

KLIMUR – Klimaresilientes urbanes Ressourcenmanagement am Fallbeispiel Zukunftshof und Rothneusiedl

E. Gebetsroither-Geringer, R. Löffler,
S. Geier, T. Fink, M. Wirth, T. Vobruba,
H. Dolinšek, D. Podmirseg, M. Kaftan,
M. Jung, A. Gugumuck

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

6/2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

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

Autorinnen und Autoren:

Ernst Gebetsroither-Geringer, Theresa Fink, Martin Jung (AIT Austrian Institute of Technology)

Tamara Vobruba, Maria Wirth, Helen Dolinšek (alchemy-nova research & innovation gemeinnützige GmbH)

Roman Löffler, Stefan Geier (BOKU Wien, Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung)

Daniel Podmirseg, Martin Kaftan (vertical farm institute GmbH)

Andreas Gugumuck (Zukunftshof eG)

Wien, 2025

KLIMUR – Klimaresilientes urbanes Ressourcenmanagement am Fallbei- spiel Zukunftshof und Rothneusiedl

Dr. Ernst Gebetsroither-Geringer; Theresa Fink, MSc; Mag. Martin Jung
AIT Austrian Institute of Technology

Tamara Vobruba MSc., Maria Wirth MSc., Helen Dolinšek BSc.
alchemy-nova research & innovation gemeinnützige GmbH

DI Roman Löffler, DI Stefan Geier
BOKU Wien, Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung

Mag.arch.Dr.techn. Daniel Podmirseg, Dr. Martin Kaftan MSc.
vertical farm institute GmbH

Mag. Andreas Gugumuck
Zukunftshof eG

Wien, Februar 2023

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). 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 BMK publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	8
2	Abstract.....	10
3	Ausgangslage.....	12
4	Projekthalt.....	15
4.1	Visualisierung der Daten.....	16
4.2	Aktivierung der Stakeholder:innen	19
4.3	Analyse der Ressourcenströme	20
4.3.1	Untersuchungsgebiet Zukunftshof	20
4.3.2	Untersuchungsgebiet Rothneusiedl	23
5	Ergebnisse	26
5.1	Methodik.....	26
5.1.1	Exemplarische Ergebnisse für Ausbaustufe 3 am ZKH	27
5.1.2	Exemplarische Ergebnisse für Entwicklungsvarianten in Rothneusiedl	28
5.2	KPI-basierte integrative Bewertung der Szenarien.....	30
5.3	Finanzierungsstrategie.....	35
5.4	Roadmap	35
5.5	Relevanz für das Programm Stadt der Zukunft.....	37
6	Schlussfolgerungen	38
7	Ausblick und Empfehlungen	40
8	Verzeichnisse.....	42

1 Kurzfassung

Motivation und Forschungsfrage

Der Klimawandel und die damit verbundenen Folgen stellen eine der größten globalen Herausforderungen unserer Zeit dar (IPCC, 2018). Vor diesem Hintergrund kommt gerade Städten und der Kreislaufwirtschaft eine besondere Bedeutung zu. Ein Grund für die zögerliche Umsetzung von Maßnahmen zur Etablierung oder Stärkung der Kreislaufwirtschaft auf Stadtebene ist der Mangel an validierten Leitlinien und erprobten Methoden. In diesem Bereich gibt es grundlegende Forschungslücken, die von der Erhebung des Kreislaufpotenzials einer Region bis hin zu etwaigen Managementaspekten reichen (Levosio et al., 2020). Darüber hinaus besteht das Problem, dass es bisher keine Planungs- und Simulationswerkzeuge gibt, welche die komplexen Wechselwirkungen der Kreislaufwirtschaft auf Stadt- oder Stadtteilebene abbilden können.

Ausgangssituation/Status Quo

Das Sondierungsprojekt soll einen Beitrag zur Entwicklung resilienter klimaneutraler Stadtteile mit hoher Ressourcen- und Energieeffizienz, verstärkter Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie hoher Lebensqualität liefern. Weiters soll zur Optimierung und Anpassung der städtischen Infrastruktur und des Dienstleistungsangebots beigetragen werden.

Projekt-Inhalte und Zielsetzungen

Am Fallbeispiel Zukunftshof wurden die Möglichkeiten ausgelotet, wie aus einem alten Bauernhof ein Vorzeigeprojekt für innovative urbane Landwirtschaft und klimaresiliente Stadtentwicklung werden kann. Der Zukunftshof soll dabei der Startpunkt für ein nachhaltiges Energie- und Ressourcenkreislaufsystem im Wiener Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl werden.

KLIMUR entwickelte dazu eine Methodik und Instrumente, um die Planungs- und Entscheidungsprozesse für die Realisierung lokaler Ressourcenkreislaufwirtschaft (Energie, Lebensmittel, Wasser) und integrierter Stadtteil-Energiekonzepte zu begleiten.

Methodische Vorgehensweise

Für das Fallbeispiel Zukunftshof wurden neben den Energieflüssen (Wärme, Kälte und Strom) auch Ressourcenströme (Biomasse, Nährstoffe und Wasser) ermittelt, analysiert und simuliert.

Die dabei verwendeten multikriteriellen Analyse-, Optimierungs- und Bewertungsmodelle lassen Einschätzungen hinsichtlich ökologischer und energetischer Indikatoren zu und berücksichtigen wirtschaftliche Rahmenbedingungen der Realisierungsvarianten.

Dabei wurden die teils in Konflikt stehenden Ziele dargestellt und in den Planungs- und Abstimmungsprozess mit den Stakeholder:innen diskutiert. Daraus wurden mögliche Entwicklungsszenarien im Quartiersmaßstab für das Demonstrationsprojekt Zukunftshof sowie für den Stadtteil Rothneusiedl abgeleitet.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes KLIMUR wurde eine Methodik für qualitative und quantitative raumzeitliche Analysen zur Umsetzung des Zukunftshofentwicklungskonzepts entwickelt, mit dem Ziel eine fundierte Basis für Realisierungsentscheidungen während des Planungs- und Umsetzungsprozesses zu erhalten. Ein Instrument dabei ist der KLIMUR-Analyzer, eine WebGIS-Applikation, die zur Datenvisualisierung, Analyse sowie zur partizipativen Erhebung und Bewertung genutzt wird. Zudem wurden verschiedene Entwicklungsszenarien für den Zukunftshof erarbeitet, die mögliche Wechselwirkungen mit dem zukünftigen Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl aufzeigen. Ergänzend dazu wurden Finanzierungsstrategien zur Umsetzung des Demonstrationsprojekts abgeleitet. Abschließend wurde eine Roadmap erstellt, die konkrete Schritte für die Umsetzung der Entwicklungsszenarien am Zukunftshof definiert.

Schlussfolgerungen

Die entwickelte Methodik stellt die Planung, Evaluierung und den Betrieb dar. Dieses digitale Planungsframework ermöglicht die gezielte Einbindung von Stakeholder:innen in Form von partizipativen Prozessen bereits in frühen Projektphasen, damit deren Bedürfnisse und Wünsche einfließen können. Die holistische Bewertung der Szenarien unterstützt Entscheidungsträger:innen mit einer faktenbasierten Grundlage in Diskussionen und Entscheidungen.

Die Methodenentwicklung und die Diskussionen mit den Stakeholder:innen haben die Herausforderungen für die Umsetzung einer lokalen Kreislaufwirtschaft klar aufgezeigt. Zum einen waren Daten nicht bzw. in sehr unterschiedlicher Qualität und Auflösung vorhanden, wodurch eine Abschätzung der Wechselwirkungen in hoher zeitlicher Auflösung erschwert wurde. Für ein ökologisch und auch ökonomisch nachhaltiges Kreislaufwirtschaftssystem ist eine genaue Betrachtung der Ressourcenströme jedoch von hoher Bedeutung.

Ausblick

Während des Sondierungsprojektes wurden mit verschiedenen Stakeholder:innen die mögliche Anwendung und notwendigen Erweiterungen diskutiert, derzeit wird an einem Folgeprojekt gearbeitet.

2 Abstract

Motivation and research question

Climate change and the associated consequences represent one of the greatest global challenges of our time (IPCC, 2018). Against this background, cities and the circular economy are of particular importance. One reason for the hesitant implementation of measures to establish or strengthen the circular economy at city level is the lack of validated guidelines and proven methods. There are fundamental research gaps in this area, ranging from the survey of the circular potential of a region to any management aspects (Levosio et al., 2020). Furthermore, there is the problem that there are no planning and simulation tools yet that can map the complex interactions of the circular economy at the city or district level.

Initial situation/status quo

The exploratory project is intended to contribute to the development of resilient climate-neutral urban districts with high resource and energy efficiency, increased use of renewable energy sources and a high quality of life. Furthermore, it will contribute to the optimization and adaptation of urban infrastructure and services.

Project contents and objectives

The case study Zukunftshof was used to explore the possibilities of turning an old farm into a showcase project for innovative urban agriculture and climate-sensitive urban development. The Zukunftshof is to become the starting point for a sustainable energy and resource cycle system in Vienna's Rothneusiedl urban development area.

For this purpose, KLIMUR developed a methodology and instruments to accompany the planning and decision-making processes for the realization of local resource cycle management (energy, nutrients, water) and integrated district energy concepts.

Methodical procedure

For the Zukunftshof case study, resource flows (biomass, nutrients and water) were determined, analyzed and simulated in addition to energy flows (heating, cooling and electricity).

The multi-criteria analysis, optimization and evaluation models used allow assessments of ecological and energy indicators and take into account the economic framework conditions of the implementation variants.

The partly conflicting goals were presented and discussed in the planning and coordination process with the stakeholders. From this, possible development scenarios on a neighborhood scale were derived for a future Zukunftshof demonstration project and for the Rothneusiedl district.

Results

As part of the KLIMUR project, a methodology for qualitative and quantitative spatio-temporal analyses for the implementation of the “Zukunftshof” development concept was developed with the aim of obtaining a sound basis for realization decisions during the planning and implementation process. One of the tools used is the KLIMUR-Analyzer, a WebGIS application that is used for data visualization, analysis and participatory collection and evaluation. In addition, various development scenarios were developed for the Zukunftshof, which show possible interactions with the future Rothneusiedl urban development area. In addition, financing strategies for the realization of the demonstration project were derived. Finally, a roadmap was drawn up that defines concrete steps for the implementation of the development scenarios at the Zukunftshof.

Conclusions

The developed methodology supports planning, evaluation and operation. This digital planning framework enables the targeted involvement of stakeholders in the form of participatory processes already in early project phases, so that their needs and wishes can be taken into account. The holistic evaluation of the scenarios supports decision-makers with a fact-based foundation in discussions and decisions.

The method development and the discussions with the stakeholders clearly showed the challenges for the implementation of a local circular economy. On the one hand, data was not available or was available in very different quality and resolution, which made it difficult to assess interactions in high temporal resolution. For an ecologically and economically sustainable circular economic system, however, a precise consideration of resource flows is of great importance.

Outlook

During the exploratory project, the possible application and necessary extensions of the developed method were discussed with various stakeholders, and a follow-up project is currently being worked on.

3 Ausgangslage

Der Klimawandel und die damit verbundenen Folgen stellen eine der größten globalen Herausforderungen unserer Zeit dar (IPCC, 2018). Vor diesem Hintergrund kommt gerade Städten eine besondere Bedeutung zu. Einerseits sind sie für etwa drei Viertel des weltweiten Energieverbrauchs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen verantwortlich (Gouldson et al., 2015) und damit ein wesentlicher Hebel zur Minderung des Klimawandels. Andererseits sind Städte aufgrund ihrer hohen Siedlungsdichte besonders anfällig für Auswirkungen des Klimawandels wie Hitzestress (Chapman et al., 2017) und Starkregenereignisse (Arnbjerg et al., 2013) und bedürfen daher umfassender Strategien zur Klimawandelanpassung.

Während in den letzten Jahrzehnten auf dem Gebiet der Steigerung der Energieeffizienz und der Integration erneuerbarer Energiequellen im Hinblick auf die Minderung des Klimawandels große Fortschritte erzielt wurden (Economidou et al., 2020), stecken Aspekte der Anpassung an den Klimawandel in Großstädten noch in den Kinderschuhen (Araos et al., 2016). Ausgehend von einer kombinierten Betrachtung der Aspekte Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel gewinnt der Übergang von einem linearen "take-make-dispose"-Ansatz zu einem Kreislaufmodell oder einer Kreislaufwirtschaft zunehmend an Bedeutung (Prendeville et al., 2018). Auf der Ebene von Produkten und Unternehmen ist dieser Ansatz bereits weitgehend etabliert (Bakker et al., 2014). In größerem Maßstab, z.B. auf der Ebene von Stadtteilen, werden Synergien, die sich aus einer ganzheitlichen Betrachtung der Ressourcenströme (Energie, Wasser, Lebensmittel, Materialien und Abfälle) und dem Einsatz von naturbasierten Lösungen ergeben können, bisher jedoch nicht ausreichend berücksichtigt (Stefanakis et al., 2021). Dadurch bleiben die vorhandenen Potenziale (Seto et al., 2010), insbesondere in städtischen Ballungsräumen, zur Valorisierung von Ressourcen wie Biomasse oder Abwasser durch Schließung von Kreisläufen anstelle einer energieintensiven zentralen Behandlung weitgehend ungenutzt.

Ein Grund für die zögerliche Umsetzung von Maßnahmen zur Etablierung oder Stärkung der Kreislaufwirtschaft auf Stadtebene ist der Mangel an validierten Leitlinien und erprobten Methoden. In diesem Bereich gibt es grundlegende Forschungslücken, die von der Erhebung des Kreislaufpotenzials einer Region bis hin zu etwaigen Managementaspekten reichen (Levoso et al., 2020). Darüber hinaus besteht das Problem, dass es bisher keine Planungs- und Simulationswerkzeuge gibt, welche die komplexen Wechselwirkungen der Kreislaufwirtschaft auf Stadt- oder Stadtteilebene abbilden können.

In den letzten Jahren hat die fortschreitende Anwendung von computergestützten Entwurfssystemen in städtebaulichen Entwurfspraktiken eine noch nie dagewesene und ganzheitliche Erkundung eines physischen Raums ermöglicht. Eine neue Art der digitalen Modellierung revolutioniert den Planungsprozess und die Methode, wie städtische Umgebungen entworfen werden können. Entgegen dem konventionellen Zugang, einzelne Entwurfslösungen zu erarbeiten, ist ein parametrisches Modell in der Lage, unzählige Entwurfsiterationen zu erzeugen, die jederzeit bedarfsorientiert geändert, untersucht und bewertet werden können. Dadurch können eine hohe Transparenz und Zeitersparnis von Planungsprozessen erzielt und nutzerorientierte Ergebnisse in Szenarien entwickelt werden (Fink, 2018; Koenig et al., 2020).

Städten kommt bei der Energiewende und der angestrebten Klimaneutralität eine besondere Rolle zu. Zum einen nimmt die Urbanisierung weiter zu, zum anderen bestehen gerade in urbanen Ballungsräumen aufgrund der vorhandenen bzw. geplanten Dichte und Nutzungsmischungen große Potenziale für nachhaltige Energie- und Kreislaufwirtschaftslösungen. Zudem sind die Einflüsse des Klimawandels und die notwendigen Anpassungen im urbanen Raum besonders stark spürbar (z.B. Hitzeinseln). Zusätzlich zur Betrachtung von Energieströmen sollten für einen nötigen Paradigmenwechsel und einen ganzheitlichen Ansatz auch unterschiedliche Ressourcenströme, wie Wasser, Abwasser und Biomasse mit einbezogen werden. Speziell Städte und der urbane Raum produzieren sehr viel Biomasse und Abwasser, Ressourcen, welche im Moment nicht genutzt werden, sondern unter hohem Energieeinsatz zentralisiert behandelt und nur zu geringem Anteil wiederverwertet werden. Hier bieten dezentrale und naturbasierte Lösungen einen wichtigen Beitrag zur Schließung von Kreisläufen und der damit verbundenen Valorisierung von Ressourcen.

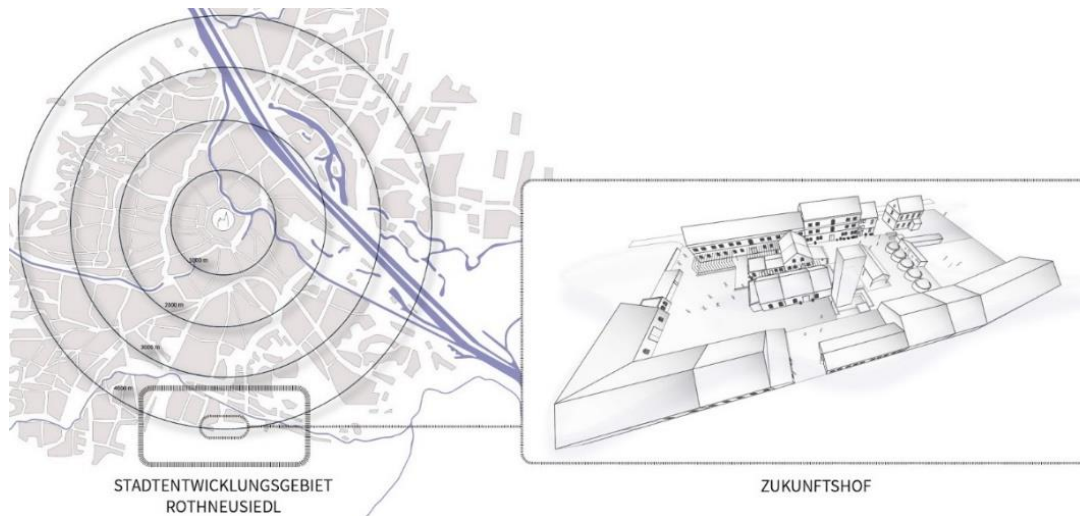
Im Gebäudebereich wurden in den letzten Jahren große Erfolge hinsichtlich Energieeffizienz und Integration von erneuerbaren Energieträgern erreicht. Aufbauend darauf gilt es nun die Weichen für ein Energiesystem der Zukunft zu stellen, welches langfristig die Grundlagen für die Dekarbonisierung des Energiesystems bereitstellt. Dazu ist es notwendig in die Infrastrukturplanung, im speziellen von Versorgungsinfrastruktur, steuernd und koordinierend einzugreifen.

Die Entwicklung von sogenannten Stadtteil-Energiekonzepten als energieraumplanerisches Instrument bietet die Möglichkeit, private, betriebliche und hoheitliche Planungen, welche das Energiesystem betreffen, zusammenzuführen und aufeinander abzustimmen. Eine besondere Schwierigkeit bei der Erarbeitung von Stadtteil-Energiekonzepten liegt in den großen Unsicherheiten und Lücken bei den Annahmen der Eingangsparameter aufgrund der unterschiedlichen Planungsprozesse in der Raum-, Energie- und Infrastrukturplanung. Während im Bereich Wohnen die Eingangsparameter eindeutig abzuleiten sind, sind in anderen Nutzungsbereichen wie Büro, Gewerbe und Industrie die Parameter und Nutzungsanforderungen erheblich unterschiedlicher und individueller und somit schwieriger in Planungsprozesse zu integrieren.

Die Mitbetrachtung von Ressourcenströmen und der übergeordnete Paradigmenwechsel von einem linearen "take-make-dispose"-Ansatz zu einem Kreislaufmodell bzw. einer Kreislaufwirtschaft werden angesichts von aktuellen Entwicklungen (Stichworte Resilienz, Klimakrise, Artensterben etc.) immer notwendiger. Durch den Einsatz von naturbasierten Lösungen sowie (peri-)urbaner Landwirtschaft ergeben sich außerdem positive Auswirkungen auf das Mikroklima (Vermeidung von Hitzeinseln), Biodiversität, lokale Lebensmittelversorgung und Verbesserung der Lebensqualität im Allgemeinen.

Das Objekt der Untersuchung von KLIMUR ist der Zukunftshof, ehemals Haschahof, im Eigentum des wohnfonds_wien bzw. der Ableitungen der Ergebnisse auf dessen Skalierungspotenzial für das Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl.

Abbildung 1: Lage des Zukunftshofs ©vfi



Projektziele

Am Fallbeispiel Zukunftshof sollen die Möglichkeiten ausgelotet werden, wie aus einem alten Bauernhof ein Vorzeigeprojekt für innovative urbane Landwirtschaft und klimaresiliente Kreislaufwirtschaft werden kann. Der Zukunftshof soll der Startpunkt für ein nachhaltiges Energie- und Ressourcenkreislaufsystem für das Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl im Süden Wiens werden.

KLIMUR entwickelt dazu die **Methodik und Instrumente**, um die Planungs- und Entscheidungsprozesse für die Realisierung lokaler Ressourcenkreislaufwirtschaft (Energie, Lebensmittel, Wasser) und integrierter Stadtteil-Energiekonzepte zu begleiten. Neben den Energieflüssen (Wärme, Kälte und Strom) wurden auch Ressourcenströme (Biomasse, Nährstoffe und Wasser) am Zukunftshof ermittelt, analysiert und simuliert.

Die dabei verwendeten multikriteriellen Optimierungs- und Bewertungsmodelle lassen Einschätzungen hinsichtlich ökologischer und energetischer Indikatoren zu und berücksichtigen die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Realisierungsvarianten.

Dabei sollen, die teils in Konflikt stehenden Ziele dargestellt und in den Planungs- und Abstimmungsprozess mit Stakeholder:innen diskutiert werden. Daraus werden mögliche Entwicklungsszenarien für den Zukunftshof und für den Stadtteil Rothneusiedl abgeleitet.

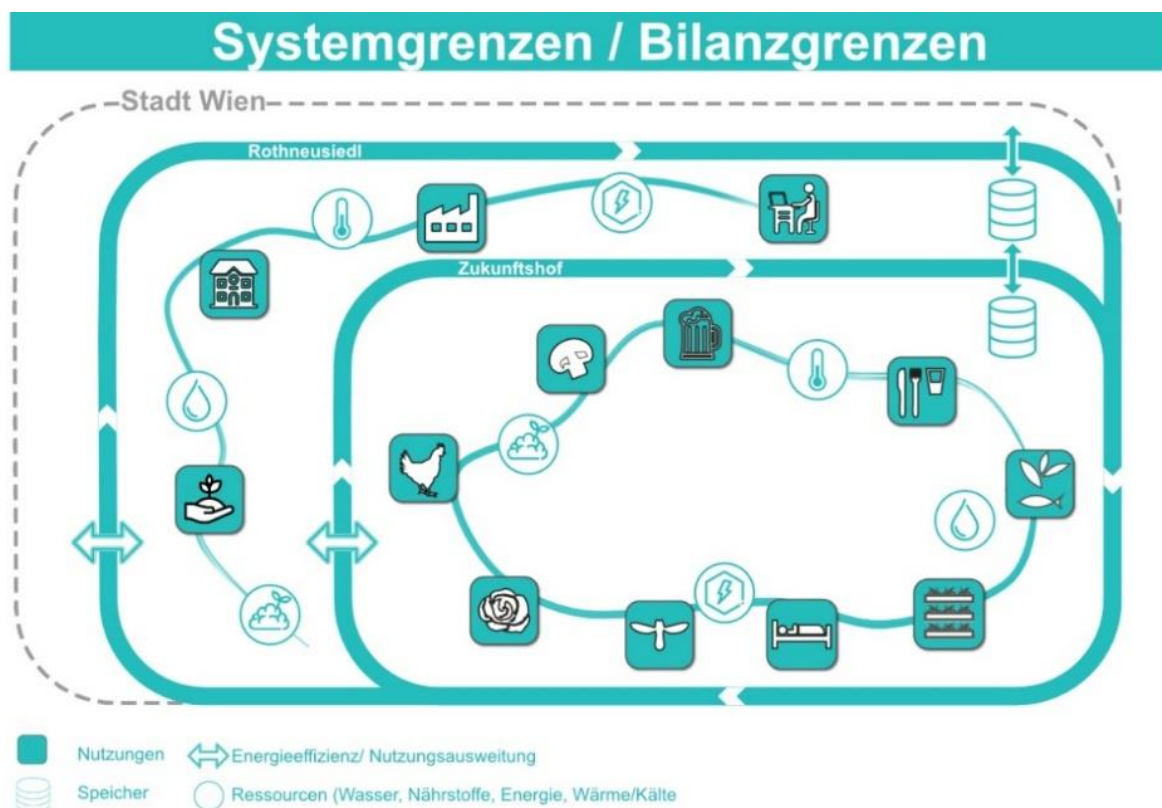
Erwartete Projektergebnisse:

- Methodik für qualitative und quantitative raumzeitliche Analysen zur Umsetzung des Zukunftshofentwicklungskonzepts, mit dem Ziel eine fundierte Basis für Realisierungsentscheidungen während des Planungs- und Umsetzungsprozesses zu erhalten.
- Abschätzungen möglicher Entwicklungsszenarien für den Zukunftshof und deren Wechselwirkungen mit den zukünftigen Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl.
- Finanzierungsstrategien zur Realisierung des Demonstrationsprojektes.
- Eine Roadmap für die Umsetzung der Entwicklungsszenarien am Zukunftshof.

4 Projektinhalt

Die Grundlage für die Entwicklung der neuen Methodik war dabei die Erhebung und Analyse der für das Untersuchungsgebiet relevanten Rahmenbedingungen und Daten, die für die weiteren Arbeiten im Projekt verwendet wurden. Aufgrund der Tatsache, dass die allgemeinen Voraussetzungen, die Verfügbarkeit von Daten sowie deren zeitliche und räumliche Auflösung je nach Betrachtungsmaßstab variieren, wurden in einem ersten Arbeitsschritt Systemgrenzen definiert, die für die Recherche sowie die weitere Projektarbeit und Bilanzierung verwendet wurden (Abbildung 2). Es handelt sich dabei einerseits um den Zukunftshof, das Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl sowie die Teile des Süden Wiens bzw. Niederösterreichs, in die das Stadtentwicklungsgebiet eingebettet ist.

Abbildung 2: System- und Bilanzgrenzen für Ressourcenströme am Zukunftshof und im Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl © KLIMUR



Der Zukunftshof (ZKH) ist ein Projekt zur Neubelebung des ehemaligen Haschahofs, dem letzten Vierkanthof in Wien. Aus einem Wettbewerb mit zweistufigen Auswahlverfahren resultiert ein neues Nutzungskonzept im Rahmen eines 25-jährigen Nutzungsvertrags für das Areal. Ziel des Siegerprojekts „Zukunftshof – Stadt Land Wirtschaft“ ist es, ein urbanes Landwirtschaftskonzept für den historischen Vierkanthof zu entwickeln, das unterschiedliche urbane Landwirtschaftsformen umfasst. In diesem Kapitel werden die strukturellen und nutzungsbezogenen Grundlagen und Voraussetzungen dokumentiert, die das Potenzial der Kreislaufwirtschaft im Zukunftshof beeinflussen.

Neben der Erhebung der Daten für den Zukunftshof wurde auch für das Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl eine Recherche zu den verfügbaren Daten und Informationen durchgeführt.

4.1 Visualisierung der Daten

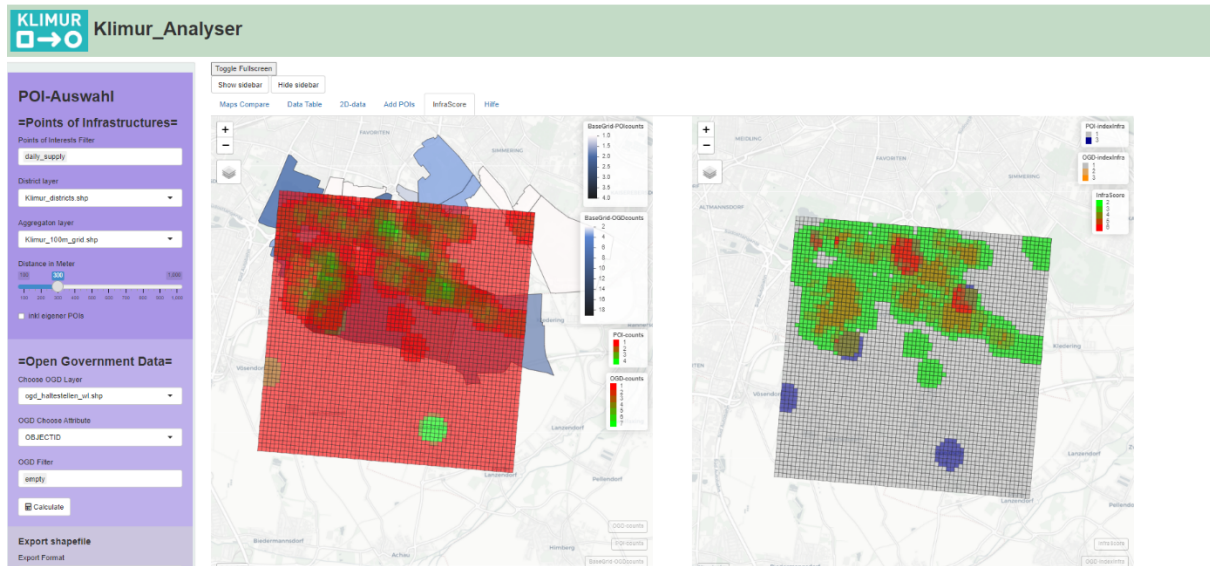
Für KLIMUR wurde eine WebGIS-Anwendung, der sogenannte KLIMUR-Analyser entwickelt, der es zum einen ermöglicht, die erhobenen GIS Daten darzustellen und zu analysieren, zum anderen aber auch, interaktiv in einem Co-Creation-Prozess mit Stakeholder:innen Daten zu erheben. Der Analyser besteht dabei aus drei Teilen, zunächst der vergleichenden Darstellung verschiedener räumlicher Daten (1), siehe Abbildung 3.

Abbildung 3: KLIMUR Analyser Screenshot des Kartenvergleiches (z.B. Schulen lt. OGD links vs. Attribute der Amenity lt. OSM rechts) ©AIT



Zudem bietet der Analyser (2) die Möglichkeit, die derzeitige Verfügbarkeit von Infrastrukturmerkmalen zu analysieren, siehe dazu Abbildung 4.

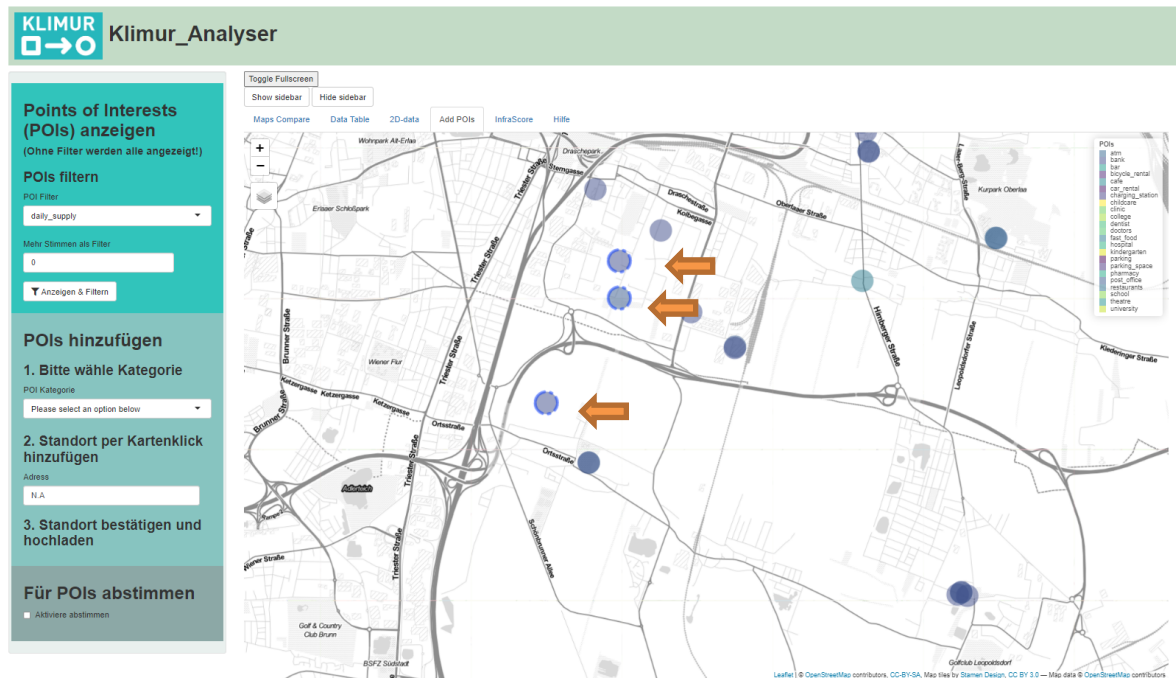
Abbildung 4: KLIMUR Analyser Screenshot der Infrastrukturanalyse (z.B. „daily supply“-Infrastruktur lt. OSM und deren Erreichbarkeit mit ÖFFI-Haltestellen) ©AIT



Da es für ein derartig großes Neubaugebiet (ca. 124 ha) wichtig ist, auch die zukünftige Infrastruktur erheben zu können, wurde im Rahmen des KLIMUR Projektes eine Möglichkeit entwickelt (3), um partizipativ (gemeinsam mit Stakeholder:innen) zusätzliche Infrastrukturmerkmale zu platzieren. Die folgende Abbildung 5 zeigt dazu exemplarisch zusätzliche Points of Interests (POIs) der Kategorie `daily_supply`¹.

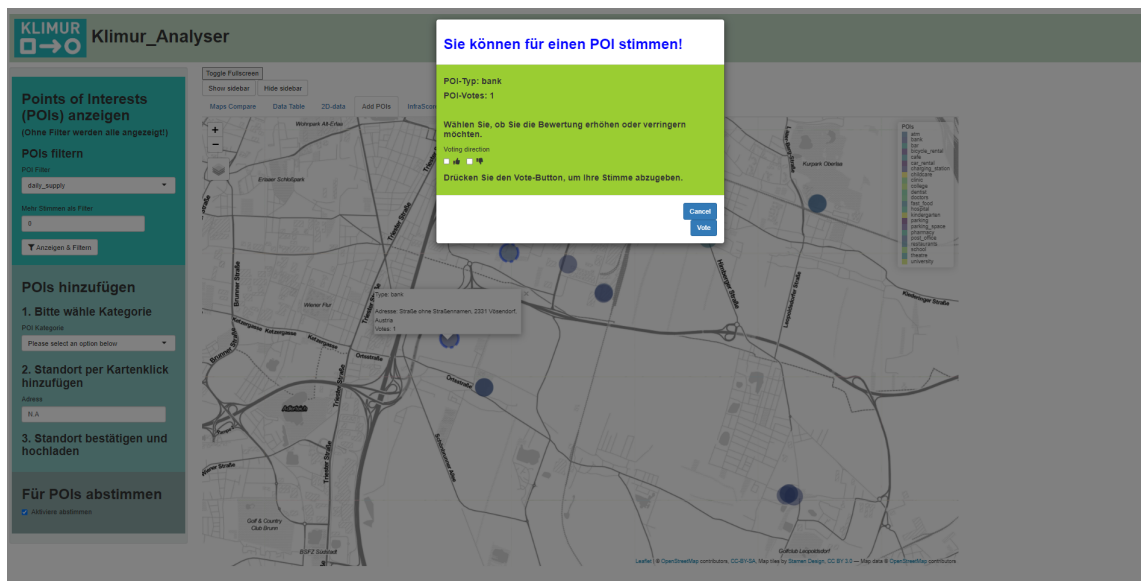
¹ `daily_supply` steht für die OSM Kategorien ("bank", "post_office", "atm", "restaurants" und "fast_food").

Abbildung 5: KLIMUR Analyser Screenshot der Infrastrukturbedarfserhebung selbst gesetzter Pols (z.B. daily_supply Infrastruktur lt. OSM sowie den selbst platzierten „points of interest“, dargestellt als blau strichliert umrahmte Kreise) ©AIT



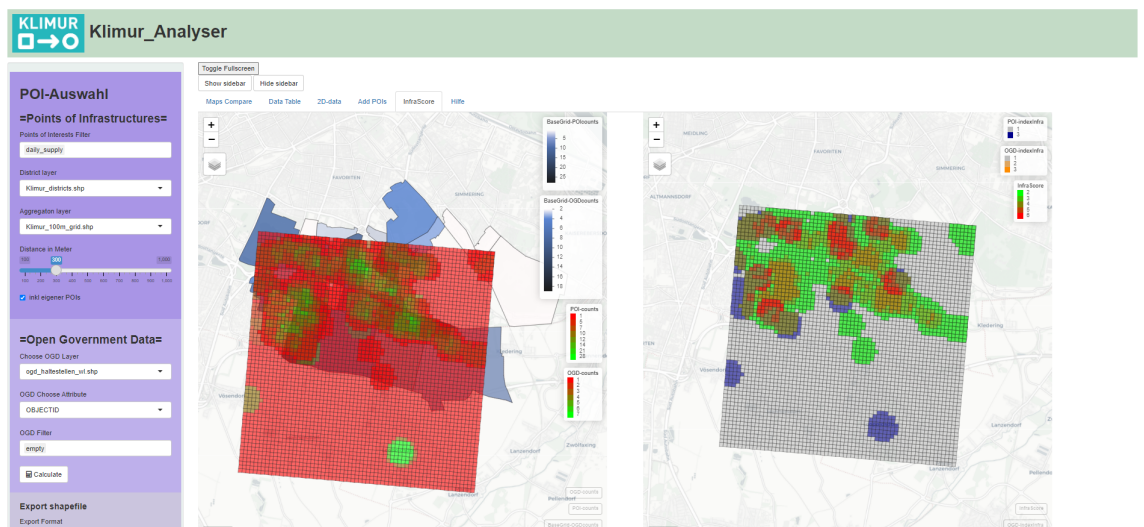
Der KLIMUR-Analyser bietet dazu auch die Möglichkeit, die einzelnen Infrastrukturmerkmale zu bewerten, womit eine rein quantitative Analyse mit qualitativen Aspekten wie einer Bewertung der Bevölkerung kombiniert werden kann.

Abbildung 6: KLIMUR Analyser Screenshot der Bewertungsinfrastruktur ©AIT



Mit diesen zukünftigen Infrastrukturmerkmalen lassen sich in weiterer Folge Erreichbarkeitsanalysen durchführen (vergleiche dazu auch Abbildung 4).

Abbildung 7: KLIMUR Analyzer Screenshot der Infrastrukturanalyse, inklusive selbst gesetzter „points of interest“ (z.B. daily_supply Infrastruktur lt. OSM sowie den selbst gesetzten und deren Erreichbarkeit mit ÖFFI-Haltestellen) ©AIT



4.2 Aktivierung der Stakeholder:innen

Um mögliche Stakeholder:innen im Wirkungsbereich des Projektgebiets zu identifizieren, wurden drei Schritte vollzogen. In einem ersten Schritt wurde ein Stakeholder:innen-Mapping möglicher Akteur:innen angefertigt. Anschließend wurden diese analysiert, um passende Kommunikationswege und Involvierungsmöglichkeiten zu erkennen. In einem dritten Schritt wurde ein Stakeholder:innen-Netzwerk aufgebaut, welches einen produktiven Austausch zwischen den Projektbeteiligten und außenstehenden Entscheidungs- und Wissensträger:innen ermöglichen sollte.

Die Interaktionsmethoden waren Interviews und Fragebögen, informeller Austausch, Präsentationen und Informationstreffen, sowie Beteiligung an lokalen Veranstaltungen, Konferenzen und Workshops. Im Laufe des Projekts wurde so Kontakt mit den identifizierten Stakeholder:innen der Stadt Wien, des Stadtentwicklungsgebiets Rothneusiedl und des Zukunftshofs, sowie mit Wissensträger:innen im Bereich Technologie und Innovation aufgenommen. Verwertbare Ergebnisse aus diesen Interaktionen wurden in die Entwicklung und Validierung der Planungsziele sowie Entwicklungsszenarien integriert.

Um die Stakeholder:innen innerhalb des Projektgebiets und insbesondere des Zukunftshofs zu aktivieren, wurde aktiv auf die Vernetzung mit den Mitgliedern des Vereins Zukunftsraum Rothneusiedl & Zukunftshof Betriebs GmbH und der Genossenschaft Zukunftshof eG gesetzt.

Um den Austausch mit der Stadt Wien aufzubauen, wurde das Projekt bei den Abteilungen Stadtteilplanung und Flächenwidmung (MA 21A), Stadtentwicklung und Stadtplanung (MA 18) sowie der Bereichsleitung für Klimaangelegenheiten vorgestellt. Zudem konnten im Rahmen der Veranstaltungen der Zukunftstafel die Abteilungen Umweltschutz (MA 22) und die Abteilung Klima, Forst- und Landwirtschaftsbetrieb (MA 49) für einen Austausch erreicht werden.

4.3 Analyse der Ressourcenströme

Im Folgenden werden einige der wichtigsten Ressourcenströme für den Zukunftshof sowie Rothneusiedl diskutiert.

4.3.1 Untersuchungsgebiet Zukunftshof

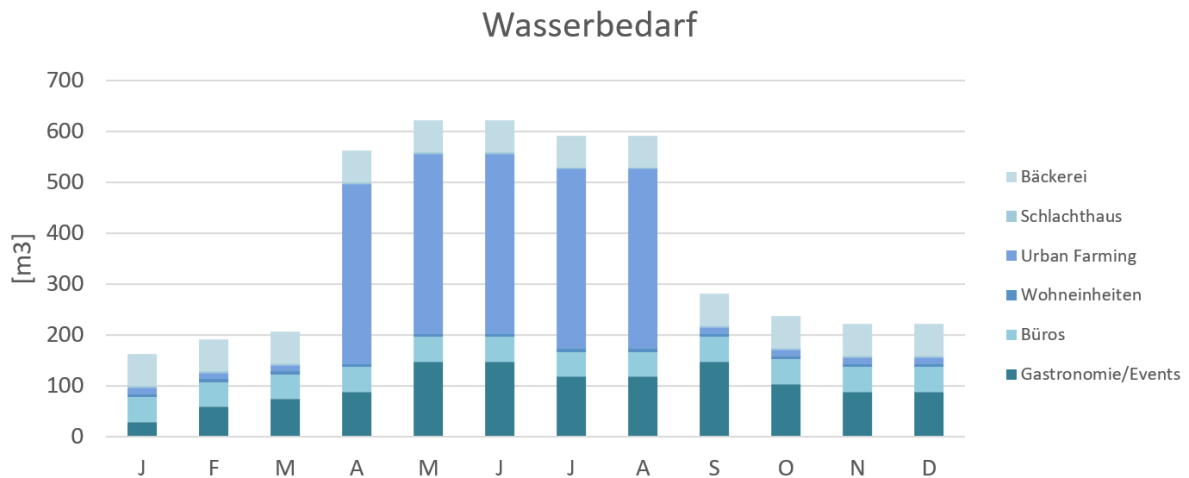
Das Funktions- und Raumprogramm des Zukunftshofs setzt auf die Verdichtung und Vertikalisierung urbaner Lebensmittelproduktion. Ziel ist es, auf 10.000 m² Grundfläche sowie 7.400 m² Bruttogeschoßfläche etablierte und zukunftsweisende Lebensmittelproduktionsarten zu integrieren, um neben einem genossenschaftlichen „shared facility“-Prinzip die Wirtschaftlichkeit urbaner Lebensmittelproduktion darzustellen und weiterzuentwickeln, sowie Skalierungspotenziale aus der Praxis für künftige Stadtentwicklungsgebiete ableiten zu können. „Urban farming“ wird als viertes Prinzip des Smart-City-Gedankens angeführt und soll am Zukunftshof etabliert werden.

Zur Analyse des Zukunftshofs wurden die vorkommenden Materialien und Konstruktionen wie Keramikziegel, Dachziegel und Holzkonstruktionen etc. erhoben.

Zur Erhebung der Ressourcenströme wurden aufbauend auf dem Nutzungskonzept des Zukunftshofes die wesentlichen Stoffströme, wie Abwasserproduktion, Wasserbedarf, organischer Abfall aus Gastronomie und Landwirtschaft, sowie landwirtschaftliche Produkte und Nährstoffe erfasst. Neben den personenbezogenen Stoffströmen (z.B. Abwasseranfall), welche aus der Nutzung der Gastronomie-, Veranstaltungs- und Büroräumlichkeiten resultieren, sind vor allem die landwirtschaftlichen Produktionsstätten und Lebensmittelverarbeitungsanlagen von besonderem Interesse. Es wurden monatliche Werte im Jahresverlauf erhoben, um seasonspezifische Besonderheiten abbilden zu können.

Die Wasserströme sind in Abbildung 8 exemplarisch dargestellt.

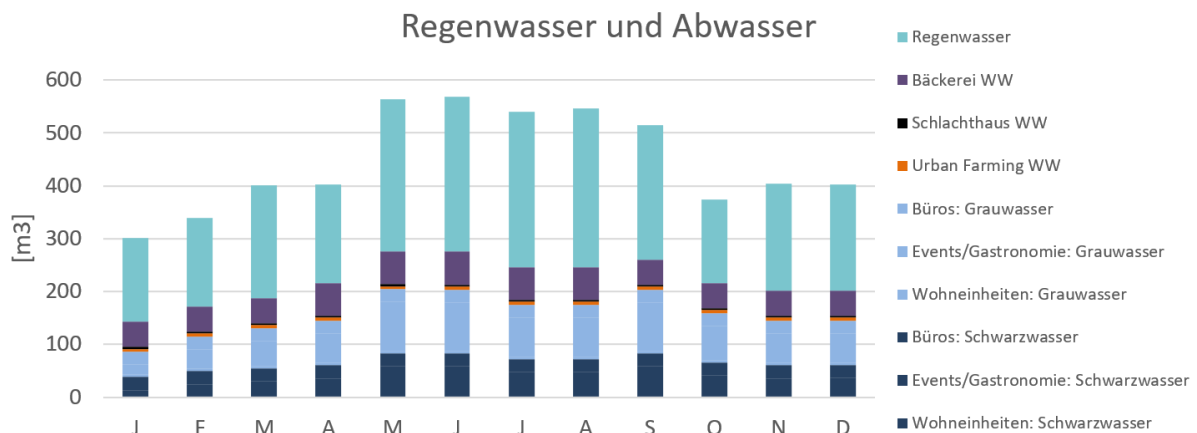
Abbildung 8: Erwarteter Wasserbedarf nach Nutzungskategorien im jährlichen Verlauf auf Basis des Nutzungskonzepts



Im jährlichen Verlauf sind die Bedarfsspitzen in der landwirtschaftlichen Produktion (Freiland) im Sommer erkennbar.

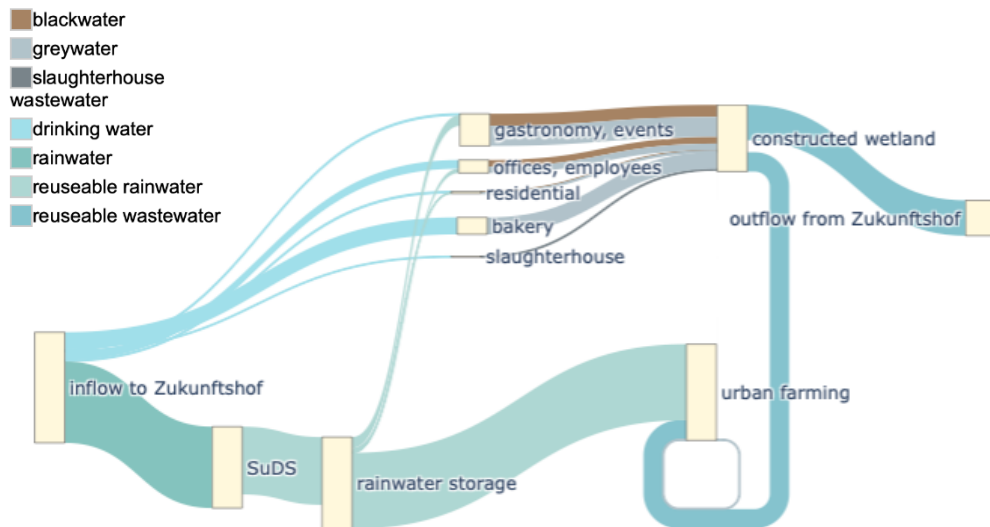
Bei der Erarbeitung der Entwicklungsszenarien wurde untersucht, inwiefern die Brauchwassermengen durch wiederverwendbares Regen- oder Abwasser ersetzt werden können.

Abbildung 9: Erwartete Mengen an Regen- und Abwasser nach Nutzungskategorien im jährlichen Verlauf auf Basis des Nutzungskonzepts



Die identifizierten Stoffströme (Wasser, Nährstoffe und Biomasse) bilden die Basis für die Erstellung und Optimierung potenzieller Entwicklungsszenarien zur Schließung der Wasser- und Nährstoffkreisläufe. So kann z.B. mittels einer Pflanzenkläranlage („constructed wetland“) Abwasser aufbereitet werden, um es wieder in der Landwirtschaft einsetzen zu können (siehe Abbildung 10 Fluss von constructed wetland zu „urban farming“). Dabei werden die Ressourcenströme für jedes Monat getrennt berechnet, um den Wasserbedarf und die Abwasserproduktion monatlich bilanzieren zu können.

Abbildung 10: Wasserstrom am Zukunftshof (© KLIMUR)



Szenarienentwicklung für den Zukunftshof

Um einen Rahmen und eine Zielmatrix für die Auswertungen der Parameter aufbauen zu können, wurden unterschiedliche qualitative Szenarien erarbeitet, ausformuliert und mit den Produzent:innen am Zukunftshof abgestimmt. Die drei Szenarien sind so gewählt, dass diese aufeinander aufbauend angewendet und erweitert werden können. Sie bieten so die Grundlage für die Umsetzung unterschiedlich intensiver Produktionsprozesse und Ressourcennutzungen, je nach bestehenden finanziellen Rahmenbedingungen und angepasst an die Umsetzungsphasen des neuen Stadtteils.

Ausbaustufe 1: "low tech"-Lösungen und Fokus auf Regenwassermanagement

Der Fokus in der Ausbaustufe 1 liegt auf kosteneffizienten und einfachen Lösungen, die wenig technischen Umbau bzw. Aufwand erfordern. Es soll das Regenwassermanagement optimiert werden, um einen möglichst hohen Anteil des Brauchwasserbedarfs am Zukunftshof zu decken. Zur Nährstoffrückgewinnung sollen organische Abfälle kompostiert werden, um einen Anteil des Nährstoffbedarfs in der lokalen Landwirtschaft zu decken.

Ausbaustufe 2: Bedarfsdeckung für lokale Lebensmittelproduktion am ZKH

Durch naturbasierte und kreislauffähige Lösungen soll der Wasser- und Nährstoffbedarf gänzlich gedeckt werden. Es werden einfache und kostengünstige Lösungen bevorzugt. Potenzielle Überschüsse können in der umliegenden Landwirtschaft zur Bewässerung und Düngung verwendet werden.

Ausbaustufe 3: Maximierung der Ressourcenrückgewinnung

Hier soll das volle Potenzial zur dezentralen Wasser- und Nährstoffrückgewinnung ausgeschöpft werden, indem alle anfallenden organischen Abfälle und das gesamte Abwasser rückgeführt werden. Dabei werden naturbasierte kreislauffähige Lösungen erarbeitet, die den Wasser- und Nährstoffbedarf am Zukunftshof gänzlich decken. Etwaige Überschüsse sollen zur Erweiterung der Anbauflächen bzw. der Bewässerung und Düngung der umliegenden Landwirtschaft verwendet werden.

4.3.2 Untersuchungsgebiet Rothneusiedl

Im Zuge eines dialogorientierten Planungsprozesses wurden seit 2019 in einer Reihe von Workshops unter breiter Beteiligung von Bürger:innen und Stakeholder:innen konkrete qualitativ und quantitativ formulierte Ziele für die zukünftige Stadtentwicklung in Rothneusiedl definiert und in der "Charta Rothneusiedl" dokumentiert. Die Charta Rothneusiedl ist im Strukturkonzept Rothneusiedl festgehalten [MA21 A1, 2021] und soll den neuen Stadtteil zu einem Modellprojekt für eine auf die Anpassung an den Klimawandel und den Klimaschutz ausgerichtete Stadtentwicklung machen. Zu diesem Zweck formuliert sie in neun verschiedenen Themenfeldern Anforderungen für eine klimafreundliche Entwicklung. Die Zielsetzungen umfassen Siedlungsentwicklung, Mobilität, Grün- und Freiflächen sowie die Versorgung mit Infrastruktur mit besonderem Fokus auf Klimawandelanpassung und Klimaschutz.

Für KLIMUR wurden aus wesentlichen quantitativen und qualitativen Vorgaben, die aus dem Strukturkonzept Rothneusiedl [MA21 A1, 2021] und dem Stadtteilentwicklungskonzept Südraum Favoriten [MA21 A2, 2021] stammen, Entwicklungsszenarien (Entwicklungsvarianten) generiert, die in weiterer Folge hinsichtlich ihrer energetischen Performance und ihrer Voraussetzungen für das Regenwassermanagement untersucht und bewertet wurden.

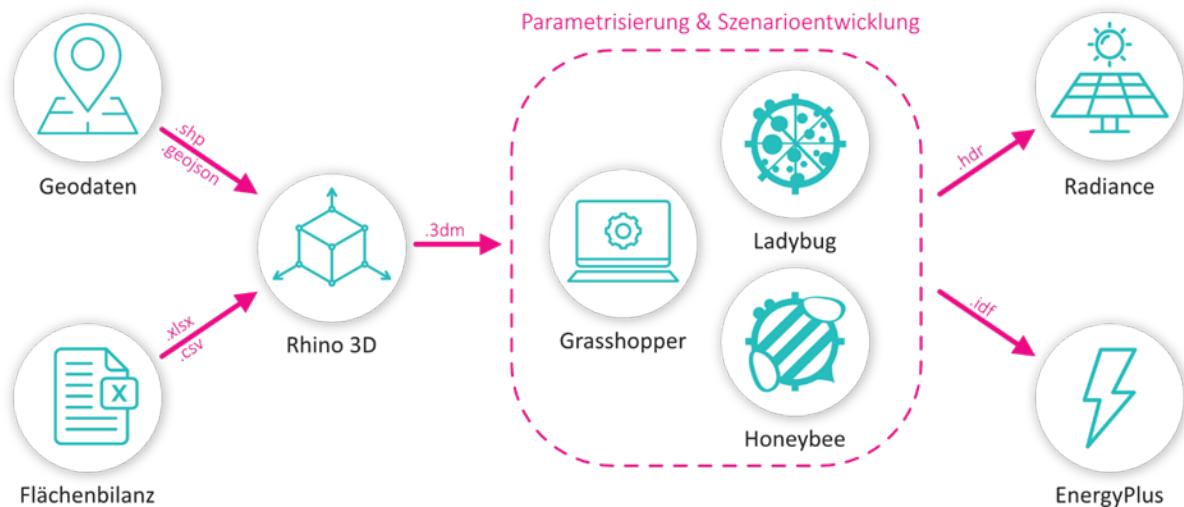
Es ging bei KLIMUR nicht darum, möglichst realistische Szenarien für Rothneusiedl zu entwickeln, sondern diese Rahmenbedingungen als Basis zur Methodenentwicklung zu betrachten.

Zur Modellierung der Energiebilanz der Entwicklungsszenarien wurde eine "bottom up"-Methode eingesetzt, die auf der Simulation des Energiebedarfs auf Basis der physikalischen Eigenschaften der zu bewertenden Gebäude beruht. Die dazu notwendige Erstellung der Gebäudemodelle erfordert eine detaillierte Erstellung von Geometrien, Fassadengestaltung, thermischen Eigenschaften der Gebäudeteile sowie die Definition von technischen Voraussetzungen. Das bedarf einerseits eines hohen Maßes an Know-how und andererseits stellt es einen hohen Aufwand dar, dementsprechende Modelle dreidimensional abzubilden und mit den entsprechenden Eigenschaften zu versehen [Li W, et al]. Im Gegenzug ermöglicht dieser hohe Level an Detaillierung die genaueste Abbildung kleinster Einflussgrößen.

Der für KLIMUR entwickelte Workflow ist in Abbildung 10 dargestellt. In einem ersten Schritt wurden Flächenbilanzen und städtebauliche Vorgaben aus den strategischen Dokumenten zur Stadtteilentwicklung abgeleitet und in Excel in Form von Geschoßflächen und Geschoßzahlen umgesetzt. Diese Datenbasis bildete die Grundlage für die Erstellung der dreidimensionalen Gebäudestrukturen in Rhino 3D. Eine anschließende Übertragung der Geometrie in Rhino

Grasshopper ermöglichte eine weitere Parametrisierung der Modelle sowie eine Aufbereitung der erstellten Geometrien für die Simulationssoftware EnergyPlus sowie Radiance, unter Verwendung der Ladybug-Tools.

Abbildung 11: Schematische Darstellung des Workflows zur Erstellung und Bewertung der Szenarien für Rothneusiedl ©KLIMUR



Entwicklungsvarianten für Rothneusiedl

Für die 3D Modellierung der Entwicklungsvarianten wurde ein parametrisches Modell auf Grundlage der Rahmenbedingungen für Rothneusiedl in Grasshopper aufgebaut. Das Polygon des Planungsgebiets bildet die Grenzen, während die Nutzungsverteilung der Gebäude an das Strukturkonzept für Rothneusiedl angenähert wird.

Für die Flächenverfügbarkeit von Stadtlandwirtschaft wurde die Differenzierung in öffentliche, halb-öffentliche Grünflächen (baufeldzugehörig) und produktive Dächer getroffen. Die Differenzierung zwischen den öffentlichen und halb-öffentlichen Grünflächen erfolgt nicht durch algorithmische Berechnungen, sondern auf konzeptioneller Ebene der drei Szenarien (siehe Abbildung 13). Diese dienen dazu, eine Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Freiraumqualitäten darzustellen, jedoch nicht in ihrer städtebaulichen Qualität zu bewerten.

Abbildung 12: Workflow für die Analyse der Entwicklungsszenarien © KLIMUR

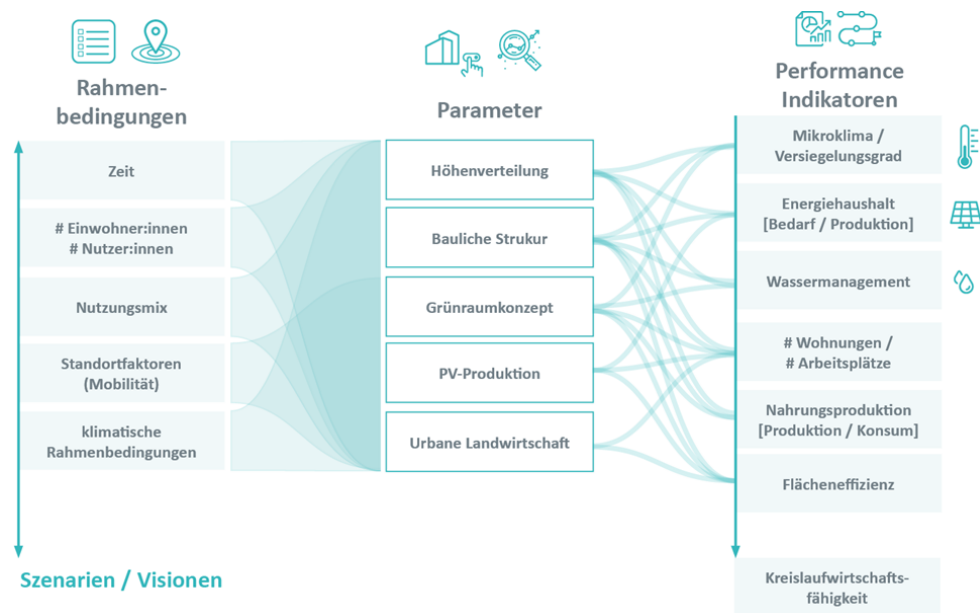
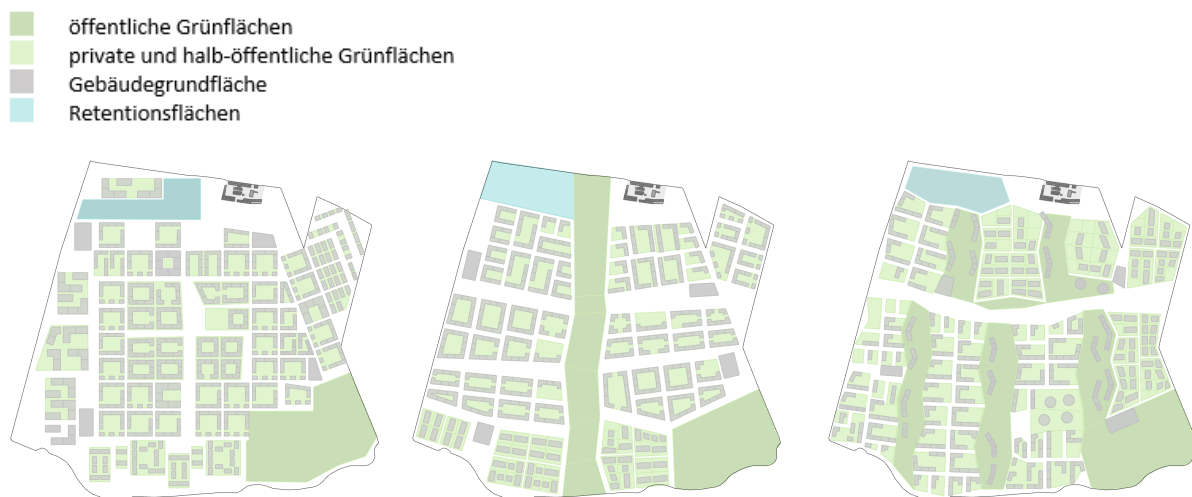


Abbildung 13: Konzeptübersicht der Szenarien (Baseline Variation – links, offene Mitte – Mitte, Durchwegung – rechts) © KLIMUR



Die Analyse der Ressourcenströme hinsichtlich des Energiebedarfs sowie des Potenzials der Energiegewinnung mittels Photovoltaik erfolgt sowohl auf Ebene des Zukunftshofs als auch auf Ebene des Stadtentwicklungsgebiets Rothneusiedl durch dynamische Gebäudesimulationen. Neben den Informationen auf Gebäudeebene stellen Wetterdaten den zweiten wesentlichen Eingangsparameter für die Untersuchungen dar. Zur Anwendung kamen dabei lokale Klimadaten als Input für das Simulationsprogramm EnergyPlus.

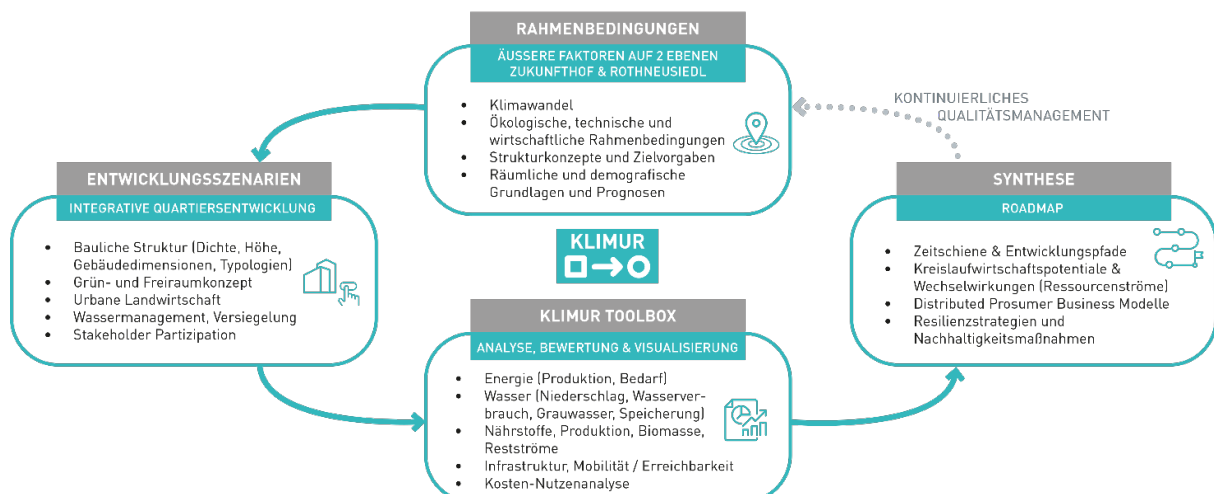
Zur Beurteilung der Möglichkeiten des Wassermanagements – Retentionsraum, Versickerung [ÖWAV] und Regenwassermanagement – wurde auf geologische und hydrologische Daten und Informationen zurückgegriffen, die von der MA45 - Wiener Gewässer und der WGM - Wiener Gewässer Management Gesellschaft mbH zur Verfügung gestellt wurden bzw. im Internet frei verfügbar sind.

5 Ergebnisse

5.1 Methodik

Die in KLIMUR entwickelte Methode ist im Gedanken der Kreislaufwirtschaft in einem iterativen Prozess aufgebaut. Um die Erkenntnisse aus den Simulationen mit den Zielvorgaben zu kombinieren, benötigt es ein kontinuierliches Qualitätsmanagement (Adaptive Management) und ganzheitliche Sicht auf das System, von der Planungsphase angefangen über die Umsetzung bis hin zur Inbetriebnahme. Die Veränderungen der äußeren Rahmenbedingungen (z.B. demografische Entwicklung, Wirtschaft und Energiepreise) müssen laufend in den Planungs- und Betriebsprozessen reflektiert werden. Die Entwicklung von Zukunftsszenarien soll dabei unterstützen, auf potenzielle Wirkungen frühzeitig reagieren und das Quartier resilient zu gestalten. Die Synthese aus den Zielwerten und Rahmenbedingungen ist ein essentieller Schritt, um die Entwicklungsszenarien daran zu orientieren. Die Entwicklungsszenarien (für Rothneusiedl und den Zukunftshof) werden in weiterer Folge simuliert und auf deren Impact analysiert, um eine laufende Evaluierung und positive Wechselwirkungen zu gewährleisten. Die Schnittstellen zwischen den Entwicklungsszenarien und der Simulation wurden im Detail ausformuliert, um aussagekräftige Indikatoren für die Optimierung von Ressourcenströmen zu erreichen. Der laufende Diskurs des interdisziplinären Projektteams und die Einbindung von Stakeholder:innen (z.B. Stadt Wien, Genossenschaft – Produzent:innen) bedarf einer koordinierten Abstimmung und klar definierter Prozesse. Um ein transparentes Bild der Analyseergebnisse für alle Beteiligten zu generieren, werden interaktive 3D-Modelle sowie Flussdiagramme unter Einsatz der Toolbox des KLIMUR Projektes erstellt (siehe dazu die Prozessbeschreibung in Abbildung 14).

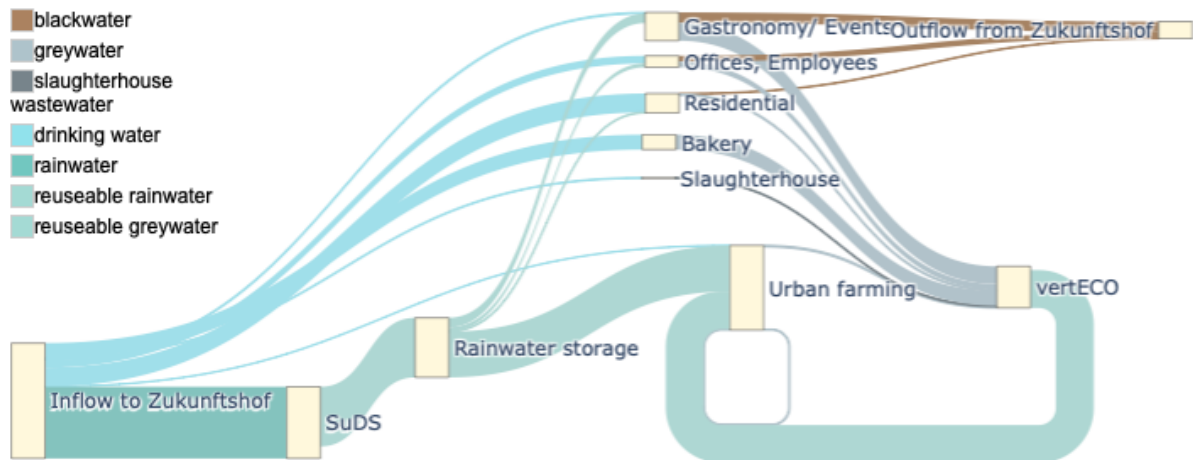
Abbildung 14: KLIMUR Framework Übersicht (© KLIMUR)



5.1.1 Exemplarische Ergebnisse für Ausbaustufe 3 am ZKH

In Abbildung 15 ist ersichtlich, dass auch im August der Großteil des Wasserbedarfs in der Landwirtschaft mit Regenwasser gedeckt werden kann. Außerdem wird das Brauchwasser zur Toilettenspülung in der Gastronomie, den Büros und dem Wohnbereich mit wiederverwendbarem Regenwasser gedeckt.

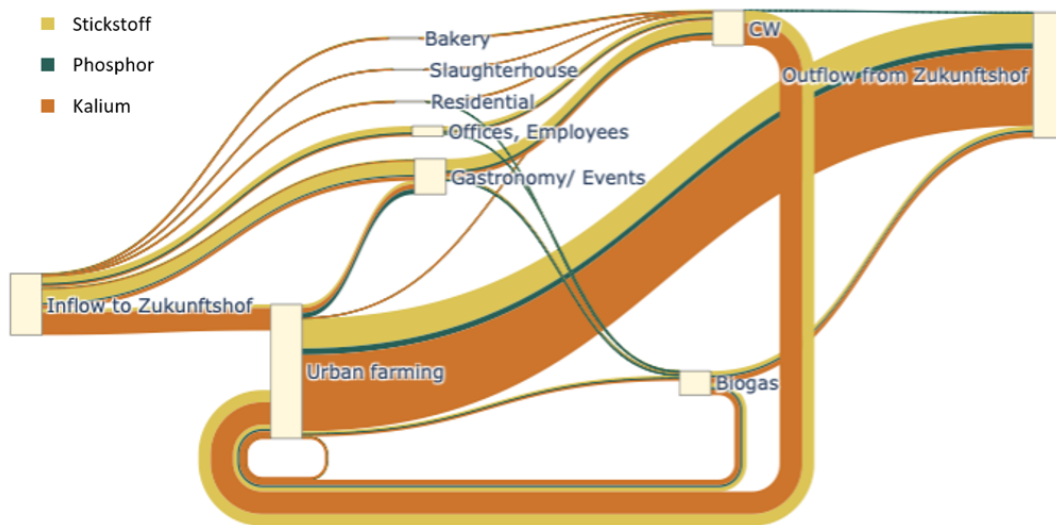
Abbildung 15: Darstellung der Ressourcenströme in Ausbaustufe 3: Wasser im August ©ANRI



Das produktionsbezogene Abwasser aus der Bäckerei, dem Schlachthaus und der Landwirtschaft sowie das personenbezogene Abwasser aus der Gastronomie, den Büros und den Wohnungen wird in der Pflanzenkläranlage (CW) aufbereitet. Im August wird das aufbereitete Abwasser dann teilweise in der Landwirtschaft wiederverwendet bzw. kann an die umliegende Nachbarschaft geliefert werden.

Ausbaustufe 3 setzt eine Kombination von Technologien ein, um die Rückgewinnung von Brauchwasser und Nährstoffen zu maximieren. Quellen für die Rückgewinnung von Nährstoffen umfassen alle Abwässer aus Produktion, Verarbeitung, Gastronomie und Sanitäranlagen sowie biogene Reststoffe aus der Landwirtschaft (Urban Farming) und Küchenabfälle. Das Schwarzwasser wird mittels Trenntoiletten in feste und flüssige Fraktionen getrennt, die Feststoffe in einer kleinen Biogasanlage aufbereitet und die flüssige Fraktion in einer Pflanzenkläranlage gereinigt. Die Biogasanlage produziert Dünger in Form von Gärresten und Biogas als Energiequelle. Bei der Berechnung des Nährstoffgehaltes im aufbereiteten Abwasser wurden entsprechende Reduktionsraten aus Wirth et al., 2021 herangezogen.

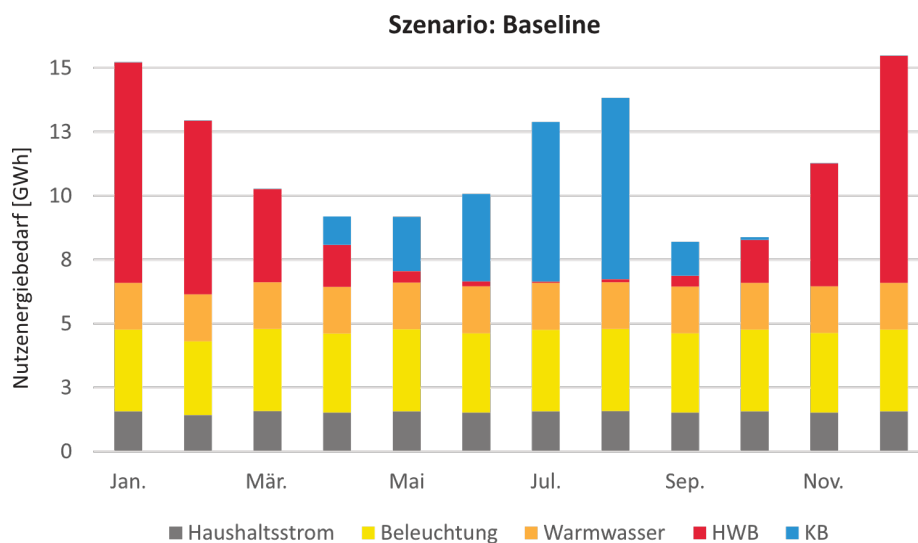
Abbildung 16: Darstellung der Ressourcenströme in Ausbaustufe 3: Nährstoffe im August ©ANRI



5.1.2 Exemplarische Ergebnisse für Entwicklungsvarianten in Rothneusiedl

Zur Interpretation und weiteren Analyse der Berechnungsergebnisse von EnergyPlus wurden die aggregierten Stundenwerte auf Monatsbasis hochgerechnet. Dabei wurde nach Nutzenergiebedarf für Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Warmwasser sowie Raumheizung und -kühlung unterschieden und in Form von Balkendiagrammen dargestellt (siehe Abbildung 17). Insgesamt beläuft sich der Nutzenergiebedarf des Basisszenarios auf ca. 137 GWh/a, wobei die Bedarfe für Raumheizung bzw. -kühlung, Beleuchtung, Haushaltsstrom und Warmwasser je nach Quartiertyp und der entsprechend dominierenden Nutzung stark variieren.

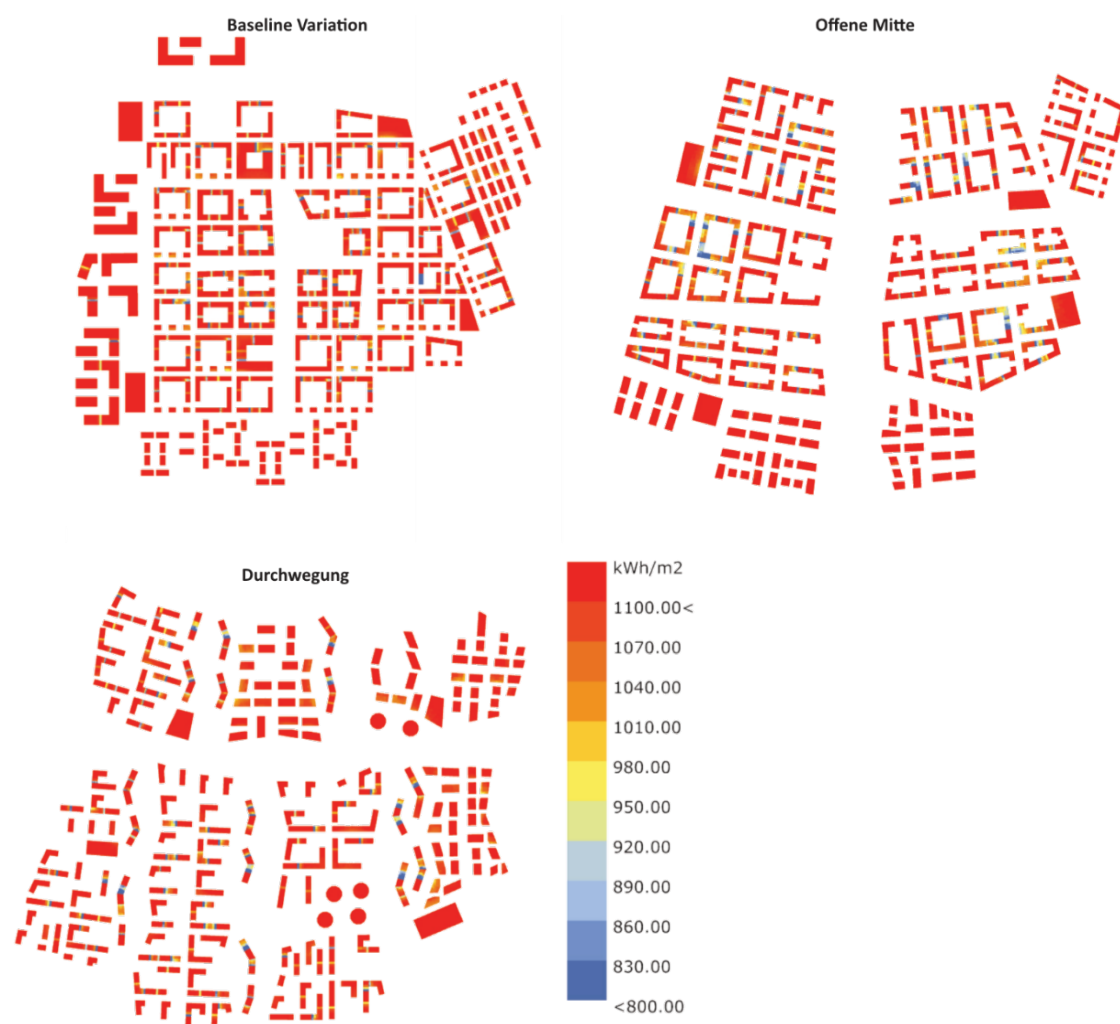
Abbildung 17: Darstellung des Nutzenergiebedarfs [GWh] des Baseline Szenarios ©IDUB



Zur Analyse des Solarpotenzials wurden nicht nur die Dächer, sondern auch die Fassaden berücksichtigt, denn obwohl die Sonneneinstrahlung auf den Dachflächen am höchsten ist, hat die Nutzung von Photovoltaik auf vertikalen Gebäudeflächen den Vorteil, dass sie in den frühen Morgenstunden, am Abend und im Winter relativ viel Energie liefern kann. Zur Bewertung wurde ein Gitternetz mit einer Rastergröße von 2 Metern über die Objekte gelegt und mit Radiance ermittelt, wie viel Strahlung auf die Testpunkte einfällt. Das Ergebnis in Form der gesamten eingefallenen Strahlung in GWh wurde durch eine Massenaddition der Ergebnisse je Testpunkt in kWh/m² mit der jeweiligen Oberfläche, die der Testpunkt darstellt, ermittelt.

Abbildung 18 zeigt eine grafische Darstellung des Solarpotentials der Dachflächen und lässt erkennen, dass die erzielten Werte erheblich variieren. Je nach Szenario schwanken die Werte für die auf die Geometrie auftreffende Gesamtstrahlung zwischen insgesamt 596 GWh und 534 GWh. Neben den Unterschieden in der Kompaktheit der Gebäude und entsprechenden Variationen in der Dimensionierung der vorhandenen Dachflächen verdeutlicht die Darstellung auch den Einfluss der Höhenentwicklung der Gebäude auf die Optimierung des Solarpotenzials.

Abbildung 18: Grafische Darstellung des Solarpotentials der Entwicklungsvarianten.



5.2 KPI-basierte integrative Bewertung der Szenarien

Die KPI-basierte Bewertung zielt darauf ab, Anforderungen an die Entwicklung zur Kreislaufwirtschaft auf der Ebene des Zukunftshofs oder Rothneusiedls zu formulieren. So sollen unterschiedliche Entwicklungsszenarien hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Kreislaufwirtschaftspotenzial charakterisiert und Planungen bzw. Strategien miteinander vergleichbar gemacht werden. Ein wesentlicher Aspekt, der dabei zu berücksichtigen ist, besteht in der Tatsache, dass die vorgestellte Bewertung lediglich die Möglichkeiten einer solchen Einschätzung aufzeigen kann. In diesem Sinne hat das Projekt KLIMUR demonstriert, welche Parameter für die Förderung der Kreislaufwirtschaft wesentlich sind und wie diese quantifiziert werden können. Für die Entwicklung einer anwendbaren Bewertungsmethode ist eine breite Einbindung der im Projekt vorgestellten Stakeholder:innen für die Diskussion der in die Bewertung einzubeziehenden Parameter sowie für deren Gewichtung im Bewertungsprozess erforderlich. Die entwickelte Methode ermöglicht eine integrative Bewertung der entwickelten Szenarien. Die folgende Tabelle stellt dabei exemplarische Ergebnisse dar, wobei eine höhere Punktzahl (3 Maximalpunkte) eine bessere Bewertung darstellt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass ein niedrigerer Versiegelungsgrad mehr Punkte (besser) bekommt, dies gilt ebenso für den Energiebedarf oder Kühlbedarf.

Tabelle 1: KPI-basierte integrative Bewertung² ©KLIMUR

Handlungsfeld Rothneusiedl	KPI	Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Freiraumpotenzial	Versiegelungsgrad	%	1	2	3
	Öffentlich zugängliche Freiräume	m ²	1	2	3
Lokale Produktion	PV Potential Dach	kWh/a	3	2	1
	PV Potential Fassade	kWh/a	1	3	2
	Potential lokaler LW-Produktionsfläche	m ²	1	2	3
Kreislauftwirtschaftspotenzial	Regenwasserspeicher	m ³	1	2	3
	Spez. HWB	kWh/m ² , a	2	1	3
	Spez. Kühlbedarf	kWh/m ² , a	3	1	2
Qualität der Freiräume	Öffentl. Freiraumangebot	m ² /EW	1	2	3

² Ebene Rothneusiedl oben Zukunftshof unten

Handlungsfeld Zukunftshof	KPI	Einheit	Ausbaustufe 1	Ausbaustufe 2	Ausbaustufe 3
Nährstoffmanagement	Nährstoffrückgewinnung (N/P/K)	kg/a	1	2	3
	Eigennutzung Nährstoffe (N/P/K)	%	1	2	3
	Nährstoffüberschuss (N/P/K)	kg/a	1	2	3
Lokale Produktion	Heizwärmebedarf	kWh/a	1	2	3
	Kühlbedarf	kWh/a	1	3	2
	Erträge Landwirtschaft		1	1	1
	PV-Potential	kWh/a	3	3	3
Regenwassermanagement	Regen- und Abwasseraufbereitung	m³/a	1	2	3
	Regenwasserspeicher (Abflussbeiwert)	m³	3	1	3
	Deckung des jährlichen Wasserbedarf	%	1	1	3
Finanzierung und Erträge	Investment Sanierung	€	3	1	1
	Investment Ressourcenrückgewinnung	qualitativ erhoben	3	2	1
	Investition PV-Anlage	€	3	3	3

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse in Netzdarstellung.

Abbildung 19: Integrative Bewertung Rothneusiedl ©KLIMUR

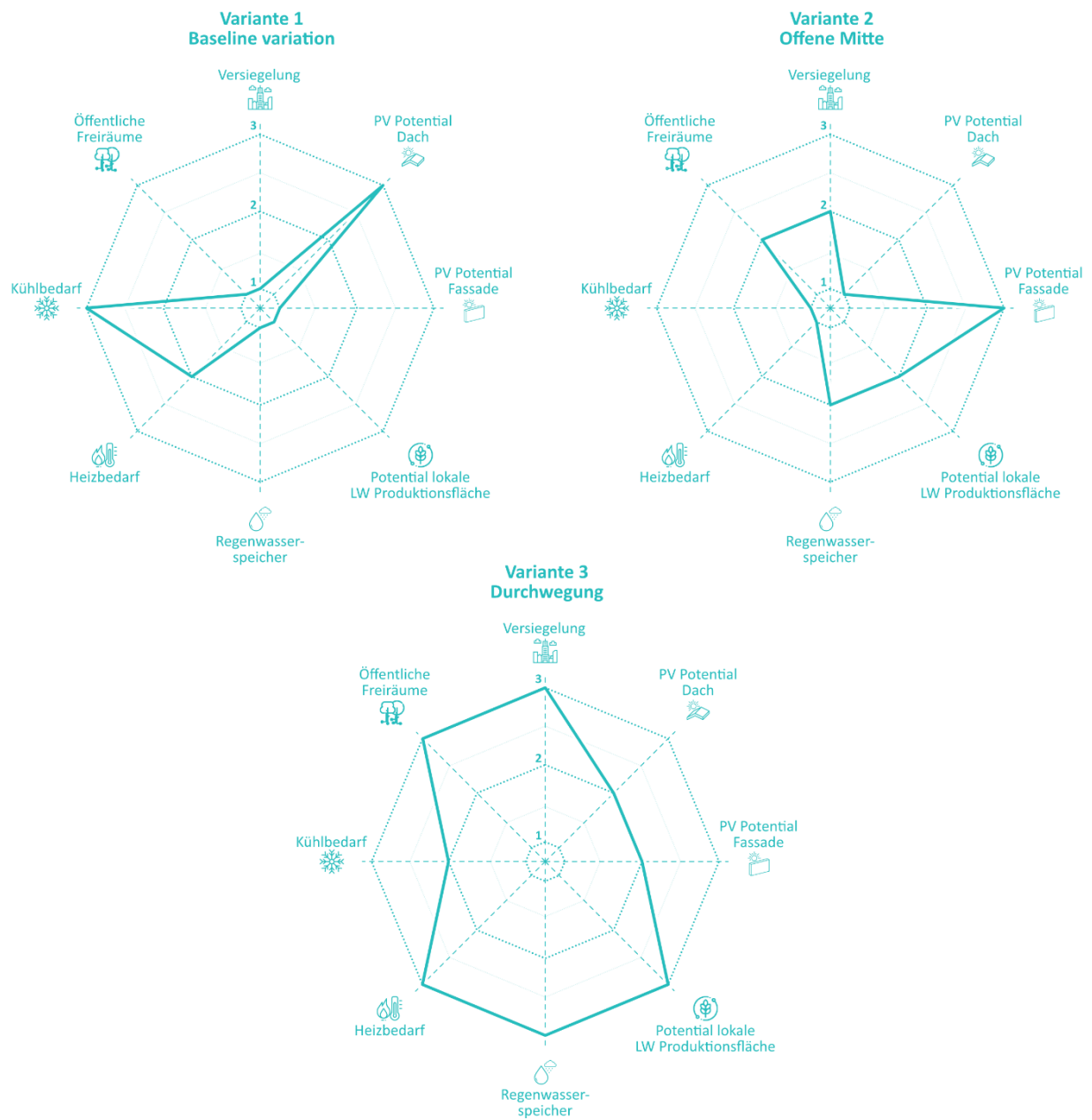
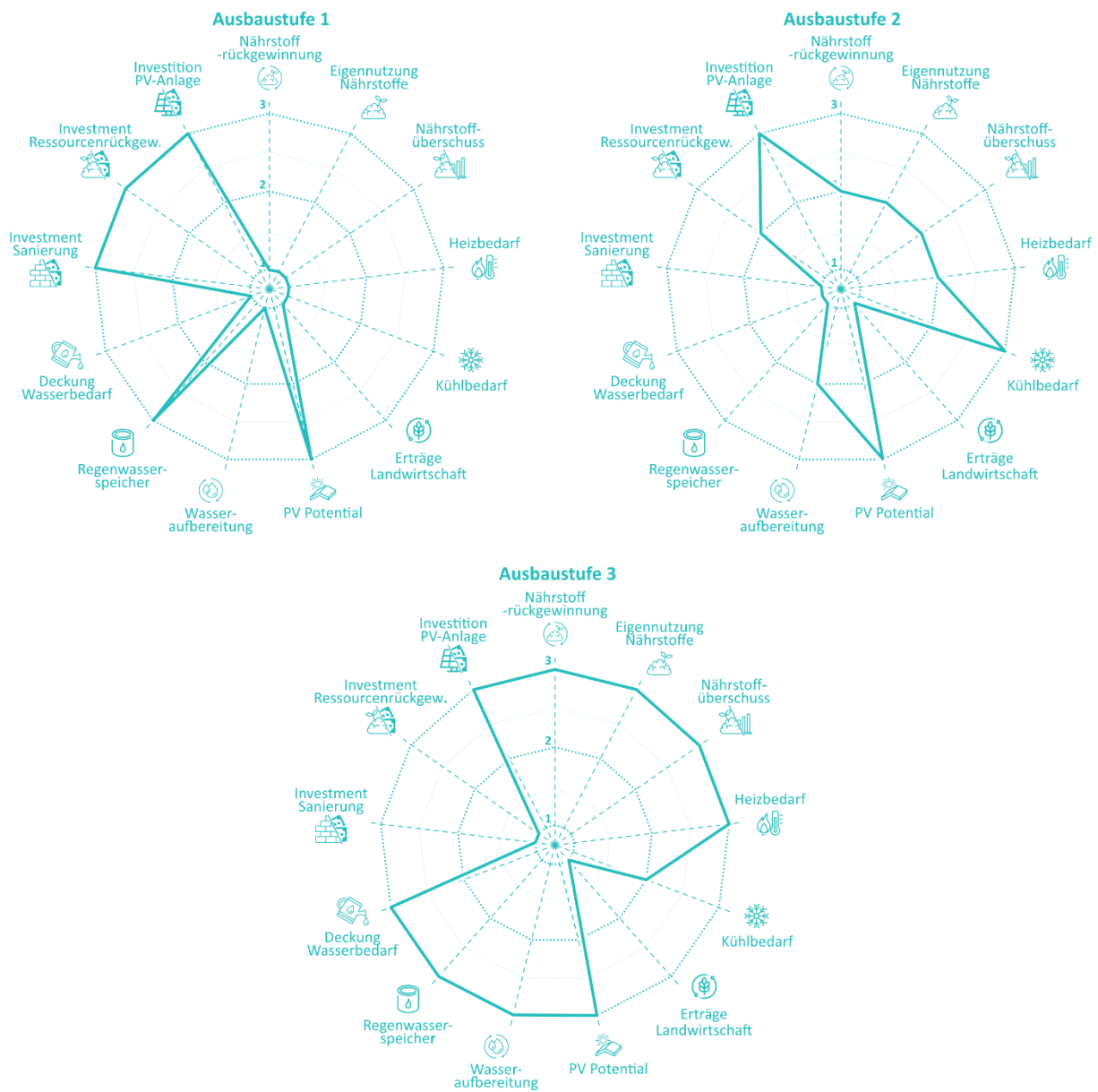


Abbildung 20: Integrative Bewertung für den Zukunftshof ©KLIMUR



Integrativ betrachtet schneidet Ausbaustufe 1 insgesamt am schlechtesten ab, sprich zeigt die geringste Flächenausdehnung. Die beste Variante wäre lt. Darstellung die Ausbaustufe 3, wobei diese auch die höchsten Investitionskosten aufweist (deshalb nur 1 Bewertungspunkt). Eine generelle Bewertung auf Basis der Summe der KPIs scheint aber schwierig. Es muss entweder eine Gewichtung der einzelnen KPIs erfolgen oder die Zielkonflikte müssen stärker beleuchtet werden.

5.3 Finanzierungsstrategie

Wichtige Bestandteile für den Zukunftshof sind die lokale Produktion aus der innovativen urbanen Stadtlandwirtschaft und deren Vermarktung sowie Veranstaltungen, Führungen und Dienstleistungen für den umliegenden Stadtteil. Die Art, Umfang, Kosten und Erträge der geplanten Umsetzung hängen einerseits stark von der möglichen Finanzierbarkeit der dazu notwendigen Infrastruktur ab und andererseits von den Entwicklungsphasen des Stadtentwicklungsgebietes Rothneusiedl, welches ein wichtiger Absatzmarkt und Frequenzbringer für den Zukunftshof ist.

Der Grad der Kreislauffähigkeit der Produktion am Zukunftshof bestimmt der Umsetzungsstand der dazu notwendigen technischen Anlagen. Damit verbunden sind jedoch auch sehr unterschiedliche Investitionskosten und Finanzierungsmöglichkeiten. Lösungen mit einem hohem Forschungsbedarf werden in zukünftige Forschungs-Calls eingebracht und zum Teil finanziert werden. Andere Teile der Businessmodelle werden durch die beteiligten Produzent:innen und den Zukunftshof finanziert und betrieben werden. Durch weiterführende Abstimmungen mit den Stakeholder:innen werden sich unterschiedliche Vorgehensweisen ergeben und somit auch die Wahl der Finanzierungsstrategien beeinflussen. Die vorliegenden Recherchen bieten dafür eine gute Basis.

Die angedachten Kooperationen und Dienstleistungen können nicht nur zur Stärkung des Images des Zukunftshofes und des Stadtteiles beitragen, sondern auch neue Einnahmequellen generieren und sollten in der weiteren Entwicklung vertieft bearbeitet werden. Es ist daher wichtig, auch die Dienstleistungen und ihre potenziellen Einnahmen in die Finanzierungsstrategie und den Businessplan einzubeziehen. Durch die Zusammenarbeit mit lokalen Bildungseinrichtungen, Unternehmen und Organisationen können auch neue Partnerschaften und Aufträge gewonnen werden. Darüber hinaus können Veranstaltungen und Führungen dazu beitragen, das Bewusstsein für die nachhaltige Landwirtschaft und Kreislaufwirtschaft zu erhöhen und die lokale Gemeinschaft zu stärken.

Zudem kann die Entwicklung und Etablierung des Geschäftsmodells Zukunftshof als Best-Practice für neue innovative Geschäftsmodelle im Bereich Kreislaufwirtschaft dienen und so den Weg für eine wirkungsorientierte Bewertung durch Geld- und Fördergeber:innen ebnen.

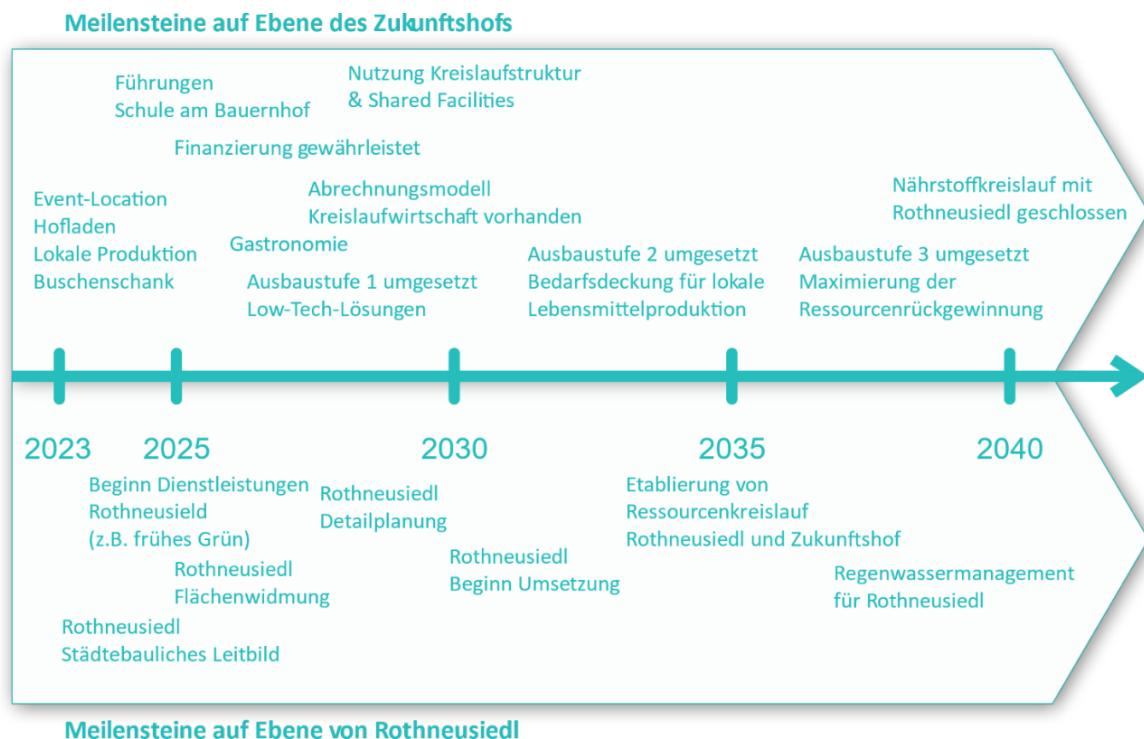
Um erfolgreich zu sein, sollten Dienstleistungen für die Umgebung nicht nur als zusätzliche Einnahmequelle betrachtet werden, sondern auch als Chance, das Bewusstsein für die Bedeutung von Ressourcenoptimierung und Kreislaufwirtschaft in der Gesellschaft zu erhöhen und als wichtiger Beitrag zur Erreichung der Ziele der Stadt Wien für den neuen Stadtteil Rothneusiedl.

5.4 Roadmap

In der Roadmap (siehe Abbildung 21) wurden eine Reihe von Schritten skizziert, die notwendig sind, um das Ziel der Entwicklung des Zukunftshofs zu einer Ressourcendrehzscheibe für Rothneusiedl sowie einer Kreislaufwirtschaft auf der Ebene des gesamten neuen Stadtteils zu erreichen. Aufbauend auf den bereits bestehenden Funktionen des Zukunftshofs, wie z.B. der lokalen Lebensmittelproduktion und der Austragung von Veranstaltungen, sind ein Hofladen und ein landwirtschaftlicher Buschenschank in Vorbereitung. Der anschließende Aufbau eines Gastronomiebetriebes und die Etablierung erster Low-Tech-Lösungen zur Etablierung von

Kreislaufwirtschaft sowie die Etablierung als Showroom für innovative urbane Landwirtschaft sind an die Umsetzung einer entsprechenden Finanzierungsstrategie gebunden (siehe Kapitel 4.3.2, 5.1.2 und 5.3).

Abbildung 21: Grafische Darstellung der Roadmap für den ZKH und Rothneusiedl ©KLIMUR



Neben den Entwicklungen am Zukunftshof gilt es für die Zukunftshofgenossenschaft darüber hinaus, eigene Positionen und Visionen in die Entwicklung eines städtebaulichen Leitbilds für das angrenzende Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl einzubringen. Ziel ist es zum einen, die Voraussetzungen für Kreislaufwirtschaft in dem neu entstehenden Stadtteil bereits vor Beginn der Flächenwidmung und Detailplanung durch Expertise zu unterstützen und zum anderen, Maßnahmen, die der Zukunftshof zur Entwicklung beitragen kann, frühzeitig zu identifizieren und anschließend umzusetzen.

Ein wesentlicher Teil zur Unterstützung der Realisierung der Roadmap erscheint ein auf das Sondierungsprojekt KLIMUR aufbauendes Forschungsprojekt, anhand dessen demonstriert und experimentell überprüft (gemessen) wird, wo sich die realen Energie- und Ressourcenströme befinden und wie sie sich ausgestalten. Siehe dazu auch Kapitel 7 Ausblick und Empfehlungen.

5.5 Relevanz für das Programm Stadt der Zukunft

Die entwickelte Methodik kann auf dem Weg zu klimaneutralen Städten und Regionen bzw. bei Planung klimaneutraler Gebäude und Quartiere unterstützen. Die Analysen des Projektes haben gezeigt, dass wesentliche Ressourcenströme zwischen den einzelnen Nutzungen bestehen und dadurch ein erhebliches Kreislaufwirtschaftspotenzial darstellen. Es kommt jedoch auf eine integrative Betrachtung an, um die möglichen Synergieeffekte zwischen dem Zukunftshof und dem umliegenden Quartier (Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl) ausnützen zu können.

Durch die Betrachtung der Bereiche Energie, Wasser und Nährstoffe entstehen große Synergien hin zu einem klimaneutralen und resilienten Kreislaufwirtschaftssystem. Jedoch ergeben sich aus dieser integrativen Betrachtung auch Ziel- und Interessenskonflikte. Nur durch eine abgestimmte Betrachtung kann einer Optimierung aller Themen erfolgen. Die dafür notwendige Gewichtung der Bewertungen stellen noch einen erheblichen Forschungs- und Entwicklungsaufwand dar. Eine große Herausforderung stellt die ökonomische Bewertung der sich daraus ergebenden Lösungen dar.

6 Schlussfolgerungen

Die dargestellte Methodik, entwickelt im Rahmen des Sondierungsprojektes KLIMUR, zur Kreislaufwirtschaft am ZKH in Wechselwirkung mit dem Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl, stellt eine interdisziplinäre Methode zur Planung, Evaluierung und den Betrieb dar. Um die übergeordneten Ziele einer Stadtentwicklung in Anbetracht der gegebenen Herausforderungen des Klimawandels erfüllen zu können, muss das Indikatorenset zur Bewertung breit aufgestellt sein. So können Synergien und Zielkonflikte zwischen unterschiedlichen Themen wie z.B. kompakte Siedlungsformen und Regenwassermanagement, PV-Potenzial und Mikroklima aufgezeigt, bewertet und als Erkenntnisse in den Planungsprozess eingebracht werden.

Dieses digitale Planungsframework ermöglicht die gezielte Einbindung von Stakeholder:innen in Form von partizipativen Prozessen bereits in frühen Projektphasen, damit deren Bedürfnisse und Wünsche einfließen können. Die holistische Bewertung der Szenarien unterstützt Entscheidungsträger:innen mit einer faktenbasierten Grundlage in Diskussionen und Entscheidungen.

Die Methodenentwicklung und die Diskussionen mit den Stakeholder:innen haben die Herausforderungen für die Umsetzung einer lokalen Kreislaufwirtschaft klar aufgezeigt. Zum einen waren Daten nicht bzw. in sehr unterschiedlicher Qualität und Auflösung vorhanden, wodurch eine Abschätzung der Wechselwirkungen in hoher zeitlicher Auflösung erschwert wurde. Für ein ökologisch und auch ökonomisch nachhaltiges Kreislaufwirtschaftssystem ist eine genaue Betrachtung der Ressourcenströme jedoch von hoher Bedeutung. Ein wichtiges Beispiel sind die Auswirkungen des Klimawandels auf den lokalen Wasserhaushalt, insbesondere von Starkregenereignissen und Dürren.

Auf Basis dieses Zuganges können auch andere Maßnahmen zur „Optimierung“ von Energie- und Ressourcenflüssen wie z.B. Anpassungen von Öffnungs- oder Produktionszeiten, untersucht werden. Jedoch sind solche Maßnahmen nur schwer organisatorisch umsetzbar. Sofern solche Anpassungen möglich sind, bedürfen sie eines erheblichen Abstimmungs- und Koordinationsaufwandes.

Durch eine ganzheitliche Kreislaufwirtschaft, angewandt auf ein ganzes Quartier, entstehen auch Verschiebungen der Kostenstrukturen. Zum einen zwischen privaten und öffentlichen Kosten z.B. im Bereich der Infrastruktur (Regenwassermanagement), aber auch zwischen Investitionen und Betrieb. Aber auch die Möglichkeit, aus Abfällen eine neue Ressource (Rohstoffquelle) zu machen, wirft neue Fragen für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf. Diese neuen Organisations- und Kostenstrukturen lassen sich nur schwer darstellen und bedürfen noch erheblichen weiteren Forschungs- und Entwicklungsaufwands.

Insgesamt verfügt der Zukunftshof über die räumlichen Voraussetzungen, um zeitweise den Energiebedarf vor Ort lokal zu decken. Außerdem können Brauchwasserbedarfe für Bewässerung und Toilettenspülung sowie Nährstoffbedarfe für die Düngung des Lebensmittelanbaus am Zukunftshof zur Gänze aus eigenen Abwässern und Reststoffen gedeckt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Nutzung von Haushaltsabwässern bzw. kompostierten oder vergorenen

menschlichen Fäkalien lt. österreichischer Kompostverordnung³ noch nicht für den landwirtschaftlichen Einsatz als Düngemittel zugelassen ist. Das ist eine rechtliche Hürde, die in Österreich noch zu überwinden ist. Der Zukunftshof kann auch in diesem Fall als Vorreiter dienen und landwirtschaftliche Versuchsanlagen betreuen, die valide Daten zur Effektivität und Sicherheit der Wiederverwertung von Nährstoffen aus Haushaltsabwässern liefern und so eine Gesetzesanpassung vorantreiben könnten. Darüber hinaus kann der Zukunftshof in den Ausbaustufen 2 und 3 große Mengen an Sekundärbrauchwasser und -nährstoffen dem umliegenden Stadtgebiet für Bewässerung von Grünanlagen und Landwirtschaft (Urban Farming oder konventioneller Anbau) verfügbar machen.

Der Grad der Kompaktheit des geplanten Stadtviertels determiniert die Ausmaße und die Art der Flächen für Begrünung und Lebensmittelanbau, sowie die Mengen und Beschaffenheiten der am Zukunftshof in Wert gesetzten Ressourcen. Die oben angeführten exemplarischen Varianten für Rothneusiedl verdeutlichen dies v.a. durch die öffentlich zugänglichen Grünflächen, die als Potenzialflächen für Stadtlandwirtschaft (Kleingärten, Gemüseanbau, Frühes Grün mit Obstgärten etc.) genutzt werden können (siehe Tabelle 1).

Ebenso entscheidet die zeitliche Komponente, ob bzw. inwieweit mögliche Synergien zwischen dem Zukunftshof und dem umliegenden Stadtgebiet realisiert werden können. Eine weitere Dimension der Rolle des Zukunftshofs wurde außerdem im gegenwärtigen Bericht noch nicht reflektiert: das Potenzial der Aufnahme und Aufbereitung von Regenwasser aus umliegenden versiegelten Flächen sowie von häuslichem Abwasser und Bioabfällen aus umliegenden Gebäuden in Rothneusiedl. Der Zukunftshof könnte dabei nicht nur ein Vorbild für eine kreislaufbasierte Stadtentwicklung sein und Sekundärressourcen aus eigenen Abwässern und Reststoffen zur Verfügung stellen, sondern zur Klimaresilienz des erweiterten Gebietes beitragen. Dies könnte als Technologie-Ausbaustufe 4 definiert werden, mit den räumlichen Dimensionen als limitierender Faktor.

³ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001486>
getestet am 1.3.2023 um 17:45

7 Ausblick und Empfehlungen

Im Sondierungsprojekt KLIMUR wurde eine Methodik zur Kreislaufwirtschaft in Wechselwirkung mit einem Stadtentwicklungsgebiet entwickelt. Darauf aufbauend soll diese nun dahingehend verbessert und erweitert werden, dass auch zukünftige Klimaszenarien und die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Planungen und Lösungen stärker berücksichtigt werden können.

Abbildung 22: Distributed-Prosumer-Ansatz für Ressourcenmanagement (Energie, Wasser, Nährstoffe) ©KLIMUR



Ein wesentlicher Bestandteil dabei ist die Erhaltung landwirtschaftlicher Produktionspotenziale, die in das Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl integriert werden können. Dabei sollen die Freiräume Urban Gardening und Urban Farming ermöglichen. Anhand der am ZKH zur Verfügung stehenden Flächen, sollen deshalb im Rahmen eines Folgeprojektes mittels Feldversuchen und Literaturrecherche das Kreislaufwirtschaftspotenzial von Ressourcen (Wasser, Nährstoffe) für z.B. Aquaponik und Gemüseanbau in Gemeinschaftsgärten oder Frühem Grün abgeschätzt werden. Ein klimaresilientes Wassermanagement steht dabei im Vordergrund, wobei quantitative und qualitative Analysen einen Aufschluss für die Einsatzmöglichkeiten des vor Ort verfügbaren und mittels Low-Tech-Technologien aufbereiteten Wassers geben sollen.

Während des Sondierungsprojektes wurden mit verschiedenen Stakeholder:innen die mögliche Anwendung und notwendigen Erweiterungen diskutiert. Dabei haben sich v.a. zwei Aspekte herauskristallisiert:

- die Möglichkeit der Unterstützung der integrativen (kreislaufbasierten) Planung und Evaluierung von Entwicklungsszenarien, die z.B. auch spezifische lokale Vorgaben liefern, die dann in die weiteren Planungsprozesse einfließen können (z.B. Anteil an Solarenergie, Dachbegrünungen, Versiegelung, Abwasserbehandlung und Abfallverwertung, etc.)
- das für das Gebiet Rothneusiedl sehr wesentliche Thema des Wassermanagements mit einem Hauptziel der "Charta Rothneusiedl" - der Einbeziehung und Neuinterpretation der landwirtschaftlichen Kulturlandschaft sowie die Integration und das Neudenken von Blick- und Wegebeziehungen und bestehenden Grünstrukturen - zu kombinieren. Der Zukunftshof soll dabei als Impulsgeber mit identitätsstiftender und vernetzender Wirkung berücksichtigt werden.

Im Rahmen dieses kooperativen F&E Projektes könnten daher lokale Low-Tech-Maßnahmen zur Klimawandelanpassung sowie Ressourcenrückgewinnung am ZKH erprobt werden, um zum einen die Ergebnisse aus dem Sondierungsprojekt zu überprüfen und zum anderen eine Anwendung im Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl inkl. stärkerer ökonomischer Analyse vorzubereiten.

8 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Zukunftshofs ©vfi	14
Abbildung 2: System- und Bilanzgrenzen für Ressourcenströme am Zukunftshof und im Stadtentwicklungsgebiet Rothneusiedl © KLIMUR.....	15
Abbildung 3: KLIMUR Analyzer Screenshot des Kartenvergleiches (z.B. Schulen lt. OGD links vs. Attribute der Amenity lt. OSM rechts) ©AIT.....	16
Abbildung 4: KLIMUR Analyzer Screenshot der Infrastrukturanalyse (z.B. „daily supply“-Infrastruktur lt. OSM und deren Erreichbarkeit mit ÖFFI-Haltestellen) ©AIT.....	17
Abbildung 5: KLIMUR Analyzer Screenshot der Infrastrukturbedarfserhebung selbst gesetzter Pols (z.B. daily_supply Infrastruktur lt. OSM sowie den selbst platzierten „points of interest“, dargestellt als blau strichliert umrahmte Kreise) ©AIT.....	18
Abbildung 6: KLIMUR Analyzer Screenshot der Bewertungsinfrastruktur ©AIT	18
Abbildung 7: KLIMUR Analyzer Screenshot der Infrastrukturanalyse, inklusive selbst gesetzter „points of interest“ (z.B. daily_supply Infrastruktur lt. OSM sowie den selbst gesetzten und deren Erreichbarkeit mit ÖFFI-Haltestellen) ©AIT	19
Abbildung 8: Erwarteter Wasserbedarf nach Nutzungskategorien im jährlichen Verlauf auf Basis des Nutzungskonzepts	21
Abbildung 9: Erwartete Mengen an Regen- und Abwasser nach Nutzungskategorien im jährlichen Verlauf auf Basis des Nutzungskonzepts.....	21
Abbildung 10: Wasserstrom am Zukunftshof (© KLIMUR)	22
Abbildung 11: Schematische Darstellung des Workflows zur Erstellung und Bewertung der Szenarien für Rothneusiedl ©KLIMUR.....	24
Abbildung 12: Workflow für die Analyse der Entwicklungsszenarien © KLIMUR.....	25
Abbildung 13: Konzeptübersicht der Szenarien (Baseline Variation – links, offene Mitte – Mitte, Durchwegung – rechts) © KLIMUR	25
Abbildung 14: KLIMUR Framework Übersicht (© KLIMUR)	26
Abbildung 15: Darstellung der Ressourcenströme in Ausbaustufe 3: Wasser im August ©ANRI	27
Abbildung 16: Darstellung der Ressourcenströme in Ausbaustufe 3: Nährstoffe im August ©ANRI... ..	28
Abbildung 17: Darstellung des Nutzenergiebedarfs [GWh] des Baseline Szenarios ©IDUB	28
Abbildung 18: Grafische Darstellung des Solarpotentials der Entwicklungsvarianten.	29
Abbildung 19: Integrative Bewertung Rothneusiedl ©KLIMUR.....	33
Abbildung 20: Integrative Bewertung für den Zukunftshof ©KLIMUR.....	34
Abbildung 21: Grafische Darstellung der Roadmap für den ZKH und Rothneusiedl ©KLIMUR.....	36
Abbildung 22: Distributed-Prosumer-Ansatz für Ressourcenmanagement (Energie, Wasser, Nährstoffe) ©KLIMUR	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: KPI-basierte integrative Bewertung ©KLIMUR	31
---	----

Literaturverzeichnis

- ARAOS, M., Berrang-Ford, L., Ford, J. D., Austin, S. E., Biesbroek, R., & Lesnikowski, A.: Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment. *Environmental Science & Policy*, 66, 375-382, 2016
- ARNBJERG-NIELSEN, K., Willems, P., Olsson, J., Beecham, S., Pathirana, A., Bülow Gregersen, I., NGUYEN, V. T. V.: Impacts of climate change on rainfall extremes and urban drainage systems: a review. *Water science and technology*, 68(1), 16-28, 2013.
- BAKKER, C., Wang, F., Huisman, J., & Den Hollander, M.: Products that go round: exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, 69, 10-16, 2014
- CHAPMAN S., Watson, J. E., Salazar, A., Thatcher, M., & McAlpine, C. A.: The impact of urbanization and climate change on urban temperatures: a systematic review. *Landscape Ecology*, 32(10), 1921-1935, 2017
- ECONOMIDOU, M., Todeschi, V., Bertoldi, P., D'Agostino, D., Zangheri, P., & Castellazzi, L.: Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings. *Energy and Buildings*, 225, 110322, 2020
- FINK, T.: On urban planning and procedural modeling, TU Graz, Graz, 2018.
- GOULDSON, A., Colenbrander, S., Sudmant, A., McAnulla, F., Kerr, N., Sakai, P., ... & Kuylenstierna, J.: Exploring the economic case for climate action in cities. *Global Environmental Change*, 35, 93-105, 2015
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization, 1,5 °C Globale Erwärmung Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger 2018.
- KLIMAFONDS 2020: Strategiedokument Smart Cities Initiative Periode 2020-2024.
https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/200623_Strategiedokument_Smart_Cities_2020_BF_v1.0_final.pdf,
(abgerufen am 18. Februar 2023; 17:36)
- KOENIG, R., Bielik, M., Dennemark, M., Fink, T., Schneider, S., Siegmund, N.: Levels of Automation in Urban Design Through Artificial Intelligence 46, 21. 2020.
- LEVOSO, A. S., Gasol, C. M., Martínez-Blanco, J., Durany, X. G., Lehmann, M., & Gaya, R. F.: Methodological framework for the implementation of circular economy in urban systems. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119227, 2020
- LI W, et al.: Modeling urban building energy use: A review of modeling approaches and procedures. In: *Energy* 141 2445–57 2017.
- MA21 A1: Strukturkonzept Rothneusiedl - Herausforderungen und Zielsetzungen für die Entwicklung eines Modellstadtteils für Klimaschutz und Klimaanpassung. MA 21 A - Stadtteilplanung und Flächenwidmung Innen-Südwest, Wien 2021.

- MA21 A2: Stadtteilentwicklungskonzept Südraum Favoriten. Stadt Wien, Stadtteilplanung und Flächenwidmung MA21, Wien 2021.
- PRENDEVILLE, S., Cherim, E., & Bocken, N.: Circular cities: Mapping six cities in transition. *Environmental innovation and societal transitions*, 26, 171-194, 2018
- SETO, K. C., Sánchez-Rodríguez, R., & Fragkias, M.: The new geography of contemporary urbanization and the environment. *Annual review of environment and resources*, 35(1), 167-194, 2010
- STEFANAKIS, A. I., Calheiros, C. S., & Nikolaou, I.: Nature-based solutions as a tool in the new circular economic model for climate change adaptation. *Circular Economy and Sustainability*, 1(1), 303-318, 2021
- WIRTH, M., Vobruba, T., Hartl, M. & Kisser, J. Potential Nutrient Conversion Using Nature-Based Solutions in Cities and Utilization Concepts to Create Circular Urban Food Systems. *Circ.Econ.Sust.* (2021) doi:10.1007/s43615-021-00081-6.
- SWAN L G and Ugursal V I 2009 Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 1819–35
- WIESMANN D, Lima Azevedo I, Ferrão P and Fernández J E 2011 Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models *Energy Policy* 39 2772–9
- ÖWAV: ÖWAV-Regelblatt 45. Oberflächenentwässerung durch Versickerung in den Untergrund.- Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), 48 S., Wien 2015.

Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung
Art.	Artikel
BGBI.	Bundesgesetzblatt
LW	Landwirtschaft
ÖFFI-Haltestellen	Haltestellen des Öffentlichen Verkehrs
OGD	Open Government Daten
OSM	Open Street Map
Pols	Points of Interest bzw. Infrastrukturmerkmale
RH	Rhino 3D
usw.	und so weiter
z.B.	zum Beispiel
ZKH	Zukunftshof

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at