaic-Anlage für gesteigerte Energieproduktion • Grauwasser-Aufbereitung und Wiederverwendung durch vertikales Ökosystem (z.B. vertECO©) für Neubau • Chemikalienfreies Schwimmbecken (Behandlung des Wassers mit UV, Ozon und/oder vertECO©; oder Biotoplösung) • Reinigung des Duschwassers in vertECO©/Pflanzenkläranlage und Wiederverwendung für Bewässerung von Grünflächen und Toilettenspülung

	Herausforderungen	Modelllösungen
Gols	<ul style="list-style-type: none"> • Trockenheit, niedrige Pegelstände besonders zu Bedarfsspitzen • Viel Verbrauch für Gartenbewässerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Regenwasserspeicherung von Dachablauf in Zisternen • Regenwasserinfiltrierung für Grundwasseranreicherung, Retentionsbodenfilter zur Reinigung und Infiltrierung von Straßenabläufen • Aufbereitung und Wiederverwendung von nährstoffreichen Abwässern der Brauerei und Weinproduktion (Wasser- und Düngereinsparungen), sowie häuslichem Grauwasser

In Hollabrunn sind sinkende Grundwasserspiegel und Trockenperioden, sowie zunehmende Verhärtung des Grundwasser, große Herausforderungen. Aus diesem Grund wurde aktuell der Regenwasserfahrplan für Hollabrunn entwickelt, auf Basis des Regenwasserfahrplans des Landes Niederösterreich. Der Regenwasserfahrplan für Hollabrunn schließt Maßnahmen mit ein, um private Regenwasserspeicherung und Nutzung zu fördern. In Hollabrunn gibt es außerdem bereits Erfahrungen mit der Implementierung des Schwammstadtprinzips in einzelnen Standorten. Die bisherigen Erfahrungen haben ergeben, dass Schwammstadtmaßnahmen dort nicht möglich sind, wo der Grundwasserspiegel zu hoch ist. An geeigneteren Standorten im Ortsgebiet besteht an der Umsetzung des Schwammstadtprinzips Interesse, und die Möglichkeit aus Erfahrungen umliegender Ortschaften zu lernen.

In den drei Zielregionen besteht außerdem eine Vielfalt an Möglichkeiten der Nutzung von biogenen Reststoffen die noch nicht genutzt werden oder Möglichkeiten einer höheren Wertschöpfung. Tabelle 12 beschreibt die ansässigen Betriebe welche biogene Reststoffe generieren, die Reststoffe welche demnach als in großen Mengen vorhanden eingeschätzt werden, und mögliche Nutzungswege welche mittels low-tech Verfahren erreicht werden können.

Tabelle 12: Potenziale und Modelllösungen für die Nutzung vorhandener biogener Reststoffe

	Betriebe die biogene Reststoffe generieren	Reststoffe in großen Mengen vorhanden	Nutzungswege Low-tech
Hollabrunn	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft (Mais, Getreide, Erdäpfel, Zuckerrüben, rote Rüben, Wein, 1 Viehbetrieb) • 10+ Lebensmittel-Verarbeiter (darunter 2 Hersteller von Tiefkühllebensmitteln, 3 Schlachtereien) • 3 Holzverarbeiter • 1 Betrieb der Papier- und Zellstoffindustrie • 10 Gärtnereien 	<ul style="list-style-type: none"> • Stroh (wird ins Feld eingearbeitet oder gepresst) • Gülle • Blätter, Grünschnitt • Schlachtereiabfälle • Holzstaub- und Späne • Spelzen, Mehlstaub • Küchenabfälle • Klärschlamm 	<ul style="list-style-type: none"> • Stroh als Dämmstoff (Nährstoffe aus anderen Sekundärquellen substituieren, z.B. Biogasdigestat, aufbereiteter Klärschlamm) • Herstellung von Biokohle aus Schlachtabfällen (z.B. Knochen) • Biogas- und Düngerezeugung • Klärschlamm pyrolisieren

	Betriebe die biogene Reststoffe generieren	Reststoffe in großen Mengen vorhanden	Nutzungswege Low-tech
	<ul style="list-style-type: none"> • 16 Gasthäuser • 10 Bäckereien • Kläranlage • Biogasanlage (Ziersdorf) 		
Steyr	<ul style="list-style-type: none"> • 15 landwirtschaftliche Betriebe • 13 Lebensmittel-verarbeitende Betriebe: 2 Ölmühlen, 6 Getreidemühlen, 2 Tiefkühllebensmittelhersteller, 3 Brauereien, Schlachtereien • Hofladen • Gastronomie • u.a. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlachtereiabfälle • Küchenabfälle • Klärschlamm 	<ul style="list-style-type: none"> • Stroh als Dämmstoff • Biogas oder Ökostrom und Fernwärme oder Trocknungsanlage aus Grünschnittroggen, (gewerblichen) Küchenabfällen oder Schlachtereiabfällen • Biokohle (Pyrolyse) aus diversem Strukturmaterial oder Schlachtereiabfällen (Knochen) • Biogas (/Ökostrom und Wärme) und Hummuserde aus Klärschlamm und/oder Gülle: Faulurm oder Co-Fermentation → Vererdungsbecken • Pektin aus Saftherstellung • Insekten (z.B. Tierfutter) • Extrakte aus sekundären Pflanzeninhaltsstoffen
Gols	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft und Verarbeitung, dominierend Weingüter (15 Weingüter und Weinkellereien), Brauerei • Fleischhauerei, Fleischwarenverarbeiter • 5 Kläranlagen in Gols und in umliegenden Gemeinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Abwässer mit hoher organischer Belastung • Trester, Most-, Hefe- und Schönungstrub • Schlachtereiabfälle • Küchenabfälle • Klärschlamm 	<ul style="list-style-type: none"> • Traubenkernöl oder Biogas und Dünger aus Trestern (bzw. energetische Nutzung und landbauliche Nutzung des Gärrests) • Biokohle, Biogas und Flüssigdünger aus Schlachtereiabfällen • Biogas und Flüssigdünger aus Küchenabfällen • Biogas und Hummuserde aus Klärschlamm

In allen drei Zielgemeinden werden Küchenabfälle durch den lokalen Abfallverband gesammelt. In Hollabrunn betreibt die Firma Brandtner eine Kompostieranlage auf Gemeindegebiet, wo Küchenabfälle kompostiert werden. Der Klärschlamm der Kläranlage in Hollabrunn (Belebtschlammverfahren) wird ebenfalls von der Firma Brandtner verwertet. Der Klärschlamm wird getrocknet und das dabei entstehende Faulgas genutzt um die Kläranlage und Büros der Stadtwerke zu beheizen. Der Rest wird verbrannt.

In Steyr besteht Interesse, den Biomüll für die Biogaserzeugung zu nutzen. Dafür braucht es ein gemeinsames Vorgehen mit anderen Abfallverbänden um die wirtschaftlich rentablen Mengen zu erzielen.

5.6. Reallabore als Experimentierräume und Innovations-Hubs

Reallabore stellen einen neuen Zugang zu **innovativer Forschung und Entwicklung** dar. Im Zentrum steht dabei die gleichberechtigte **Zusammenarbeit zwischen Partnern aus Wissenschaft und Forschung mit Partnern aus Wirtschaft und/oder Verwaltung sowie ein nutzerInnenorientierter Ansatz mit Beteiligung und Einbindung von betroffenen Personen und Gruppen**. Die sektorale Verwaltung und Organisationsstruktur von Gebietskörperschaften, fragmentierte Entscheidungsbefugnisse und interessen geleitete Wertehierarchien sowie komplexe Akteurskonstellationen in wesentlichen Sektoren machen **nachhaltige Transformationsprozesse** zu einer nahezu unlösbaren Herausforderung⁷⁵. Die „Laborsituation“ soll dabei neue Möglichkeiten für offene Prozesse sowie ungewöhnliche Lösungen eröffnen und damit Entwicklungen beschleunigen.

In der Sondierungsstudie wurde - ergänzend zu den in Kapitel 5.1 beschriebenen Aktivitäten zur Nutzer:inneneinbindung und Beteiligung von Akteur:innen - auch die konkrete Umsetzung eines Reallabors in den jeweiligen Modellregionen untersucht. Im Rahmen dessen erfolgte in einem ersten Schritt eine Erhebung zu bestehenden Innovationslaboren national und international.

In Österreich arbeiten derzeit Reallabore in den Bereichen **Energie, Mobilität und Stadtentwicklung** an innovativen Konzepten und Umsetzungsprojekten zur nachhaltigen Entwicklung. Folgend eine Liste der recherchierten Initiativen mit jeweils kurzen *Selbstdarstellungen*.

5.6.1. Innovationslabore „Erneuerbare Energie & Bauen“

RENOWAVE.AT: „*RENOWAVE.AT ist das Innovationslabor für klimaneutrale Gebäude- und Quartierssanierungen in ganz Österreich. Als zentrale Anlaufstelle für Innovationsvorhaben im Sanierungsbereich unterstützt RENOWAVE.AT Initiator:innen von Demonstrationsgebäuden und -quartieren, um Impulse für einen klimaneutralen Gebäudebestand zu setzen.*“; <https://www.renowave.at/>

Digital Findet Stadt: „*Digital Findet Stadt*“ *stärkt die digitale Innovationskraft der österreichischen Bau- und Immobilienwirtschaft und trägt damit zu einer wesentlichen Steigerung der Ressourcen-, Energie- und Kosteneffizienz bei.*“ <https://www.digitalfindetstadt.at/>

GRÜNSTATTGRAU: „*Das Innovationslabor unterstützt Innovationen für die Grüne Stadt, geht über die Einrichtung eines Projektbüros hinaus und ist als Motivator und Impulsgeber für die Realisierung eines „grünen“ Stadtteils zu verstehen. Wesentlich ist die Demonstration der Umsetzung innovativer Begrünungsmaßnahmen für einen ganzen Stadtteil.*“ <https://gruenstattgrau.at/>

Innovationslabor act4.energy: „*Act4.energy ist ein von der FFG unter dem Programm „Stadt der Zukunft“ gefördertes Innovationslabor mit dem Themenschwerpunkt Photovoltaik*

⁷⁵ Steen, Kris und van Bueren, Ellen (2017).

*Eigenverbrauchsoptimierung und Energie – Stabilität auf Basis erneuerbarer Energien.“
<https://www.act4.energy/>*

Green Energy Lab: *„Das Green Energy Lab ist Anlaufstelle für alle Unternehmen und Institutionen, die mit innovativen Ideen zur Energiewende beitragen. Mit ihrem Netzwerk aus über 300 Partnern treiben sie neuartige Lösungen voran, sei es im Austausch von Ideen, bei der Entwicklung neuer Technologien oder der Erprobung innovativer Geschäftsmodelle.“ <https://greenenergylab.at/>*

5.6.2. Mobilitätslabore „Mobilität der Zukunft“

*„Das **aspersn.mobil LAB** ist in der Seestadt Wiens angesiedelt und erarbeitet dort zusammen mit den Bewohner:innen eines der größten Stadtentwicklungsgebiete Europas nachhaltige Mobilitätslösungen.“*

*„Der **thinkport VIENNA** ist ein Teil des Hafens Wien und somit nahe an den brennenden Fragen, die sich im Bereich der Logistik stellen.“*

*„Das **Mobi.Lab OÖ** arbeitet im Zentralraum Oberösterreich (Linz-Steyr-Wels) und behandelt dort mehrheitlich wirtschaftsinduzierte Verkehrsprobleme.“*

*„Die besondere Topographie sowie Lage Salzburgs an der Grenze zu Deutschland führt zu Herausforderungen im Verkehr, denen sich das Mobilitätslabor **zukunftswegen.at** stellt.“*

*„Seit 2018 ist auch das **Centre for Mobility Change** ein Teil der österreichischen Mobilitätslaborinitiative. Dieses Mobilitätslabor hat seinen Fokus auf der nachhaltigen Veränderung des Mobilitätsverhaltens im digitalen Zeitalter.“*

*„Das **Policy-Lab.at** arbeitet seit seiner Gründung im Jahr 2022 österreichweit mit Politik und Verwaltung an Themenstellungen aus dem Mobilitäts- und Innovationsbereich, denen österreichische Städte und Bundesländer gegenüberstehen. Ziel ist es, verbesserte Rahmenbedingungen, innovative Lösungs- und Governance-Ansätze zu entwickeln, um mobilitätspolitischen Vorhaben zur Umsetzung zu verhelfen und so zur Erreichung der Klimaziele beizutragen.“*

5.6.3. Governance & Verwaltung

GovLabAustria: *„GovLabAustria ist ein von der Universität für Weiterbildung Krems und Bundesministerium für Kunst, Kultur, öffentlichen Dienst und Sport betriebenes Innovationslabor für den öffentlichen Sektor.“*

5.6.4. Weitere Innovationslabore in Österreich

Climate-Lab (Wien): *„Schaffung innovativer, mutiger Allianzen, um die Klimaneutralitätsziele so schnell wie möglich zu erreichen.“ <https://climatelab.at/>*

innovation lab illwerke vkw: *„Seit 2017 setzt das innovation lab neue Maßstäbe. Neben einem motivierten Team verfügen wir über entsprechendes Setting, Arbeits-Tools und Kompetenzen. Wir sind nun seit über 5 Jahren dabei und setzen Impulse für die Energiezukunft, generieren Ideen, entwickeln Konzepte, führen Markttests durch, rufen neue Mitarbeiter-Formate ins Leben, gestalten eine*

innovationsfördernde Kultur bei illwerke vkw, vernetzen uns, verfolgen Trends und tauschen uns aus.“
<https://ilab.energy/>

oTelo (OÖ ua.): *„Otelo, offenen Technologiellabore: Otelos sind inspirierende Gemeinschafts-(T)Räume, die einladen, Visionen und Ideen miteinander zu teilen und zu verwirklichen. Sie sind Orte der offenen Begegnung und herzlichen Beziehung. Sie bieten Menschen, unabhängig von Alter, Herkunft oder Zugehörigkeit, freien Raum, in dem Offenheit und das Teilen von Wissen und Erfahrungen im Vordergrund stehen.“* <https://otelo.or.at/>

Darüber hinaus existieren insbesondere in Deutschland und in der Schweiz Innovationslabore welche als Best Practice Modelle für das gegenständliche Reallabor betrachtet werden können. Folgend eine Zusammenstellung der recherchierten internationalen Innovationslabore:

WindNODE (Deutschland): *„Das Verbundprojekt WindNODE wurde von Januar 2017 bis März 2021 im Rahmen des Förderprogramms "Schaufenster intelligente Energie - Digitale Agenda für die Energiewende" (SINTEG) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. In 50 verschiedenen Teilarbeitspaketen haben mehr als 70 Partner an Musterlösungen für das zu 100 Prozent regenerative, intelligente Energiesystem der Zukunft gearbeitet. Die Teilarbeitspakete lassen sich in vier übergreifende Handlungsfelder bündeln. ... Reallabore brauchen Narrativ, Netzwerk und Spielraum, WindNode, Markus Grabig“;* <https://www.windnode.de/>

C/sells (Deutschland): *„Als größtes Schaufenster des Forschungs- und Demonstrationsprojekts SINTEG liefert C/sells skalierbare Musterlösungen für eine nachhaltige Energieversorgung und zeigt, wie die Energiewende aussehen wird: zellulär, partizipativ und vielseitig. ... 100% Dekarbonisierung braucht 100% Akzeptanz, C/sells, Albrecht Reuter“;* <https://www.csells.net/de/>

Reallabor SmartQuart, Reallabor (D), Innogy: *„SmartQuart repräsentiert typische Quartiere von niedrig verdichteten ländlichen bis hin zu sehr hoch verdichteten städtischen Räumen. Durch die Abbildung dreier für Deutschland typischer Räume sind die Konzepte auf andere Quartiere übertragbar. In allen drei Stadtquartieren beteiligen sich Bewohner, Energieversorger sowie lokale Technologieanbieter an der Umsetzung von SmartQuart.“* <https://smartquart.energy/pm-1-smartquart-wird-erstes-reallabor-der-energiewende/>

Reallabor Transurban NRW, Reallabor (D): E.ON; *„TransUrban.NRW steht für die Transformation der netzgebundenen, urbanen Wärme- und Kälteversorgung mit intersektoralen Power-2-Heat Lösungen als Beitrag zum Strukturwandel in den Kohlerevieren in NRW.“* <https://www.reallabor-transurban-nrw.de>

Reallabor Hunziker Areal", ETH Zürich (CH): *"Im Reallabor Hunziker Areal sollten Verhaltensänderungen angestoßen werden, die den Ressourcenverbrauch senken. Neben reinen Verhaltensänderungen wurden auch neue Versorgungssysteme getestet, alles mit dem Ziel hoher Lebensqualität mit geringem ökologischem Fussabdruck (z.B. ein Fleischabo mit reduzierten Mengen, ein Selbstbedienungsdepot mit nachhaltigen Lebensmitteln, etc.)"***Fehler! Linkreferenz ungültig.;** <https://tdlab.usys.ethz.ch/de/reallabore/hunziker.html>

TNO labs (NL): z.B. *Innovation lab geothermal energy; "Geothermal energy has an important role to play in the energy transition, alongside other sustainable sources such as solar energy, wind and biomass. In time, heat from the subsurface can provide a quarter of the heat demand from homes, offices and industry. In the Rijswijk Centre for Sustainable Geo-energy (RCSG) TNO is working with*

companies and universities to develop, test and validate new well designs and sensor technology as well as drilling techniques and materials to accelerate the development of geothermal energy;“
<https://www.tno.nl/en/technology-science/labs/innovation-lab-geothermal-energy/>

Machbar Innovationslabor (Technische Hochschule Amberg-Weiden, D): „*Wer will nicht kreativ und innovativ mit den neuesten Technologien, den modernsten Methoden und optimalen Prozessen arbeiten? Aber personelle und Raum-Ressourcen sind knapp, Technik kann man nicht auf gut Glück anschaffen. Mit dem neuen Innovationslabor unterstützen wir Sie bei Ihren Ideen! Wir coachen Sie, wenn Sie neue Wege beschreiten!*“ <https://www.oth-aw.de/machbar/>

Josephs offenes Innovationslabor (D, Nürnberg): „*In unserem offenen Innovationslabor wurden in den vergangenen Jahren eine Vielzahl an Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen in ihren frühen Entwicklungsphasen mit unseren Besuchern getestet und bewertet. Dabei war das Testen nach Themenwelten organisiert.*“ <https://josephs-innovation.de/wp/>

Aus dieser Best Practice Analyse zu den oben genannten Innovationslabor-Initiativen ergibt sich ein breites Bild an möglichen Organisationsformen und inhaltlichen Ausrichtungen. Die Ergebnisse liefern eine wertvolle Basis für die weitere Konzeption und Umsetzung des gegenständlichen Reallabors.

5.7. SYNTHESE, Gesamtkonzept

5.7.1. Akteur:innen, regionale Abgrenzung, Organisationsform

Die Recherchen bzw. Ergebnisse zu relevanten Akteur:innen in den Modellregionen sowie die Definition und Abgrenzung zusammenhängender regionaler Einheiten, erfolgte parallel und in enger Abstimmung mit den inhaltlichen Arbeitspaketen 2-5. Ergebnisse dazu sind daher jeweils thematisch den Arbeitspaketen zugeordnet und dort beschrieben.

Für das Organisationskonzept wurde die Organisationsstruktur der Offenen Technologielabore (OTELO) vertiefend betrachtet (Externe Beratung im Rahmen eines Drittmittelvertrags), bzw. Interviews mit den Geschäftsführerinnen der beiden Innovationslabore RENOWAVE (Ulla Unzeitig) und Green Energy Lab (Susanne Supper) geführt. Als Ergebnis liegen verschiedene Vorschläge für die Organisationsform (Verein, Genossenschaft, GmbH) und Finanzierungskonzepte vor. Das Konsortium erwägt die Weiterführung ihrer Aktivitäten und eine Einreichung bei der Ausschreibung zur Umsetzung eines Reallabors. Im Rahmen dieser Ausschreibung werden die nun vorliegenden Ergebnisse noch weiter präzisiert und geeignete Organisationsmodelle ausgewählt.

5.7.2. Gemeindespezifische Zielwerte „100% Erneuerbar“

Um auf die gemeindespezifischen Herausforderungen und Potentiale adäquat eingehen zu können, ist es notwendig zu klären, wie eine „100%ige Versorgung mit Erneuerbaren Energien“ genau zu verstehen ist. Das implizite Ziel einer autonomen Versorgung mit 100% erneuerbarer Energie kann offensichtlich nur von einem Teil der österreichischen Gemeinden erfüllt werden, nämlich von jenen, die sich durch niedrigere Energiebedarfsdichten und/oder ein speziell hohes Versorgungspotential, beispielsweise aus Wind oder Wasserkraft auszeichnen. Aber muss eine Gemeinde wie Gols, die über ein sehr hohes Windpotential verfügt wirklich nur ihren eigenen Energieverbrauch erneuerbar decken,

oder doch auch im Sinne einer gemeinsamen Zielerreichung ihr Potential auch im Dienste Anderer realisieren und den eigenen Bedarf damit ÜBERerfüllen? Und andererseits, muss ein Industriestandort wie Steyr den Energiebedarf für die Produktion von allgemein verfügbaren Gütern wirklich 100% selbst aufbringen? Wenn auch (noch) nicht strikt notwendig, scheint es sinnvoll, den Zielwert der Energiebilanz einer „100% Erneuerbaren Gemeinde“ differenzierter zu betrachten und auch Ansätze zur Allokation des Effort-Sharings mit zu berücksichtigen.

Ausgangspunkt dieser Betrachtung war die räumliche Verortung der Energie-Einsparungspotentiale der Ausbaupotentiale erneuerbarer Energieversorgung. Die österreichweiten Zielwerte für den nötigen Ausbau erneuerbarer Energietechnologien und Endenergieverbrauchsdaten wurden mit Änderungen aus dem Projekt Way2Smart⁷⁶ übernommen. Die genaue Vorgehensweise ist im Anhang dargestellt, die Ausgangspunkte der nationalen Zielwerte in folgenden Tabellen dargestellt:

Tabelle 13: Österreichweite Ausbaupotentiale und Ausbauzielwerte für erneuerbare Energietechnologien (Primärenergie) in Anlehnung an „Way2Smart“ (Lipp et al., 2020, p. 609)

	(technisches) Ausbaupotential [TWh/a]		„Zielwert Ausbau“ (Nötiger Ausbau Zur Erreichung nationaler Ziele) [TWh/a] ⁷⁷
Windkraft	69,7		30,2
Wasserkraft	56,1		49,2
Photovoltaik	11,4	0	35,4
Summe elektrisch	137,2	125,8	114,8
Solarthermie	0	156,4	20,8
Biomasse	93,8		81,4
Umweltwärme	35,5		18,9
Summe thermisch	129,3	285,7	235,9

Tabelle 14: Österreichische Endenergieverbräuche im Jahr 2019 und die Endenergieverbrauchszielwerte je Sektoren

	Endenergieverbräuche in 2019 [TWh/a]	Endenergieverbrauchszielwerte [TWh/a] ⁷⁸
Wohnen und Dienstleistungen	111,9	66,4
Mobilität und Verkehr	61,3	38,1
Industrie und Gewerbe	90,9	90,9
Land- und Forstwirtschaft	6,1	3,3
Summe	270,2	198,7

Die nationalen Ziele wurden nicht einfach aliquot auf die Gemeindebilanzen umgelegt, sondern die Verteilungsschlüssel an den jeweiligen Energieträger und Einsparungssektor angepasst und mit einer passenden, räumlich vorliegenden Allokationsparameter verknüpft. So wurde beispielsweise die

⁷⁶ Lipp, Bernhard u.a. (2020).

⁷⁷ Ausbauzielwerte aus dem Zukunftsszenario Way2Smart (Lipp et al., 2020)

⁷⁸ Ausbauzielwerte aus dem Zukunftsszenario Way2Smart (Lipp et al., 2020) mit Ausnahme der Industrie und Gewerbe

auszubauende Windkraft nur auf Gemeinden aufgeteilt, die auch tatsächlich ein nennenswertes Windpotential haben. Die konkreten Verteilungsparameter sind in folgender Abbildung dargestellt.

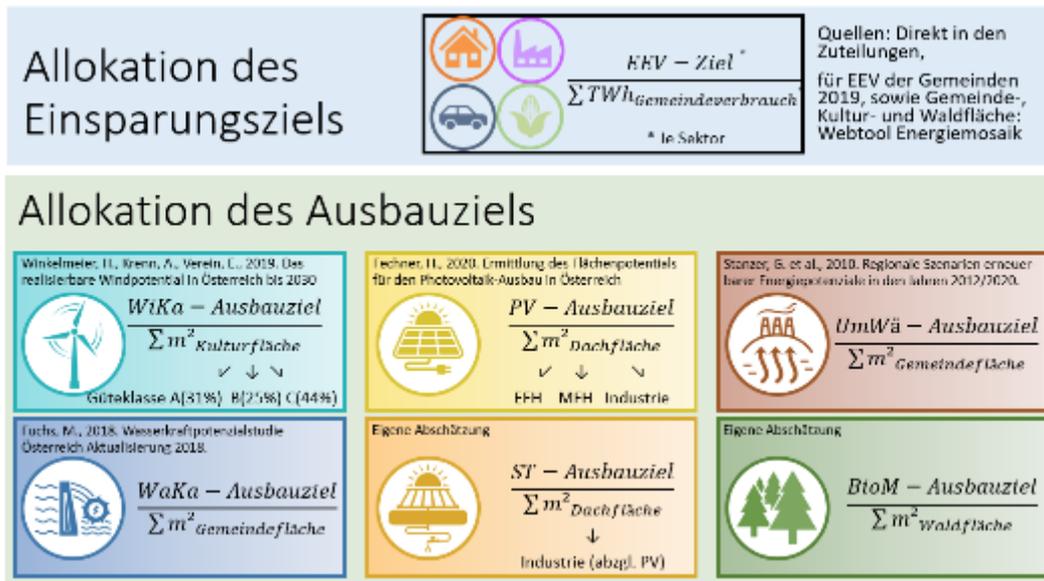


Abbildung 39 Räumliche Allokationsparameter und Skalierungsgrößen, zur Verteilung der nationalen Einsparungs- und Ausbauziele auf Gemeindeebene.

Die daraus resultierenden Verteilungen wurden in räumlichen Potential- und Zielkarten dargestellt, wie in folgender Abbildung ersichtlich. Darin ist ersichtlich, wie der insgesamt Zielwert an die Erneuerbare Energiebilanz je Gemeinde unterschiedlich ausfällt, wenn die lokalen Ausbau- und Reduktionspotentiale mitberücksichtigt werden: Große Ballungsräume haben tendenziell niedrigere Anforderungen an den Bilanzzielwert.

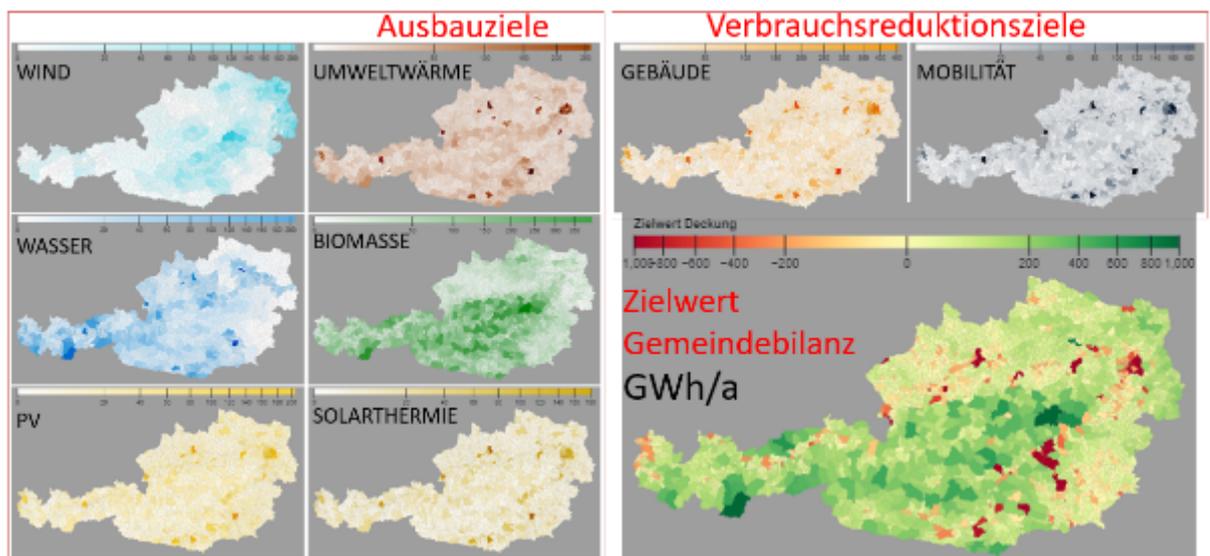


Abbildung 40 Räumliche Darstellung der Ausbauziele und Verbrauchsreduktionsziele, sowie des resultierenden differenzierten Zielwerts der Gemeinde-Energiebilanz in Abhängigkeit der lokalen Potentiale

Das folgende Balkendiagramm veranschaulicht die regionalen Unterschiede auf Ebene der Bundesländer: Im direkten Vergleich der länderspezifischen Zielwerte zeigt sich ein differenziertes Bild auf Basis der vorhandenen technischen Potentiale.

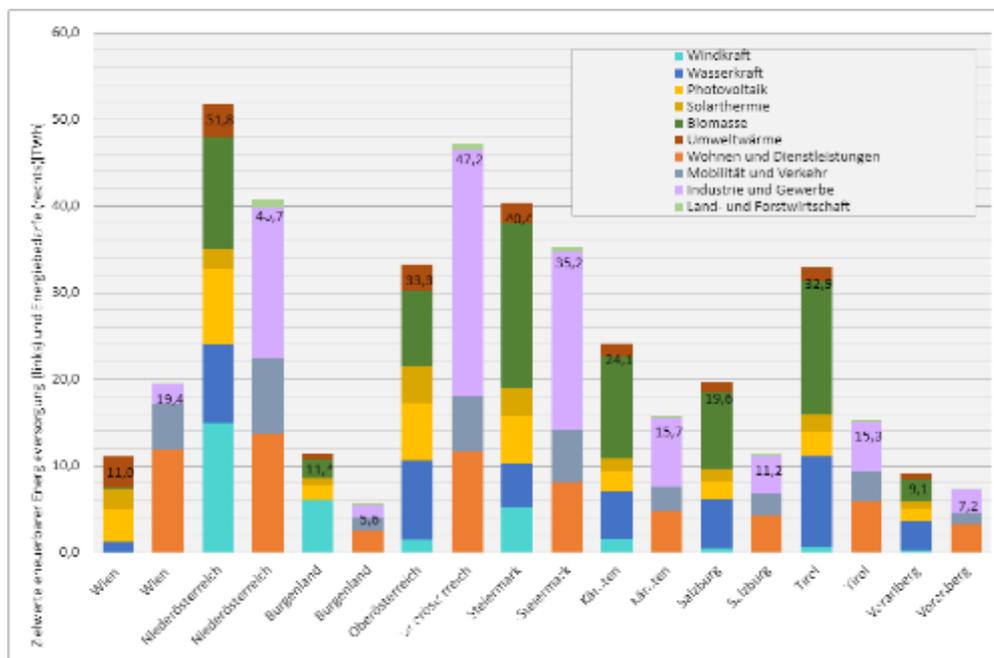


Abbildung 41: Zielwerte Erneuerbarer Energieversorgung und Energiebedarfe je Bundesland

Schlussendlich sind diese Zielwerte allerdings nur als Leitplanken zu verstehen, die einen quantitativen Zusammenhang mit der Erreichbarkeit auf nationaler Ebene herstellen, aber keine Vorschrift, wie das insgesamt Bilanzziel zu erreichen ist. Als Diskussionsgrundlage wurde folgende Darstellung entwickelt, die alle ermittelten und extrapolierten Werte für eine Gemeinde zusammenfasst:

- **„Potential (PeGAsUs)“:** Aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragene, räumlich verortete technische Potential an lokaler erneuerbarer Energiequellen und Energiebedarfen nach Maßnahmensetzung
- **„Status Quo“:** Ermittelten Erzeugungen und Bedarfe 2019
- **„Zielwert“:** Gemeindespezifischer Zielwert je Energie- und Bedarfsträger, der sich durch die Allokation der nationalen Zielwerte auf die räumlich verorteten Potentiale ergibt
- **„Zu Zielwert“:** Die Differenz zwischen Status-Quo und Zielwert, jeweils auf Ausbau- und Einsparungsseite dargestellt
- **„Handlungsbedarf“:** Stellt die Differenz „zu Zielwert“ zusätzlich gruppiert nach thermischem und elektrischem Handlungsbedarf dar.
- **„Insgesamt“:** Stellt ebenso den Handlungsbedarf dar, allerdings nur nach thermischem und elektrischem getrennt.

Der Fall Steyr zeigt den hohen Energiebedarf für Industrie, der im Allokationsszenario aber keine Einsparungsziele besitzt. Stattdessen kommt der Hauptteil des Handlungsbedarfs durch die Ausbauseite zustande: PV, ST und Umweltwärme sind hier die größten unrealisierten Potentiale. Auch auf Seiten der Mobilität und insbesondere der Gebäude sind noch erhebliche Einsparungen nötig.

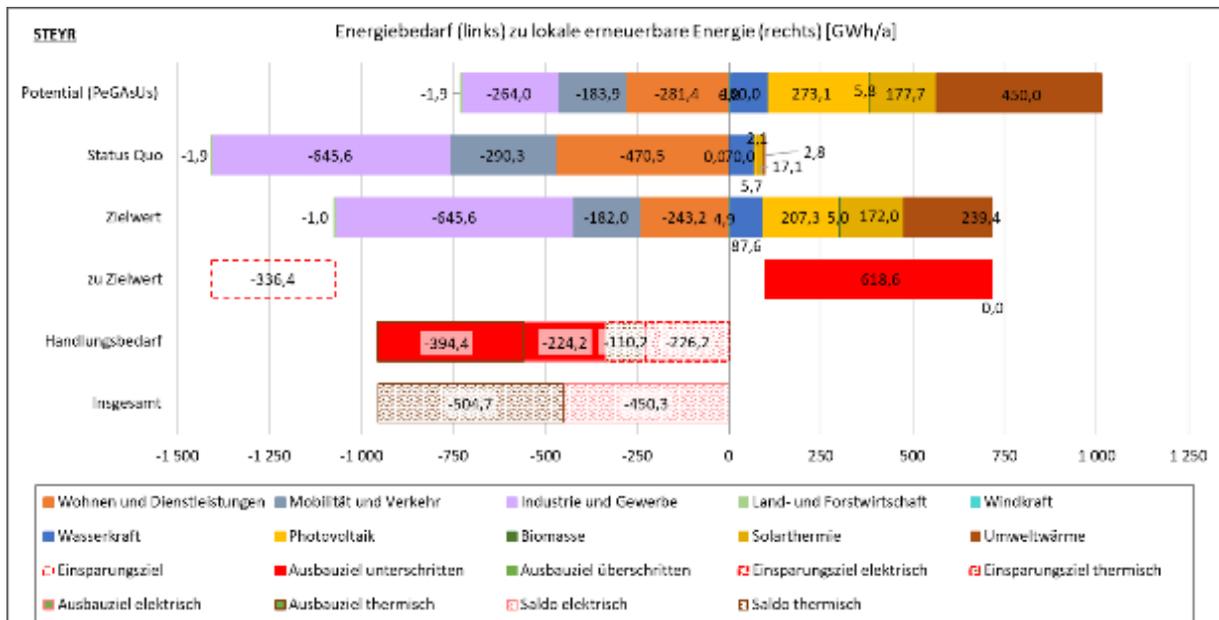


Abbildung 42 Energiebilanzen und Handlungsbedarfe Steyr

Für Hollabrunn zeigt sich ein anderes Bild: Hier gibt es keinen nennenswerten Industriebedarf, dafür ist der Handlungsbedarf dominiert vom fehlenden Ausbau der Windkraft, und zu geringeren Teilen auch PV und Solarthermie (ST). Ein direkter Vergleich der Gemeinden ist aufgrund unterschiedlicher Größe nicht zielführend, kann aber durch Bezug pro EW leicht hergestellt werden.

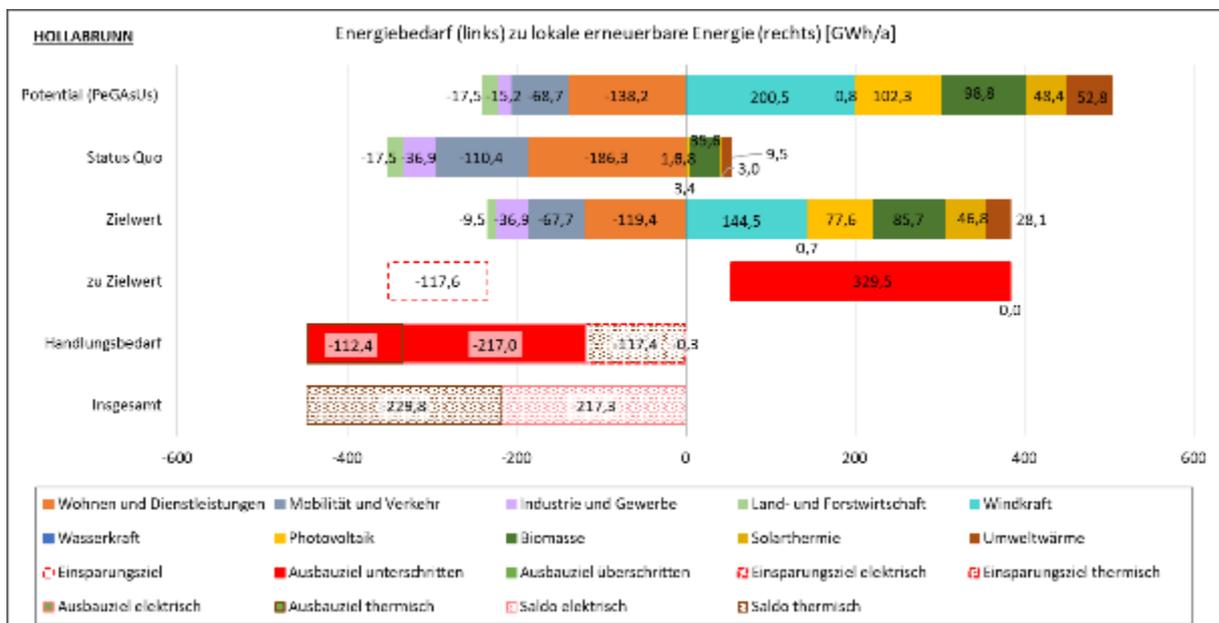


Abbildung 43 Energiebilanzen und Handlungsbedarfe Hollabrunn

Gols ist ein interessantes Beispiel, weil hier die nominelle Energiebilanz der Gemeinde aufgrund der stark ausgebauten Windkraft bereits 2019 deutlich positiv ist, wie in folgender Abbildung in den ersten 2 Balken zu sehen ist. Nichtsdestotrotz ergibt sich durch die potentialabhängige Allokation auch für Gols einen Handlungsbedarf, sowohl im Bereich der Erneuerbaren als auch der Energieeinsparungen. Hier lässt sich nun gut diskutieren, ob es für Gols statt der PV und ST Installationen und

Energieeinsparungsmaßnahmen nicht zweckmäßig ist, auf einen weiteren Ausbau der Windkraft zu setzen.

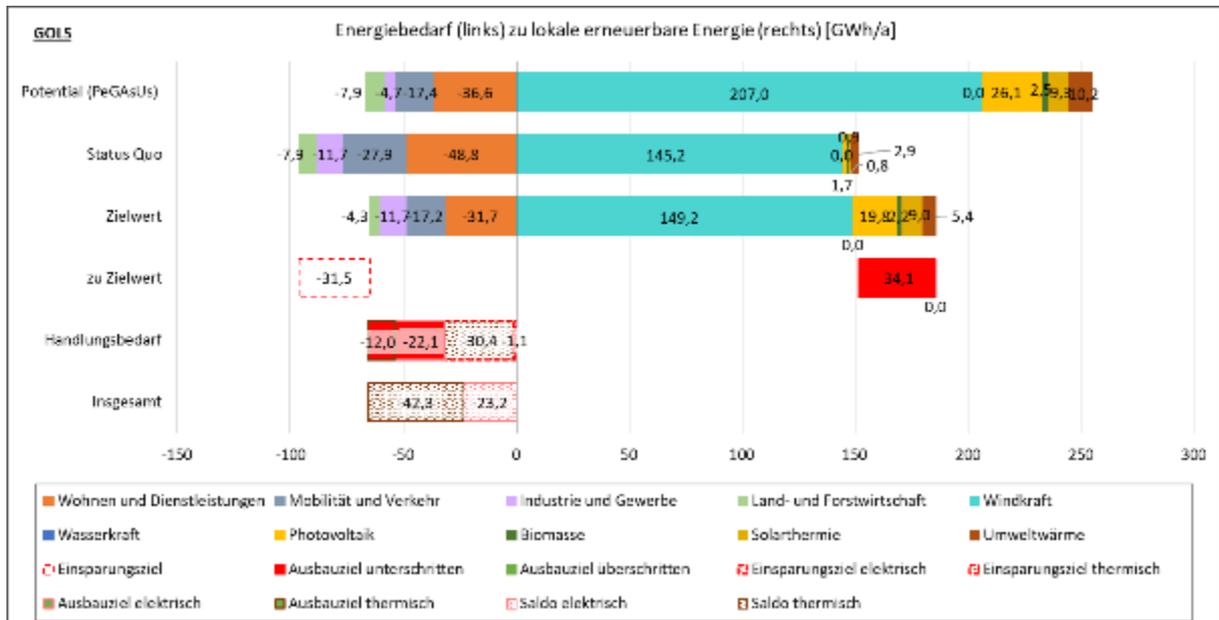


Abbildung 44 Energiebilanzen und Handlungsbedarfe Gols

6 Schlussfolgerungen

Die Sondierungsstudie brachte für das Projektteam weitreichende Erkenntnisse, welche weiterführend für die Umsetzung eines Reallabors relevant sind. Einerseits konnten die räumlichen und das Energienetz betreffenden Gegebenheiten sowie Potenziale zur Energieaufbringung der Modellregionen erhoben werden, andererseits wurden auf Akteursebene Personen, Organisationen und Institutionen einbezogen und die Kooperation gestärkt. Im Folgenden einige für die Weiterführung wichtige Aspekte sowie Schlussfolgerungen aus der Perspektive unterschiedlicher inhaltlicher Zugänge:

- Anhand der Ergebnisse aus den Expert:innen-Interviews wurden Maßnahmen und Empfehlungen identifiziert bzw. Erfolgsfaktoren und Hemmnissen abgeleitet. Darüber hinaus konnten durch Endnutzer:innenbefragungen **lokale und regionale Probleme, sowie die Bereitschaft zur Verhaltensänderung und die Akzeptanz für Low Tech Konzepte** eruiert werden. Die Erkenntnisse können als Grundlage für eine erfolgreiche Planung eines „Low Tech“ Reallabors genutzt werden.
- Zur erfolgreichen Initiierung und Umsetzung solcher Projekte ist es notwendig **Beteiligte möglichst früh einzubinden** um eine möglichst hohe Akzeptanz zu erreichen und auch über die Einschwingphase hinaus effizient betreiben zu können. Oftmals scheitern Projekte nicht direkt in der Umsetzung, sondern erst mit der Laufzeit. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Nutzer:innen nicht gewillt sind ihr Verhalten zu ändern. Daraus folgt, dass das Projekt zwar umgesetzt wird, jedoch nach der Einlaufzeit von 1-2 Jahren nicht mehr genutzt wird und somit Ressourcen verwendet wurden welche besser in andere Projekte gesteckt worden wären. Somit ist es notwendig so viele Bürger:innen und Nutzer:innen in den Entscheidungsprozess einzubinden und auch für einfache Projekte wie Photovoltaik auf öffentlichen Gebäuden zu gewinnen. Projekte welche speziell in das Verhalten von Bürger:innen eingreifen wie beispielsweise die Einführung von Wasserbeschränkungen oder Parkplatzreduktionen sollten gut durchdacht sein und ebenfalls durch Beteiligungsmodelle umgesetzt werden, um eine möglichst lange Umsetzungsdauer zu erreichen und das Projekt zu einem Leuchtturmprojekt voranzutreiben.
- Um auf die gemeindespezifischen Herausforderungen und Potentiale adäquat eingehen zu können, ist es notwendig zu klären, wie eine **„100%ige Versorgung mit Erneuerbaren Energien“** genau zu verstehen ist. Das implizite Ziel einer autonomen Versorgung mit 100% erneuerbarer Energie kann offensichtlich nur von einem Teil der österreichischen Gemeinden erfüllt werden, nämlich von jenen, die sich durch niedrigere Energiebedarfsdichten und/oder ein speziell hohes Versorgungspotential, beispielsweise aus Wind oder Wasserkraft auszeichnen. Wenn auch (noch) nicht strikt notwendig, scheint es sinnvoll, den Zielwert der Energiebilanz einer „100% Erneuerbaren Gemeinde“ differenzierter zu betrachten und auch **Ansätze zur Allokation des Effort-Sharings** mit zu berücksichtigen.
- Die Darstellung von objektiven **ökologischen Bewertungen** kann ein hilfreiches Instrument für Entscheidungsträger:innen für oder gegen geplante Maßnahmen im Baubereich sein. In den meisten Fällen unterliegt die Auswahl von Bauweise und –materialien den vorhandenen finanziellen Mitteln, andere als monetäre Einflussfaktoren spielen derzeit eine untergeordnete Rolle. Aus dem Grund sind Vergleiche und Gegenüberstellungen von umweltrelevanten Auswirkungen von im Baubereich gesetzten Maßnahmen essentiell. Die Darstellung des Einflusses

von Transportwegen, Energieeinsatz bei der Baustoffproduktion und deren Verwertung am Ende der Nutzungszeit auf die Umweltauswirkungen hebt die Relevanz von Low Tech Maßnahmen im Baubereich hervor und ist gut verständlich darstellbar.

- Forschungsaktivitäten des IBO zu **Low Tech Materialien** konnten mit vorliegenden Projekt intensiviert werden, bislang nicht in die Berechnung einfließende, jedoch für eine Bewertung der Umweltauswirkungen relevanten Maßzahlen werden in weiterer Folge bei der Bewertung berücksichtigt. Das Potenzial von Low Tech Produkten für die energieeffiziente und ressourcenschonende Gebäude- und Quartiersentwicklung wird als hoch und der Know-how-Aufbau in diesem Bereich als wichtig eingeschätzt.
- Erstmals wurde der **Low-Tech-Ansatz auf das Mobilitätssystem** angewendet und untersucht, wie weit derzeitige Investitionen, Maßnahmen und Ansätze im Verkehrssektor, diesen Ansatz unterstützen, fördern oder diesen konterkarieren. Dabei wurden klare Kriterien entwickelt, welchen Kriterien ein Low-Tech-Einsatz im Verkehr folgen sollte und warum. Die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Low-Tech wurden dargestellt und bezugnehmend auf die aktuellen Rahmenbedingungen und Entwicklungen bewertet, insbesondere für die Herausforderungen und Problemstellungen in den Modellregionen Hollabrunn, Steyr sowie Gols. Die Zusammenstellung der prototypischen Modelllösungen für Dörfer und Kleinstädte übersetzt den Low-Tech-Ansatz in praktikable und gleichzeitig zielkonforme Maßnahmen.
- Weitere interdisziplinäre Fragestellungen, wie beispielsweise die sinnvolle **Verknüpfung zwischen Mobilität und** Low-Tech Ansätzen, können in zukünftigen Projekten bearbeitet werden. Im Strategiepapier zur österreichischen **Kreislaufwirtschaft** wird Mobilität bereits eng verknüpft mit Aspekten der Kreislaufwirtschaft gesehen⁷⁹. Die Aspekte Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung im Verkehrssektor sollten um einen regionsbasierten Low-Tech-Ansatz ergänzt werden. Das Institut für Verkehrswissenschaften kann insbesondere an der theoretischen Einbettung des Low-Tech-Ansatzes, wie die Bewertung von Low-Tech-Maßnahmen anhand bestimmter Indikatoren (Flächenverbrauch, CO₂-Emissionen, Energiebedarf, etc.) und Low-Tech-Kriterien, oder an der Eruierung von bestehenden Zielkonflikten auf übergeordneter Ebene sowie auf Projektebene zwischen den einzelnen Sektoren (Gebäude, Raumplanung, Kreislaufwirtschaft, etc.) weiterarbeiten.
- Die Sondierungsstudie hat einen sektorübergreifenden Überblick über spezifische **Herausforderungen, Potenziale und bisher umgesetzte Lösungen in den drei Zielregionen** aufgebaut. Dies umfasst auch Erkenntnisse über Vorhaben die bereits geplant oder von Seiten der lokalen Stakeholder bereits als zielführend eingeschätzt werden, und an welche ein Reallabor und Leitprojekte direkt anknüpfen könnten. Die Sondierungsstudie bietet einen Überblick über vorhandene biogene Reststoffe, wo sie anfallen, und grobe Einschätzungen der Verfügbarkeit, der Mengen und aktuell umgesetzte Verwertungs- oder Entsorgungswege, mit Einbindung von Stakeholder-Wissen, Priorisierung, sowie Bereitschaft und Hebel für die Umsetzung der identifizierten Modelllösungen. Insgesamt gibt es große untergenutzte Ressourcenpotenziale für Energieproduktion aus Reststoffen sowie stoffliche Nutzung sowie deren Kombination. Für die Realisierung dieser Potenziale bedarf es den Einsatz innovativer Verfahren, Partnerschaften und Geschäftsmodelle. Die Sondierungsstudie hat lokale und regionale Zuständigkeiten und mögliche Partner für die Umsetzung herauskristallisiert, welche für die erfolgreiche weitere Entwicklung von Umsetzungsprojekten essenziell sind.

⁷⁹ BMK (2021): Die österreichische Kreislaufwirtschaft. Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft. Wien.

- **Mögliche rechtliche Hürden** in Zusammenhang mit den ausgearbeiteten Konzepten bzw. Technologien bestehen etwa in den Anforderungen an Monitoring von innovativen Abwasseraufbereitungstechnologien, d.h. jene die nicht der ÖNORM entsprechen. Wenn Systeme außerhalb der geltenden Norm installiert werden, kann eine Genehmigung an einen aufwendigen Monitoringplan gekoppelt sein, wenngleich für einen begrenzten Zeitraum von z.B. einem Jahr. Im Rahmen eines Forschungsprojekts kann dies vom Projekt finanziert werden.

Was genau heißt 100% Erneuerbar? Die Sondierung hat gezeigt, dass ein sensibler und transparenter Ansatz nötig ist, der einen nachvollziehbaren, quantitativen Zusammenhang zwischen Zielwerten unterschiedlicher Regionalität herstellen kann.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Sondierungsstudie, aber auch auf den im Rahmen des Projekts stattgefundenen Vernetzungsaktivitäten, wird das Projektteam die **Einreichung eines Reallabors vorbereiten und Leitprojekte ausarbeiten**, sowie auf den Stakeholder-Kontakten und -Partnerschaften aufbauen, um weitere tiefergehende Studien und Demo-Projekte ausarbeiten, mit dem Ziel, identifizierte Potenziale auszuschöpfen und zu einem Übergang zu einer kreislauffähigen Bioökonomie und zu 100%-Erneuerbaren beizutragen. Die Projektergebnisse sind insbesondere für städtische Verwaltungen, regionale Kooperationen, Mobilitätslabore, aber auch zivilgesellschaftliche Akteur:innen nützlich. Die Projektergebnisse hinsichtlich Kreislaufwirtschaft und naturbasierter Lösungen sind darüber hinaus für folgende Zielgruppen relevant:

- Öffentliche Akteure: Stadtverwaltung, regionale Kooperationen (Abfall- und Abwasserverbände, LEADER-Regionen, KEM-Regionen), Akteure die mit der Entwicklung von nachhaltigen Sektorstrategien wie Bioökonomiestrategien, Kreislaufwirtschaftsstrategien befasst sind
- Stadtwerke
- Zivilgesellschaftliche Akteure und Betriebe
- Biobasierte Industrie
- Beratungsinstitutionen wie Landwirtschaftskammern und Standortförderungsagenturen

Die Projektmethodologie und Ergebnisse wurden im europaweiten Netzwerk der COST Action Circular City verbreitet und für die Entwicklung einer Orientierungshilfe (Guidance Tool) für die Umsetzung von naturbasierten Lösungen zur Schließung von Ressourcenkreisläufen im urbanen Raum bereits angepasst angewendet. In diesem Netzwerkprojekt leitet alchemia nova die Arbeitsgruppe zum Thema Ressourcenrückgewinnung und ist Teil des Kernteams für die Entwicklung der Orientierungshilfe, welche als online Tool der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt wird.

Die Projektergebnisse werden außerdem in Zukunft in dem neu gestarteten EU-Forschungsprojekt BIOTRANSFORM (Horizon Europe) zum Thema kreislauffähige Bioökonomie weiter verbreitet und verwertet.

Es besteht das Potenzial die weiterentwickelte Methodologie für Studien in weiteren Regionen anzuwenden (z.B. Pongau im BIOTRANSFORM-Projekt) sowie für Beratung von Städten und Regionen, Studien für LEADER- und KEM-Regionen und ähnliche Regionalvorhaben.

Zusätzlich kann das Projektkonsortium die Potenziale einer weiteren Verwertung der Projektergebnisse in zukünftigen F&E Projekten weiter ausschöpfen.

7 Ausblick und Empfehlungen

In der Sondierungsstudie wurde der Begriff „Low-Tech“ auf wissenschaftstheoretischer Basis operationalisiert und konkrete Low-Tech Prinzipien sowie Beispiele dazu erarbeitet. Dabei wird Low-Tech – neben Nachhaltigkeit, 100% Erneuerbare Energie, Kreislaufwirtschaft – als gleichrangiges Innovationsziel definiert. Low-Tech als ein gewichtiger Hebel zu einer nachhaltigen Lebensweise und Gesellschaft, bedeutet dabei **lokal, aktiv, nützlich, fair, transparent und verantwortungsbewusst zu Handeln**. Dieser Handlungsrahmen ist als Basis für eine Weiterführende Bearbeitung (Bewertung und Validierung von Massnahmen) im Rahmen eines Reallabors gedacht.

Die Ergebnisse aus den einzelnen Arbeitspaketen wurden in einer eigenen Publikation, dem „**LOW-TECH Innovation-Lab TOOLKIT**“, zusammengefasst. In diesem werden einerseits handlungsleitende Prinzipien und Innovationsziele dargestellt als auch konkrete Massnahmen und Lösungen auf einer niederschweligen Umsetzungsebene für engagierte und interessiert Personen dargestellt. Der Toolkit gliedert sich in einen Einleitungsteil und konkreten Handlungsanleitungen zu den Themen: Energie, Bauen, Mobilität, Kreislaufwirtschaft und naturbasierte Lösungen. In Weiterführung (im Rahmen der Umsetzung eines Reallabors) ist vorgesehen das Kapitel „Handlungsanleitungen“ laufend zu ergänzen, mit weiteren Ideen aus der Zivilgesellschaft und im Reallabor erarbeiteten Modellösungen.

Aus den Ergebnissen ergeben sich fachspezifisch unterschiedliche Herausforderungen und Empfehlungen:

ENERGIE

Die Sondierung ergab einige interessante Musterlösungen welche sich gut in den unterschiedlichen Gemeinden Österreichs umsetzen lassen. Um eine Umsetzung jedoch effizient zu gestalten und diese auch akzeptiert wird, ist es notwendig eine Gemeinde zu wählen welche auch von den beschriebenen Problemen betroffen ist und dadurch eine erhöhte Akzeptanz zur Lösung des Problems aufweist.

Hierzu ist es notwendig mehrere Gemeinden auf Basis der bestehenden Potenziale und Schwierigkeiten vorab zu sondieren und anschließend mit ausgewählten Gemeinden in Kontakt zu treten. Diese Projekte sollen dann als Mustergemeinden für die Umsetzung der Lösungen dienen und in weiterer Folge als Leuchtturmprojekte fungieren um weitere, ähnlich Projekte voranzutreiben.

Zusätzlich benötigen speziell kleinere Gemeinden Ansprechpersonen an welche sich Bürger:Innen bei konkreten energetischen Fragen wenden können um Lösungen vorzuschlagen oder Ideen in die Tat umzusetzen.

Begleitend soll die entwickelte Zielwertberechnung im Zuge von Projektarbeiten der Partner:Innen und Forschungseinrichtungen vertieft werden und anhand von bestehenden Monitoringdaten Validiert werden.

Nur durch eine Kombination der Findung von Lösungen, Umsetzung dieser und Kontrolle der Zielwerterreichung ist es möglich einem 100% erneuerbaren Österreich entgegenzuziehen.

MATERIAL & LEBENSZYKLUS

Bereits in der Planungsphase von Gebäuden werden Entscheidungen mit Auswirkungen auf die Konstruktionsweise, den Energiebedarf während der Nutzungsphase und Rückbauszenarien getroffen. Low Tech Konzepte werden im Idealfall als System verstanden, wodurch die frühzeitige Einbindung aller bei Errichtung und Nutzung Involvierten essentiell ist. Demonstrationsprojekte im Gebäudebereich können – sofern sowohl die beteiligten Gewerke, politische Entscheidungsträger:innen als auch zukünftige Nutzer:innen an einem Tisch sitzen – Leuchtturmcharakter für weitere Projekte sein.

MODELLÖSUNGEN MOBILITÄT

Das Potenzial von Low-Tech-Lösungen, die über Maßnahmen, welche lediglich auf eine Veränderung der Antriebsenergie abzielen hinausgehen, werden für Fragen des zukünftigen Energieverbrauchs, aber vor allem bezüglich der Aspekte von Resilienz und Reduktion von Abhängigkeiten im gesamten Mobilitätssystem als sehr hoch eingeschätzt. Es sind Rahmenbedingungen zu schaffen, damit (scheinbar) „unkonventionelle“ aber zielorientierte (Low-Tech-) Maßnahmen erprobt werden können.

Hierzu sollte Folgendes angestrebt werden:

- Bestehendes (europäisches und staatliches) Normenwesen kritisch hinterfragen; Adaptierung bzw. Thematisierung unzureichender Regularien für eine Zulassung von Low-Tech-Fahrzeugen, die allerdings zurzeit low-tech-hemmende Standardisierungen (z.B. normierte Ausgestaltung eines Fahrzeugs) begünstigen und somit Handlungsspielräume für Einzelpersonen und Initiativen einengen
- Experimentierräume für Low-Tech-Nischenentwicklungen schaffen und fördern (z.B. im Rahmen von Mobilitätslaboren, Erprobung neuer Low-Tech-Lösungen, Schaffung neuer Rechtsrahmen für ein flächendeckendes Rollout)
- Regionale Kooperationen unterstützen und fördern; regionsbasierte Low-Tech-Ansätze entwickeln
- Lokale Initiativen zur Stärkung der Unabhängigkeit und Eigenverantwortlichkeit unterstützen, um im Sinne des Low-Tech-Ansatzes eigene Produkte entwerfen und anwenden zu können; und um lokal produziertes Wissen, Know-How und Lerneffekte für Politik, Verwaltung, etc. zu generieren
- Verkehrspolitische, zielkonforme Maßnahmen (regional und kommunal) umsetzen, die den Low-Tech-Einsatz im Verkehrssystem begünstigen und Abhängigkeiten im Gesamtsystem abbauen

KREISLAUFWIRTSCHAFT UND NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

Empfehlungen für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten:

- Massenflussanalysen um die Ressourcenströme zu quantifizieren
- Technoökonomische Studie der technischen Möglichkeiten in den drei Zielregionen als Basis für eine Multikriterien-Analyse hinsichtlich der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit der möglichen Nutzungspfade, inkl. Integration der Nutzungspfade und Analyse der Trade-Offs mit aktueller Verwertung

Potenzial für Demonstrationsvorhaben:

Chancen:

- Es gibt große untergenützte Ressourcenpotenziale für Energieproduktion aus Reststoffen sowie stoffliche Nutzung, sowie deren Kombination. Diese können durch innovative Verfahren, Partnerschaften und Geschäftsmodelle realisiert werden. Ein Demonstrationsprojekt kann die Risiken, die mit dem finanziellen Aufwand und dem technologischen Risiko der Anwendung neuer Technologien in Verbindung stehen, reduzieren.
- Lokale Akteure (institutionelle und private) sind interessiert an der Umsetzung der gemeinsam ausgewählten Lösungen und Nutzungspfade.

Herausforderungen:

- Förderungen zu bekommen
- Förderung für die technoökonomischen Analysen, die notwendig sind, dass lokale Umsetzer die Koordinationsarbeit leisten und die nötige Kofinanzierung für Investition in die Hand nehmen und sich für den Betrieb verpflichten

Risiken:

- Förderung wird nicht stattgegeben
- Förderquote ist den Akteuren zu wenig um die nötige Kofinanzierung zu stemmen
- Akzeptanz neuer Technologien, Änderung der üblichen Praktiken
- Abhängigkeiten zwischen Nutzungspfaden, integrierte Umsetzung notwendig (Stroh für ökonomisch höherwertige Nutzung als Dämmmaterial und Substitution von ökologisch problematischen Dämmstoffen und die Notwendigkeit Nährstoffe und Kohlenstoff aus anderen Quellen dem Feld zuzuführen wenn das Stroh nicht mehr in den Acker eingearbeitet wird.)

REALLABOR, ORGANISATIONSKONZEPT

Eine wesentliche Herausforderung für die Organisation und Umsetzung eines Reallabors ist die Form der Finanzierung. Durch die nur 50%ige Förderquote sind Reallabore nur eingeschränkt wirtschaftlich unabhängig zu führen bzw. um erfolgreich zu sein müssen sie sich diese thematisch am „Markt“ orientieren und für die Gesamtfinanzierung attraktive Geschäftsmodelle erarbeiten, welche marktconforme „Interessen“ widerspiegeln. In der Realisierung stellt dies ein Risiko dar, sodass unkonventionelle Themen und Nutzungspfade nicht oder nicht ausreichend weiterentwickelt und verfolgt werden können.

8 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Raumordnung Umwelt und Verkehr, Abteilung Gesamtverkehrsangelegenheiten (2011): Verkehrsberuhigung 2011, Bewährtes und Neues, Niederösterreich, 2011, abgerufen am 01.03.2023, https://www.noe.gv.at/noe/Heft_28_Verkehrsberuhigung_VI.pdf.
- Baden-Württemberg, Ministerium für Verkehr (2016): Ortsdurchfahrten gestalten, Hinweise zur Gestaltung von Ortsdurchfahrten in Dörfern und kleineren Städten, Baden-Württemberg, 2016, abgerufen am 01.03.2023, https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/036_Ortsdurchfahrten-gestalten_Brosch%C3%BCre_170212.pdf.
- BDA (2022): Denkmalliste gemäß § 3 DMSG, 29.06.2022, abgerufen am 17.01.2023, <https://www.bda.gv.at/service/denkmalverzeichnis/denkmalliste-gemaess-3-dmsg.html>.
- Berardi, Umberto (2017): A cross-country comparison of the building energy consumptions and their trends In: Resources, Conservation and Recycling, Band 123, 01.08.2017, S. 230–241, abgerufen am 27.02.2023, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916300489>, DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.03.014.
- Best, Benjamin, Vetter, Andrea (2015): Konvivialität und Degrowth – Zur Rolle von Technologie in der Gesellschaft In: Konvivialismus. Eine Debatte, Transcript, Bielfeld, 2015, abgerufen am 27.02.2023, https://beckassets.blob.core.windows.net/product/readingsample/15294385/9783837631845_excerpt_001.pdf.
- BMK (2021): Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich, Der neue Klimaschutz-Rahmen für den Verkehrssektor Nachhaltig – resilient – digital, Wien, 2021.
- BMK (2022): Energie in Österreich - Zahlen, Daten, Fakten, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022, abgerufen am 17.01.2023, <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/zahlen.html>.
- Bundesamt für Strassen ASTRA, Fussverkehr Schweiz (2018): Massnahmenplanung Fussverkehr, Handbuch, Zürich, 2018, abgerufen am 17.01.2023, https://fussverkehr.ch/wordpress/wp-content/uploads//2018/08/Massnahmenplanung_Fussverkehr_Anhoerung_180713.pdf.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Mobilitäts- und Angebotsstrategien in ländlichen Räumen, Planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienungsformen, Berlin, 2016, abgerufen am 17.01.2023, <https://www.vdv.de/mobilitaets-und-angebotsstrategien-in-laendlichen-raeumen-low-bmvi.pdf>.

- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie - BMVIT (2017): Kosteneffiziente Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs in Gemeinden, Wien, 2017.
- Fischedick Manfred, Grundwald Armin (2017): Pfadabhängigkeiten in der Energiewende. Das Beispiel Mobilität, In: Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft, München, 2017, abgerufen am 01.03.2023, https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6921/file/6921_Pfadabhaengigkeiten.pdf.
- Geels Frank, Schot Johan (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. In: Research Policy 36 2007, S. 399–417, abgerufen am 01.03.2023, DOI: 10.1016/j.respol.2007.01.003.
- Geels Frank (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. In: Research Policy 31(8/9) 2002, S. 1257-1274, abgerufen am 01.03.2023, DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.
- Geoland (2022): Basemap, 2022, abgerufen am 17.01.2023, https://www.geoland.at/webgisviewer/geoland/map/Geoland_Viewer/Geoland.
- Haselsteiner, Edeltraud (2022): Robuste Architektur: Lowtech Design, 1, München, DETAIL, 2022, ISBN: 978-3-95553-585-8.
- Haselsteiner, Edeltraud u.a. (2017): Low Tech - High Effect! Eine Übersicht über nachhaltige Low-tech Gebäude: realisierte Beispiele, innovative Ansätze, Prinzipien und systemische Lösungswege, Wien, bmvit, 2017, https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2017-20_low-tech-high-effect.pdf.
- Haselsteiner, Edeltraud, Frey, Harald, Laa, Barbara, Tschugg, Benjamin, Danzer, Lisa, Wetzler, Petra, Bergmann, Nadja, Biegelbauer, Peter (2020): CHANGE! Mobilitätswende in den Köpfen - Transitionsprozesse nutzerorientiert managen und lernen!, BMK, Wien 2020, abgerufen am 01.03.2023, [https://projekte.ffg.at/anhang/60e2fdd762b99_873401_change%20ergebnisbericht_mdz_final+Anhang\(1\).pdf](https://projekte.ffg.at/anhang/60e2fdd762b99_873401_change%20ergebnisbericht_mdz_final+Anhang(1).pdf).
- Hollands, Robert (2008): Will the Real Smart City Please Stand Up? In: City, Vol. 12(3), S. 303-320, London, 2008, abgerufen am 01.03.2023, DOI: 10.1080/13604810802479126.
- Lipp, Bernhard, Figl, Hildegund, Zelger, Thomas, Kerschbaum, Elisabeth, Heisinger, Felix, Schneider, Simon, Jens, Leibold, Momir, Tabakovic, Lukas, Maul, Hubert, Fechner, Ursula, Schneider, Ernst, Gruber und Gernot, Becker (2020): Way2Smart Korneuburg, Wien, 2020, abgerufen am 22.12.2022, https://smartcities.at/wp-content/uploads/sites/3/BGR4_2020_Way2Smart-Korneuburg-6.pdf.
- Mohajerani, Abbas, Bakaric, Jason und Jeffrey-Bailey, Tristan (2017): The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete In: Journal of Environmental Management, Ausgabe 197, 2017, S. 522–538, abgerufen am 17.01.2023, https://www.researchgate.net/publication/316118695_The_urban_heat_island_effect_its_causes_and_mitigation_with_reference_to_the_thermal_properties_of_asphalt_concrete/link/5cadcb98458515cd2b0d602b/download.
- Nadler, Friedrich, Elias, Daniel, Nadler, Birgit, Zuser, Veronika, Breuss, Jürgen, Donabauer, Martin, Knowles, Daniela, Pommer, Alexander, Wannemacher, Erwin, Schopf, Josef Michael (2015): Überprüfung und Verbesserung der Verkehrssicherheit im Schulumfeld, Forschungsarbeiten

- des österreichischen Verkehrssicherheitsfonds, Bmvit, Wien, 2015,
https://www.fvv.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-verkehrsplanung/Forschung/Projekte/National/Verkehrssicherheit_Schulumfeld_Endbericht.pdf.
- Statista (2022): statista, 07.07.2022, abgerufen am 17.01.2023,
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/42226/umfrage/welt-insgesamt-verbrauch-an-primarenergie-in-millionen-tonnen-oelaequivalent/>.
- Steen, Kris und van Bueren, Ellen (2017): The Defining Characteristics of Urban Living Labs In: Technology Innovation Management Review, Band 7, Ausgabe 7, 2017, S. 21–33, DOI: 10.22215/timreview/1088.
- Umweltbundesamt (2019): Klimaschutzbericht 2019, Analyse der Treibhausgasemissionen bis 2017, Wien, 2019, abgerufen am 01.03.2023,
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0702.pdf>.
- Umweltbundesamt (2020): Sachstandsbericht Mobilität, Mögliche Zielpfade zur Erreichung der Klimaziele 2050 mit dem Zwischenziel 2020, Kurzbericht, Wien, 2018, angerufen am 01.03.2023, <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0667.pdf>.
- Umweltbundesamt (2021): Die Ökobilanz von Personenkraftwagen, Bewertung alternativer Antriebskonzepte hinsichtlich CO₂-Reduktionspotenzial und Energieeinsparung, Wien, 2021, abgerufen am 01.03.2023,
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0763.pdf>.
- Umweltbundesamt (2022a): Transition Mobility 2040, Entwicklung eines Klima- und Energieszenarios zur Abbildung von Klimaneutralität im Verkehr 2040, BMK, Wien, 2022, abgerufen am 01.03.2023, <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0808.pdf>.
- Umweltbundesamt (2022b): Nahzeitprognose der Österreichischen Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2021, BMK, Wien 2022, abgerufen am 01.03.2023,
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0819.pdf>.
- United Nations Environment Programme, & Global Alliance for Buildings and Construction (2020): 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emissions, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector - Executive Summary In: , 2020, abgerufen am 27.02.2023, <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/34572>, Accepted: 2020-12-15T20:46:48Z.
- V. Reinberg, T. Steffl, M. Gronalt, E. Ganglberger, J. Thaler, M. Müller, A. Biebl, J. Niederwieser, und J. Kisser (2020): Austrian Biocycles: Biobasierte Industrie als Bestandteil der Kreislaufwirtschaft, Vienna, BMK, 2020, abgerufen am 03.12.2021,
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/publikationen/austrian-biocycles-biobasierte-industrie-kreislaufwirtschaft.php>.

Online-Quellen:

BASIC thinking, <https://www.basichinking.de/blog/2018/07/04/fahrrad-fahren-spenden/> (abgerufen am 14. Jänner 2023)

Biobasedpress, <https://www.biobasedpress.eu/2022/03/low-tech-and-its-benefits-for-sustainability/> (abgerufen am 16.1.2023)

Biobasedpress, <https://www.biobasedpress.eu/wp-content/uploads/2022/03/Low-tech.jpg> (abgerufen am 16.1. 2023)

Catalogue of possibilities, <https://www.possibilities.space/exhibition-entries/zuv-zero-emission-utility-vehicle> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Catalogue of possibilities, <https://www.possibilities.space/exhibition-entries/zuv-zero-emission-utility-vehicle> (abgerufen am 20. Dezember 2022; 15:22)

Club of Vienna, <http://www.clubofvienna.org/?event=ivan-illich-zur-aktualitat-seines-denkens> (abgerufen am 15. Dezember 2022)

EOOS NEXT, <https://eoosext.com/> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Fussverkehr Schweiz, <https://begegnungszonen.ch/category/best-practice/> (abgerufen am 22. Jänner)

Gedankenstrich.org, <https://gedankenstrich.org/wp-content/uploads/2014/11/Kurze-Einf%C3%BChrung-in-die-Multi-Level-Perspective.pdf> (abgerufen am 22. Jänner)

KanTe, Kollektiv für angepasste Technik, <https://kante.info/uber-uns/was-macht-kante-eigentlich/> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

KanTe, Kollektiv für angepasste Technik, https://kante.info/wp-content/uploads/2015/04/Artikel_LowTech_KanTe_homepage.pdf (abgerufen am 20. Dezember 2022)

KanTe, Kollektiv für angepasste Technik, <https://kante.info/> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Klimaaktiv, <https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/gehen/lehrgang-kommunale-fuszgaengerbeauftragte.html> (abgerufen am 14. Jänner 2023)

Low-Tech Magazine, <https://www.lowtechmagazine.com/> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Low-Tech Magazine, <https://www.lowtechmagazine.com/2014/05/modular-cargo-cycles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Low-Tech Magazine, <https://www.lowtechmagazine.com/2012/10/electric-velomobiles.html> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Low-Tech Magazine, <https://solar.lowtechmagazine.com/2011/12/the-chinese-wheelbarrow.html> (abgerufen am 21. Dezember 2022)

Low-Tech Magazine, <https://www.lowtechmagazine.com/2008/04/horses-agricult.html> (abgerufen am 21. Dezember 2022)

MAK, <https://mak.at/climatecare> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

MobiLab 2.0, <https://www.mobilab-ooe.at/> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Stadt Wien, <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/pdf/low-tech.pdf> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

VCÖ, https://vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/kreislaufwirtschaft-in-der-mobilitaet-umsetzen#anker_quellen_1 (abgerufen am 16. Jänner 2023)

VCÖ, <https://mobilitaetsprojekte.vcoe.at/zuv-zero-emission-utility-vehicle-2021> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

VCÖ, <https://www.vcoe.at/themen/sharing-und-neue-mobilitaetsangebote> (abgerufen am 22. Jänner 2023)

VCÖ, https://issuu.com/vcoe/docs/2018-03_vc_-publikation_sharing_und (abgerufen am 22. Jänner 2023)

Verkehrskonzept Hollabrunn,
https://www.hollabrunn.gv.at/gemeinden/user/31022_17/dokumente/verk_Verkehrskonzept2016.pdf (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Wikipedia, https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrrad#/media/Datei:15-07-12-Ciclistas-en-Mexico-RalfR-N3S_8973.jpg (abgerufen am 14. Jänner 2023)

Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Lastenfahrrad#/media/Datei:LongJohn11b.jpg> (abgerufen am 14. Jänner 2022)

Wikimedia,
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/Skateboarding_at_Mexico_City_-_Grind_-_029.JPG (abgerufen am 13. Jänner 2023)

Wirtschaftsagentur, <https://wirtschaftsagentur.at/creative-industries/wettbewerbe/creatives-for-vienna/praemierte-ideen/zuv-zero-emission-utility-vehicle-1421/> (abgerufen am 20. Dezember 2022)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: THG-Minderungspotenzial von Elektromobilität (PHEV, BEV) im Szenario WEM17 bzw. nach zusätzlichen Einführungsintensitäten.....	17
Abbildung 2: Treibhausgasemissionen je Fahrzeugkilometer in der Kompaktklasse II. (ICE – Verbrennungsmotor; HEV - Hybridelektrisch; PHEV -Plug-in-Hybrid; CNG – komprimiertes Erdgas; FCEV - Brennstoffzelle und Wasserstoffspeicher; BEV-Batterieelektrisch).....	18
Abbildung 3: Entwicklung des Personenverkehrs	19
Abbildung 4: Methodische Vorgehensweise (Eigene Darstellung)	22
Abbildung 5: Low-Tech Handlungsfelder und Innovationsziele (Eigene Darstellung)	23
Abbildung 6: Low-Tech Prinzipien, Lösungsstrategien und Anwendungsbeispiele (Eigene Darstellung)	25
Abbildung 7: Methodische Vorgehensweise der Nutzer:Inneneinbindung (Eigene Darstellung)	27
Abbildung 8: Methodische Vorgehensweise des integrierten Energiesystems (Eigene Darstellung) ..	28
Abbildung 9: Angebot eines Reallabors zur nachhaltigen Stakeholdereinbindung (Eigene Darstellung)	34
Abbildung 10: Gestaltung eines Reallabors zur nachhaltigen Stakeholdereinbindung (Eigene Darstellung)	34
Abbildung 11: Methoden zur nachhaltigen Stakeholdereinbindung (Eigene Darstellung)	35
Abbildung 12: Cluster - am Tabor	38
Abbildung 13: Cluster - Stadtbad Steyr	39
Abbildung 14: Cluster - Stadtsaal & Bildungscampus	40
Abbildung 15: Cluster - Volksfestgelände	41
Abbildung 16: Cluster Bahnhof	42
Abbildung 17: Weg zu einem 100% erneuerbaren Österreich (Eigene Darstellung)	44
Abbildung 18: Beispielhafte Umsetzung eines Nahwärmenetzes (Eigene Darstellung)	45
Abbildung 19: Schulcampus Hollabrunn (Rendering), Architekten Maurer&Partner ZT GmbH.....	46
Abbildung 20: Schulcampus Hollabrunn, GWP der Varianten Planung IST und Optimierung	46
Abbildung 21: Stadtbad Steyr, Ansicht von Nordost.....	47
Abbildung 22: Stadtbad Steyr, Ansicht von Süden (aus Richtung des Freibades).....	47
Abbildung 23: Stadtbad Steyr, GWP der Varianten Neubau, Sanierung konventionell, Sanierung ökologisch.....	48
Abbildung 24: Darstellung der Abhängigkeit zwischen dem Technologisierungsgrad verkehrlicher Systemkomponenten und der durchschnittlichen Reiseweite; Bewertung der Verkehrsmittel mittels exemplarischer Low-Tech-Indikatoren.....	52
Abbildung 25: Zu Fuß gehen.....	54
Abbildung 26: Ein klassisches Herren Touren-Rad	55
Abbildung 27: Skateboarding	56
Abbildung 28: Ein dänisches Lastenrad	57
Abbildung 29: Das ZUV im Vergleich zum herkömmlichen Auto	58
Abbildung 30: Das ZUV von der Seite und von Vorne	58

Abbildung 31: Two-wheeled XYZ Cargo Bike by N55	59
Abbildung 32: Three-wheeled XYZ Cargo Trike by N55 – 1.....	59
Abbildung 33: Three-wheeled XYZ Cargo Trike by N55 – 2.....	59
Abbildung 34: Das Elektro-Velomobil von vorne	60
Abbildung 35: Die chinesische Schubkarre - 1.....	61
Abbildung 36: Die chinesische Schubkarre - 2.....	61
Abbildung 37: Die chinesische Schubkarre - 3.....	61
Abbildung 38: Die chinesische Schubkarre - 4	62
Abbildung 39 Räumliche Allokationsparameter und Skalierungsgrößen, zur Verteilung der nationalen Einsparungs- und Ausbauziele auf Gemeindeebene.....	76
Abbildung 40 Räumliche Darstellung der Ausbauziele und Verbrauchsreduktionsziele, sowie des resultierenden differenzierten Zielwerts der Gemeinde-Energiebilanz in Abhängigkeit der lokalen Potentiale	76
Abbildung 41: Zielwerte Erneuerbarer Energieversorgung und Energiebedarfe je Bundesland.....	77
Abbildung 42 Energiebilanzen und Handlungsbedarfe Steyr.....	78
Abbildung 43 Energiebilanzen und Handlungsbedarfe Hollabrunn	78
Abbildung 44 Energiebilanzen und Handlungsbedarfe Gols.....	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Probleme der Regionen	36
Tabelle 2: Modellcluster	36
Tabelle 3: Musterlösungen Integriertes Energiesystem.....	42
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Ökokennzahlen von zwei Varianten	46
Tabelle 5: Gegenüberstellung der Ökokennzahlen von drei Varianten	48
Tabelle 6: Kriterien für Low-Tech im Mobilitätssystem	52
Tabelle 7: Legende zur Tabelle 8.....	63
Tabelle 8: Verknüpfung der Low-Tech-Kriterien und Verkehrsmittel.....	63
Tabelle 9: Legende zur Tabelle 10.....	64
Tabelle 10: Bewertung und Potenzialabschätzung ausgewählter verkehrspolitischer bzw. technologischer Maßnahmen auf die potenzielle förderliche oder hinderliche Wirkung für die Verkehrsmodi	64
Tabelle 11: Herausforderungen der drei Zielregionen im Bereich Wasser und die abgestimmte Auswahl an naturbasierten Modelllösungen	68
Tabelle 12: Potenziale und Modelllösungen für die Nutzung vorhandener biogener Reststoffe.....	69

Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung
APEE	Ausbaupotential der erneuerbaren Energietechnologien
Art.	Artikel
BEV	Elektrofahrzeug mit Batterie
BGBI.	Bundesgesetzblatt
CNG	Komprimiertes Erdgas
EEP	Endenergieeinsparungspotential
FCEV	Brennstoffzelle
GSG	Grünstattgrau
GU	Generalunternehmen
GWG	Gemeinnützigen Wohngenossenschaft
KMU	Klein- und Mittelgroße Unternehmen
LCA	Life Cycle Assessment (Lebenszyklus Ökobilanzierung)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NGO	Nichtregierungsorganisation
PHEV	Plug-In Hybrid
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas

