

# **Quartiersentwicklung vom Industriestandort zur Ressourcenneutralität im Werk Möllersdorf (ResourceRevival)**

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 26/2026

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

Kontakt zur Mission „Klimaneutrale Stadt“: DI<sup>in</sup> (FH) Katrin Bolovich

Kontakt zu „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“: DI<sup>in</sup> (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren: Alessa Klie MSc. (e7), DI Alina Peischl MSc. (e7), DI Andreea Crudici (BauKarussell), DI Anna Gerrand (grünplan), David Wolfesberger MSc. (e7), DI Dominik Ergott (grünplan), DI Doris Enzersdorfer (grünplan), Ines Otter MA (GRÜNSTATTGRAU), Jasmin Bermadinger BA (BauKarussell), Katharina Franziska Schlager MSc. (e7), Katharina Mauss MSc. (GRÜNSTATTGRAU), Katharina Möller BSc. (grünplan), DI Margot Grim-Schlink (e7), DI. Dr. Markus Meissner (BauKarussell), DI Maximilian Karger (Kallinger Projekte), Michaela Wonisch MArch. (grünplan), Simon Maier BSc. (e7), Mag. Sonja Zumpfe (BauKarussell), Stefanie Pfattner MSc. (GRÜNSTATTGRAU), DI Susanne Formanek (GRÜNSTATTGRAU), Mag. Susanne Kallinger (Kallinger Projekte), DI Susanne Kuchar BSc. (e7), DI Thomas Romm ZT (BauKarussell), DI Uta Deri, MBA („Neue Heimat“), Ing. Werner Sellinger (grünplan), FH-Prof. Dr. Winfried Kallinger (Kallinger Projekte)  
Wien, 2025.

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [iii3@bmimi.gv.at](mailto: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 FTI-Schwerpunkt „Klimaneutrale Stadt“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) und Klima- und Energiefonds (KLIEN). Im Rahmen dieses Schwerpunkts werden Forschung, Entwicklung und Demonstration von Technologien und Innovationen gefördert, mit dem Ziel, einen essentiellen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität in Gebäuden, Quartieren und Städten zu liefern. Gleichzeitig wird dazu beigetragen, die Lebens- und Aufenthaltsqualität sowie die wirtschaftliche Standortattraktivität in Österreich zu erhöhen. Hierfür sind die Forschungsprojekte angehalten, einen gesamtheitlichen Ansatz zu verfolgen und im Sinne einer integrierten Planung – wie auch der Berücksichtigung aller relevanten Bereiche wie Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung, Berücksichtigung von gebauter Infrastruktur, Mobilität und Digitalisierung – angewandte und bedarfsorientierte Fragestellungen zu adressieren.

Um die Wirkung des FTI-Schwerpunkts „Klimaneutrale Stadt“ zu erhöhen, ist die Verfügbarkeit und Verbreitung von Projektergebnissen ein elementarer Baustein. Durch Begleitmaßnahmen zu den Projekten – wie Kommunikation und Stakeholdermanagement – wird es ermöglicht, dass Projektergebnisse skaliert, multipliziert und „Von der Forschung in die Umsetzung“ begleitet werden. Daher werden alle Projekte nach dem Open Access Prinzip in der Schriftenreihe des BMIMI über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) frei zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

## Inhalt

<b>Rechtlicher Hinweis .....</b>	<b>3</b>
<b>Vorbemerkung.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Kurzfassung.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Abstract .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Projektinhalt .....</b>	<b>10</b>
3.1 Ausgangslage .....	10
3.2 Spezifische Projektziele.....	11
3.3 Methodik.....	13
3.3.1 Szenariendefinition .....	13
3.3.2 Machbarkeit des Einsatzes von Abbruchmaterialien in NBS durch co-kreative Recherche.....	16
3.3.3 Stoffstromanalyse .....	18
3.3.4 Mehrwerte der ressourcenschonenden Quartiersplanung.....	27
<b>4 Ergebnisse.....</b>	<b>41</b>
4.1 Szenariendefinition.....	41
4.1.1 Freiraumkonzepte .....	44
4.1.2 Grauwassernutzung .....	49
4.1.3 Energiekonzepte.....	50
4.2 Machbarkeit des Einsatzes von Abbruchmaterialien in NBS.....	58
4.2.1 Technische Anforderungen .....	58
4.2.2 Ökologische Aspekte .....	62
4.2.3 Ökonomische und logistische Aspekte.....	64
4.2.4 Praktische Erfahrungen .....	65
4.2.5 Ermittelte Mischverhältnisse der Substrate .....	66
4.3 Stoffstromanalyse.....	68
4.3.1 Materialressourcen .....	69
4.3.2 Energieressourcen.....	77
4.3.3 Wasserressourcen .....	83
4.3.4 Kontinuierliches Monitoring der Stoffströme.....	86
4.4 Quantifizierte Mehrwerte.....	91
4.4.1 Kostenvergleich .....	91
4.4.2 Ökobilanzieller Vergleich.....	100
4.4.3 klimaaktiv Zertifizierung.....	110

<b>5 Schlussfolgerungen.....</b>	<b>112</b>
5.1 Übertragung der Erkenntnisse auf Österreich .....	112
5.1.1 Marktpotenzial für Ziegelsplitt.....	112
5.1.2 Marktpotenzial für Bodenaushub .....	114
5.1.3 Übertragbarkeit auf vergleichbare Industriebranchen in Österreich .....	115
5.2 Leitfaden für ressourcenorientierte Planungsvorbereitung.....	118
5.2.1 Visionsentwicklung.....	119
5.2.2 Zieldefinition (erste Fassung) .....	120
5.2.3 Entscheidungsgrundlagen .....	124
5.2.4 Konkretisierte Zieldefinition.....	124
5.3 Mögliche Betreibermodelle von Anergienetzen .....	125
5.4 Weitere Aktivitäten zur Vernetzung und dem Ergebnistransfer.....	127
<b>6 Ausblick und Empfehlungen.....</b>	<b>130</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>134</b>
A. Qualitätskriterien und Ausschreibungstexte .....	134
Schad- und Störstofferkundung .....	135
Rückbaukonzept und Pre-Deconstruction-Audit .....	137
Bauteilkatalog.....	140
Ressourceninventar Materialien.....	142
Mikroklimasimulation und -analyse.....	146
Strategisches Freiraumkonzept für künftiges Quartier .....	149
Ressourceninventar Regenwasser .....	152
Ressourceninventar Nutzwasser.....	155
Sanierungskonzept für Bestandsgebäude.....	157
Machbarkeitsstudie für Energieversorgungsvarianten.....	160
Lebenszykluskostenanalyse .....	163
B. Disseminationsliste .....	165
C. Data Management Plan (DMP).....	167
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>174</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>176</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>181</b>
<b>Abkürzungen.....</b>	<b>184</b>

# 1 Kurzfassung

## **Ausgangssituation/Motivation:**

Das Sondierungsprojekt "ResourceRevival" strebt die Transformation des ehemaligen Industriestandorts in Möllersdorf zu einem ressourcenneutralen Quartier an. Angesichts der drängenden Herausforderungen des Klimawandels und der Ressourcenverknappung setzt das Projekt neue Maßstäbe für nachhaltige Quartiersentwicklung. Die Motivation basiert auf den europäischen und nationalen Klimazielen sowie der Notwendigkeit, den Bausektor in den Kreislaufwirtschafts- und Klimaschutzstrategien stärker zu integrieren.

## **Inhalte und Zielsetzungen:**

Das Forschungsprojekt zielt darauf ab, ein modernes, zukunftsfitte Quartier zu schaffen, das den Begriff der Klimaneutralität weiterdenkt und den Import und Export von Ressourcen auf ein Minimum reduziert. Dies soll durch die größtmögliche Wieder- und Weiterverwendung der vorhandenen Bau-materialien, des anfallenden Regen- und Grauwassers sowie der vollständigen Ausschöpfung lokal verfügbarer erneuerbarer Energien erreicht werden. Der innovative Ansatz liegt in der Erforschung der bestehenden Synergien zwischen Materialnutzung, Entwässerung und Energieversorgung, um eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsstrategie zu verwirklichen.

## **Methodische Vorgehensweise:**

Zur Entwicklung des ganzheitlichen Konzepts der „Ressourcenneutralität“, werden für verschiedene Nutzungsstrukturen im Quartier Verfügbarkeit und Bedarf an Ressourcen ermittelt, ein Pre-Deconstruction Audit durchgeführt und ein Social-Urban-Mining Konzept erstellt. Dabei werden die Bestandsmaterialien ermittelt, bewertet und inventarisiert. Durch Machbarkeitsstudien, inklusive der Untersuchung der technischen Eignung und ökologischen Unbedenklichkeit des Einsatzes von Abbruchmaterialien in Nature-Based Solutions (NBS), wird ein neuer Anwendungsbereich für Sekundärrohstoffe ergründet, ein Markt für regionale Produkte geschaffen und zirkuläres Wirtschaften in Österreich gefördert.

## **Ergebnisse:**

Durch die Quantifizierung des ökonomischen sowie ökologischen Mehrwehrt einer ressourcenoptimierten Planung mithilfe von Lebenszykluskostenanalysen und Ökobilanzierungen entsteht eine fundierte Entscheidungsgrundlage. Durch die Bereitstellung von Aus-

schreibungstextbausteinen in Form von Qualitätskriterien für relevante Ingenieurdienstleistungen wird die Verbreitung und Überführung in die Umsetzung ermöglicht. Die Ergebnisse des Projektes im Werk Möllersdorf dienen als Grundlage für zukünftige Projekte und leisten einen bedeutenden Beitrag zur Förderung von Ressourceneffizienz und Umweltschutz auf Quartiersebene.

## 2 Abstract

### **Starting point/motivation:**

The "ResourceRevival" exploratory project aims to transform the former industrial site in Möllersdorf into a resource-neutral district. In light of the pressing challenges posed by climate change and resource scarcity, the project sets new standards for sustainable district development. The motivation is based on European and national climate targets and the need to strengthen the integration of the construction sector into circular economy and climate protection strategies.

### **Contents and goals:**

The research project aims to create a modern, future-proof district that takes the concept of climate neutrality a step further and reduces the import and export of resources to a minimum. This is to be achieved by maximizing the reuse and recycling of existing building materials, rainwater and greywater and by making full use of locally available renewable energies. The innovative approach lies in the exploration of existing synergies between material use, rainwater management and energy supply in order to realize a holistic sustainability strategy.

### **Methodological approach:**

The development of the integrated concept of "resource neutrality" involves determining the supply and demand for resources under varying utilization scenarios, carrying out a pre-deconstruction audit as well as creating a social urban mining concept. The existing materials are identified, evaluated and inventoried. Feasibility studies, including the investigation of the technical suitability and ecological integrity of the use of demolition materials in nature-based solutions (NBS), will explore a new area of application for secondary raw materials, create a market for regional products and promote a circular economy in Austria.

### **Results:**

Quantifying the economic and ecological added value of resource-optimized planning with the help of life cycle cost analyses and life cycle assessments provides a sound basis for decision-making. The provision of tender text modules in the form of quality criteria for relevant engineering services enables dissemination and transfer into implementation. The results of the Werk Möllersdorf serve as a basis for future projects and make a significant contribution to the promotion of resource efficiency and sustainability at district level.

# 3 Projektinhalt

## 3.1 Ausgangslage

Der Übergang zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Gesellschaft stellt Europa, Österreich und die Regionen vor tiefgreifende Herausforderungen. Während Klimaschutz und Energieeffizienz schon seit längerem im Mittelpunkt politischer Zielsetzungen stehen, rücken Materialeffizienz, Kreislaufführung und nachhaltige Ressourcennutzung erst in jüngerer Zeit verstärkt in das Blickfeld strategischer Programme. Dies ist besonders relevant, da der Bausektor gemäß Eurostat-Daten für rund die Hälfte der Rohstoffgewinnung sowie mehr als ein Drittel des Abfallaufkommens verantwortlich ist und damit eine zentrale Rolle für die Erreichung von Klima- und Ressourcenschutzzielen spielt. Mit dem Europäischen Green Deal (2019) und dem darauf aufbauenden Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft wurden die politischen Rahmenbedingungen in Europa deutlich geschärft. Neben dem Ziel der Klimaneutralität bis 2050 stehen die Stärkung der Kreislaufwirtschaft, die Verbesserung der Nachhaltigkeit von Bauprodukten und die Einführung neuer Produkthanforderungen im Fokus. Auch Österreich verfolgt mit der 2022 veröffentlichten Kreislaufwirtschaftsstrategie und der in Entwicklung befindlichen OIB-Richtlinie zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen eine klare Ausrichtung hin zu ressourcenschonenden Bau- und Nutzungskonzepten. Insgesamt zeigen diese Entwicklungen, dass sich der Rahmen für eine klima- und ressourcengerechte Transformation im Bauwesen dynamisch weiterentwickelt – gleichzeitig bleibt die Umsetzung in der praktischen Quartiers- und Projektentwicklung eine zentrale Herausforderung. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Frage an Bedeutung, wie diese neuen Anforderungen – von Klimaschutz und Klimawandelanpassung über Kreislauffähigkeit bis hin zu sozialer Nachhaltigkeit – in konkrete Planungs- und Entwicklungsprozesse integriert werden können. Genau hier setzt das Projekt ResourceRevival im Werk Möllersdorf an: Auf dem rund 24.000 m<sup>2</sup> großen Areal einer ehemaligen Metallfabrik in Traiskirchen soll ein zukunftsfähiges, klimafittes Quartier entstehen, das die Potenziale des Bestandes – von wiederverwendbaren Baumaterialien bis hin zu Flächen für grüne und blaue Infrastrukturen – systematisch nutzt. Grundlage bildet ein Gesamtkonzept, das historische Bausubstanz, ressourcenschonende Bauweisen, ein klimaneutrales Energiekonzept sowie soziologische und städtebauliche Anforderungen miteinander verbindet. Ein Teil des Areals wird vom gemeinnützigen Wohnbauträger “Neue Heimat” entwickelt. Damit rücken zusätzlich zu technischen und ressourcenseitigen Fragen auch Aspekte der Leistbarkeit, so-

zialen Durchmischung und die spezifischen Rahmenbedingungen des geförderten Wohnbaus ins Zentrum. Ein „Quartier der Zukunft“ muss somit nicht nur klima- und ressourcenschonend, sondern auch sozial ausgewogen und langfristig leistbar gestaltet werden.

Das Projekt baut auf nationalen und internationalen Entwicklungen zu urbaner Transformation, Kreislaufwirtschaft sowie nachhaltigen Energie- und Nutzungskonzepten auf und greift zugleich auf umfangreiche Vorarbeiten zurück – darunter städtebauliche, architektonische und energetische Planungen sowie der 10-Punkte-Transformationsplan des Grundstückseigentümers Kallinger Projekte. So entsteht eine fundierte, praxisnahe Ausgangsbasis, um die zentrale Forschungsfrage zu bearbeiten: Wie lassen sich klima- und ressourcenschonende Anforderungen so in die Quartiersentwicklung integrieren, dass ein resilientes, lebenswertes und leistbares Quartier entsteht?

### 3.2 Spezifische Projektziele

Ziel des Projekts ResourceRevival ist es, die Ressourcenpotenziale des Bestands nutzbar zu machen, Materialkreisläufe zu schließen und ein klimaneutrales sowie resilientes Quartier vorzubereiten. Durch eine frühzeitige, ressourcenorientierte Untersuchung und Planungsvorbereitung werden Transparenz geschaffen, Risiken reduziert und fundierte Entscheidungsgrundlagen für die weitere Quartiersentwicklung bereitgestellt. Als Basis dafür werden Bedarf und Verfügbarkeit von Materialien, Energie- und Wassersystemen je Baufeld sowie im Gesamtquartier ermittelt und einander gegenübergestellt. Das Werk Möllersdorf soll sich zu einem neuen Stadtteil Traiskirchens entwickeln, der bestehende und künftig anfallende Ressourcen weitgehend vor Ort nutzt und den Import und Export von Energie, Wasser und Materialien auf ein Minimum reduziert.

Die spezifischen Projektziele gliedern sich wie folgt:

#### **Ziel 1: Entwicklung eines holistischen Ressourcen-Konzepts auf Quartiersebene**

Im Mittelpunkt steht die integrierte Betrachtung von Materialien, Wasser und Energie. Während vielerorts Teilaspekte wie Bestandsmaterialien, Schwammstadtelemente oder erneuerbare Energiekonzepte separat untersucht werden, verfolgt dieses Projekt eine systemische Zusammenführung dieser Bereiche.

Ziel ist ein ganzheitliches Konzept auf dem Weg zur Ressourcenneutralität, das vorhandene Potenziale nicht nur erhebt, sondern durch Synergien – etwa zwischen Energieversorgung, Materialkreisläufen und Wasserinfrastruktur – aufwertet. Dazu zählen unter anderem:

- Erhebung und Bewertung der wiederverwendbaren Bestandsmaterialien (Pre-Deconstruction Audit nach DIN SPEC 91484) und Ableitung von Einsatzmöglichkeiten nach der Kreislaufwirtschaftshierarchie.
- Analyse des Potenzials von Regenwasser- und Grauwassernutzung inklusive Wärmerückgewinnung.
- Betrachtung naturbasierter Lösungen (NBS) und deren Materialbedarf in Verbindung mit möglichen Sekundärmaterialien.
- Integration eines klimaneutralen Energiekonzepts in die Stoff- und Wasserkreisläufe.

### **Ziel 2: Technische Machbarkeitsstudie für ein ressourcenneutrales Quartier**

Aufbauend auf der Festlegung zukünftiger Nutzungsstrukturen werden die technischen, rechtlichen und ökologischen Voraussetzungen geprüft, um „Ressourcenneutralität“ möglichst weitgehend umzusetzen.

Schwerpunkte dieses Ziels sind:

- Minimierung von Ressourcenimporten und -exporten (Material, Wasser, Energie).
- Untersuchung der technischen Eignung von Abbruchmaterialien – insbesondere Ziegelbruch – als Bestandteil von Grün-Blauer-Infrastruktur (z.B. als Substrat oder in Rigolen).
- Prüfung der ökologischen Unbedenklichkeit und rechtlichen Zulässigkeit neuer Materialanwendungen.
- Bewertung von Auswirkungen der Wiederverwendung und Ertüchtigung von Bauelementen auf Energiebedarf und Ökobilanz des Quartiers.

Das Ergebnis ist eine interdisziplinär abgestimmte technische Machbarkeitsanalyse, die den Handlungsspielraum für eine ressourcenschonende Quartiersentwicklung fundiert beschreibt.

### **Ziel 3: Entwicklung von Ausschreibungsgrundlagen und Qualitätskriterien**

Um die Vervielfältigung der entwickelten Herangehensweise zu erleichtern, werden Qualitätskriterien für zukünftige Vergaben solcher Vorab-Untersuchungen erarbeitet. Dazu wurden Empfehlungen für Planungs- und Prozessabläufe in Form eines Leitfadens für die res-

sourcenorientierte Planungsvorbereitung überführt. Ausschreibungstexte und Qualitätskriterien für ebensolche Ingenieurdienstleistungen sollen die Erkenntnisse der Sondierung praxisgerecht abbilden.

#### **Ziel 4: Quantifizierung der Mehrwerte und Lebenszyklusanalyse**

Um die Vorteile eines ressourcenschonenden Quartiers nachvollziehbar und entscheidungsrelevant darzustellen, erfolgt eine umfassende Bewertung der ökologischen und ökonomischen Mehrwerte:

- Lebenszykluskostenanalysen für verschiedene Ressourcenszenarien.
- Ökobilanzierung von Material- und Energiekonzepten auf Quartiersebene.
- Darstellung von Einsparungspotenzialen (Kosten, Emissionen, Ressourcenverbrauch) durch Synergienutzung.
- Vergleich unterschiedlicher Entwicklungsvarianten hinsichtlich Klimawirkung, Ressourcenschonung und Resilienz.

### **3.3 Methodik**

#### **3.3.1 Szenariendefinition**

Da das Sondierungsprojekt zu einem Zeitpunkt ansetzte, wo sich die zukünftige Quartiersentwicklung noch in Abstimmung mit der Gemeinde befindet, ist die zukünftige Ausgestaltung des Quartiers, in Hinblick auf Art und Umfang der Bebauung, Energiesysteme und -träger, Nutzung und Begrünung von Freiflächen und Dächern, Mobilitätskonzepte, Umgang mit Bestandmaterialien sowie Wassermanagement noch relativ offen. Diese Aspekte wurden herangezogen, um eine systematische Differenzierung zwischen konventionellen, realistischen und idealisierten Entwicklungspfaden aufzuzeigen.

Grundlage für die Definition von zukünftigen Bebauungsszenarien war eine umfassende Bestandsaufnahme der baulichen Strukturen, der vorhandenen Flächen und der energetischen sowie wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Parallel dazu wurden die rechtlichen und planerischen Rahmenbedingungen (z. B. Flächenwidmungs- und Bebauungspläne, Vorgaben der Bauordnung, Stellplatzregelung, Städtebaukonzept) berücksichtigt. Diese bilden die Basis für die Abgrenzung zwischen Szenarien, die sich eng an bestehenden Normen und Vorgaben orientieren, und Szenarien, die ambitionierte Nachhaltigkeitsziele in den Vordergrund stellen.

## **Durchführung von Workshops**

Im Rahmen der Szenarienentwicklung wurden zwei Workshops durchgeführt, die unterschiedliche Schwerpunkte setzten und gemeinsam die Grundlage für die Abgrenzung der Szenarien bildeten. Im ersten Workshop am 27.08.2024 stand das gemeinsame Kennenlernen des Areals sowie die Vorstellung der Quartiersvision im Vordergrund. Dabei wurden erste Bebauungskonzepte diskutiert, gemischte Nutzungsstrukturen aus Wohnen, Gewerbe und Gemeinschaftsflächen definiert und Gebäude mit Sanierungs- bzw. Umnutzungspotenzial besprochen. Zusätzlich erfolgte eine erste Quantifizierung der Wohnungs- und Arbeitsplatzdichten, die Diskussion von Stellplatzvorgaben sowie die Skizzierung eines Bau- und Sanierungszeitplans. Damit wurden die zentralen Parameter für die Bebauungsszenarien festgelegt und die Abgrenzung zwischen Bestandserhalt und Neubau vorbereitet.

Der zweite Workshop am 26.09.2024 diente der Konkretisierung ressourcen-orientierter Maßnahmen in den Bereichen Energie, Wasser und Materialien. Diskutiert wurden unter anderem Lösungen zur Regenwasserbewirtschaftung und Grauwassernutzung, Begrünungsmaßnahmen, Konzepte für die Wiederverwendung und Aufbereitung von Baumaterialien sowie verschiedene Ansätze zur Energieversorgung von dezentralen Anlagen bis hin zu gemeinschaftlichen Netzen mit Speichermöglichkeiten. Darüber hinaus wurden Schnittstellen zwischen den Ressourcenthemen herausgearbeitet und Bewertungsbögen entwickelt, mit deren Hilfe die Maßnahmen systematisch den Szenarien zugeordnet werden können. Die identifizierten Maßnahmen wurden in Maßnahmenpakete überführt, die später den Szenarien zugeordnet wurden. Dabei wurde eine Bandbreite von konservativen bis hin zu idealisierten Ansätzen berücksichtigt, sodass die anschließende Analyse Unterschiede in Ressourceneffizienz, technischer Machbarkeit und ökologischer Wirkung abbilden kann. So erfolgte die Szenarienentwicklung in enger Zusammenarbeit zwischen den Konsortialpartnern (Energie, Landschaftsplanung, Kreislaufwirtschaft) sowie unter Berücksichtigung der Perspektiven von der beiden Bauträger Kallinger Projekte und dem gemeinnützigen Bauträger "Neue Heimat". Dadurch konnte gewährleistet werden, dass die Szenarien sowohl technische Plausibilität als auch praxisrelevante Anknüpfungspunkte besitzen.

## **Baufeld- und Hallenbezeichnungen**

Für die Bearbeitung des Forschungsprojekts wurden einheitlich verwendete Baufeld- und Hallenbezeichnungen eingeführt. Das Grundstück 50/1 der "Neuen Heimat" im Süden des Werk Möllersdorfs umfasst das Baufeld (BF) 3 mit Halle 9 und 10 sowie das Baufeld 4 mit Hallen 8, 11 und 12. Das Grundstück 50/2 des Bauträgers Kallinger Projekte umfasst die Hallen 1 und 2 auf Baufeld 1 und die Hallen 3, 6 und 7 auf Baufeld 2. Da die Halle 4 bereits vollumfänglich nach dem Stand der Technik saniert ist, wurde sie in den energietechnischen

Untersuchungen des Quartiers außenvorgelassen; in den Freiraumkonzepten wird sie dem Baufeld 2 mit dem Suffix /2 zugeordnet (vgl. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).



Abbildung 1: Im Forschungsprojekt verwendete Baufeld- und Hallenbezeichnungen (eigene Darstellung, e7)

### **3.3.2 Machbarkeit des Einsatzes von Abbruchmaterialien in NBS durch co-kreative Recherche**

#### **Verwertungsoptionen und Anwendungsmöglichkeiten von Ziegeln**

Für die Verwendung des rückgebauten Ziegelmaterials gibts es verschiedene Möglichkeiten. Ein mögliches Einsatzgebiet ist die Wiederverwendung des ganzen bzw. aufbereiteten Mauerziegels. Diese Anwendung findet vor allem im Bereich der Restaurierung von Altbauten, traditioneller Neubauten oder bei Sichtmauerwerken statt. Ist der direkt Re-Use (Weiterverwendung) nach dem Rückbau nicht möglich, so besteht eine weitere Verarbeitung im Rahmen des Recyclings. Dabei wird der rückgebaute Ziegel für die Herstellung neuer Mauerziegel, im Straßenbau oder als Zuschlagsstoff verwendet.

Laut dem Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie kann Ziegelbruch auch als Rohstoffersatz zur Herstellung neuer Produkte eingesetzt werden. So besteht die Möglichkeit des Einsatzes von Ziegelmaterial im Garten- und Landschaftsbau, wo es in Form von Splitt in den Fraktionen 2/4, 4/8 und 8/12 mm als Zuschlagsstoff in Substraten Verwendung findet. Ein Substrat ist ein künstlich zusammengesetztes, technisch definiertes Wachstums- und Funktionsmaterial, das nicht natürlich gewachsen ist (im Gegensatz zu Boden), gezielt technische und biologische Funktionen erfüllt und aus definierten mineralischen und/oder organischen Bestandteilen besteht. Ein Substrat ist technisch hergestellt, definierbar, reproduzierbar, gilt als Baustoff und ist zum Teil bilanzierbar. Dies ist (gemäß der ÖNORM L 1133, ÖNORM L 1136, ÖNORM B 3691, ÖNORM S 2211, zukünftige B1131) jedoch nur möglich, wenn es sich um sortenrein aufbereiteten Tonziegel handelt. Aufgrund seiner hohen Wasserspeicherkapazität, Luftdurchlässigkeit und Strukturstabilität wird das Material vor allem in Drainageschichten z.B. bei extensiven Dachbegrünungen oder der Bepflanzung von Trögen angewendet.

#### **Verwertungsoptionen und Anwendungsmöglichkeiten von Bodenaushub**

Je nach Beschaffenheit und Zusammensetzung des Aushubes stehen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten zur Verwendung und Verwertung zur Verfügung. Dies kann von einer direkten Wiederverwendung im Bauwesen bis hin zur Verarbeitung in Substraten reichen. Dazu gibt es bereits zahlreiche Forschungsprojekterkenntnisse. Aushub ist im Gegensatz zu Substrat natürlich gewachsen, heterogen und standortabhängig; rechtlich wird er oft als Abfall und ungeeignet für eine Bilanz bewertet. Aushub kann Ausgangsmaterial für Substrat sein, ist aber kein Substrat per se.

Am häufigsten wird Aushubmaterial direkt vor Ort wieder eingebaut, um aus wirtschaftlicher Sicht einen Masseausgleich anzustreben. Weitere Möglichkeiten sind der Einsatz im

Straßen- und Wegebau, Einsatz in der Landwirtschaft und im Gartenbau und Verarbeitung zu Recycling-Baustoffen. Im Straßen- und Wegebau wird das Aushubmaterial für die Herstellung von Unterbau und Tragschichten herangezogen. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist im Rahmen von straßenbaulichen Begleitmaßnahmen wie z.B. als Lärm- und Sichtschutz. So wurde beispielsweise entlang der Schnellstraße S1 der Lärmschutzwall teilweise aus vor Ort gewonnenen Aushubmaterial errichtet, wodurch der beim Transport entstehende CO<sub>2</sub>-Ausstoß, die Lärmbelastung im Verkehr sowie auch der Deponiebedarf reduziert werden konnte.

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz in der Landwirtschaft und im Gartenbau. Bodenaushub wird im Gartenbau auf verschiedenen Weisen angewendet. So dient er einerseits zur Herstellung von Erde und Substraten, als auch als Zuschlagstoff für Komposte. In der Landwirtschaft dient das Aushubmaterial zur Rekultivierung, zur Bodenverbesserung, zum Ausgleich von kleinräumigen Unterschieden in der Bodenfruchtbarkeit (Bonität), zur Beseitigung von Erosionsschäden sowie zur Schaffung von ebenen Lager- und Auslaufflächen von Nutztieren. Auch eine Aufbereitung von Bodenaushub zu qualitätsgesicherten Recycling-Baustoffen ist möglich. Dies bringt nicht nur wirtschaftliche Vorteile, sondern wirkt sich auch positiv auf die Umwelt aus, da wertvolle Rohstoffe geschont und Deponievolumen eingespart werden.

### **Interviews mit Expert:innen**

Zur Feststellung der Eignung von Ziegelbruch für die Bereiche Dachsubstrat, Retentions- bzw. Versickerungselemente sowie Schotterrassen wurden zusätzlich anhand eines ausgearbeiteten Gesprächs-Leitfadens verschiedene Interviews mit Expert:innen aus den Bereichen Ressourcenmanagement und Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Baustoffrecycling, Vegetationstechnik und Bauwerksbegrünung, Nature-based Solutions, Landschaftsplanung, nachhaltige Bauprodukte sowie partizipative und ko-kreative Planungsprozesse geführt. Ergänzend wurde eine Recyclinganlage besichtigt, um vertiefte Einblicke in die Aufbereitung und Weiterverwendung mineralischer Baurestmassen zu gewinnen.

Im Zuge der Interviews wurden unterschiedliche Themenblöcke im Hinblick auf die Verwendung von Ziegelbruch in NBS bearbeitet. Dazu zählen technische Anforderungen, ökologische sowie ökonomische Aspekte, logistischen Fragen, weiters praktische und prozessuale Fragen. Nachfolgend werden diese Blöcke abgehandelt und mit der Literatur (siehe Literaturverzeichnis) verglichen. Im Rahmen der Gespräche wurden zunächst die physikalischen Anforderungen diskutiert, welche Recyclingprodukte für den Einsatz in Nature-based Solutions (NBS) erfüllen müssen. NBS sind Maßnahmen, die natürliche Prozesse gezielt nutzen

oder nachahmen, um gesellschaftliche Herausforderungen wie Klimawandel, Hitze, Starkregen oder Biodiversitätsverlust wirksam, nachhaltig und wirtschaftlich zu lösen, also geplante, technisch unterstützte Naturlösungen mit messbarer Wirkung.

Darüber hinaus wurden Empfehlungen zu geeigneten Mischverhältnissen für den Einsatz von Recyclingziegel-Produkten in Dachsubstraten sowie in Retentions- und Versickerungselementen eingeholt. In einem weiteren Schritt erfolgte die Befragung der Expert:innen nach geeigneten Prüfverfahren, mit denen sich die Eignung der Ziegel nachweisen lässt. Zudem wurde auf die notwendigen Aufbereitungsverfahren eingegangen, die zur Herstellung geeigneter Ziegelfraktionen erforderlich sind.

### **3.3.3 Stoffstromanalyse**

Ziel ist die Quantifizierung und Gegenüberstellung von Ressourcenströmen im Quartier Werk Möllersdorf. Aufbauend auf der vorangegangenen Szenariendefinition werden dabei sowohl die anfallenden Ressourcen (Supply/OUT) aus Rückbau, Neubau und Betrieb als auch die zukünftigen Bedarfe (Demand/IN) erfasst und analysiert. Der Fokus liegt auf den drei Ressourcentypen Wasser, Materialien und Energie, die für die Entwicklung eines ressourceneffizienten und klimaneutralen Quartiers maßgeblich sind.

Die Erhebung und Aufbereitung der Stoffströme erfolgt auf Basis normativer Vorgaben, bestehender Vorstudien, BIM-Auswertungen sowie ergänzender Annahmen und Interviews mit Fachpartner:innen. Mit dieser Datengrundlage wird eine erste Einschätzung ermöglicht, in welchem Ausmaß die lokal anfallenden Ressourcen innerhalb des Quartiers eingesetzt werden können und in welchen Bereichen weiterhin externe Importe erforderlich sind.

Die Ergebnisse dienen nicht nur zur Darstellung der Ressourcensituation je Szenario (wie in 4.1 definiert) sondern auch als zentrale Grundlage für die ökonomische und ökologische Bewertung. Damit bildet die Stoffstromanalyse die Brücke zwischen der qualitativen Szenarientwicklung und der quantitativen Bewertung der Ressourceneffizienz.

#### **3.3.3.1 Materialien**

Das Vorgehen bzgl. der Analyse eines Gebäudebestandes hinsichtlich der Potenziale zu kreislaufwirtschaftlich hochwertigen Weiter-Nutzungen ist bereits Gegenstand einiger Leitfäden, Standarddokumente und einer nationalen Verordnung. Im Europäischen Kontext hat

sich dazu der Begriff Pre-Deconstruction Audit etabliert. Wenngleich in verschiedenen Texten verwendet, besteht keine einheitliche Definition bzgl. der behandelten Inhalte. Im Projekt wurden die Themen entlang eines Social Urban Mining Konzepts erarbeitet. Social Urban Mining verbindet den verwendungsorientierten Rückbau mit der Sozialwirtschaft und ermöglicht damit die

- Wiederverwendung von gebrauchten Gegenständen (ökologischer Nutzen)
- Beschäftigung von arbeitsmarktfernen Personen (sozialer Nutzen)
- Weitergabe von gebrauchten Bauteilen an soziale bzw. gemeinnützige Einrichtungen (sozialer Nutzen)
- Gewinnung und Trennung von Abfallfraktionen für hochwertiges stoffliches Recycling (ökologischer Nutzen)
- Wertstoffsicherung aus Rückbauobjekten (ökonomischer Nutzen)
- Sichtbarmachung der Wertstoff Erlöse und der Entsorgungskosten (ökonomischer Nutzen)

In ResourceRevival wurden ergänzend auch die Themen der Sekundärrohstoffpotentiale in die Analyse integriert.

Die Potentiale im Projekt finden sich im Bereich von abbruchvorbereitenden Rückbautätigkeiten und in Bereich der Wiederverwendung. Die Entfrachtungsarbeiten betreffen Teilbereiche der vorhandenen Schad- und Störstoffe. Dem folgend wurden die Bestands- und Umbaupläne sowie die Ergebnisse der Schad- und Störstofferkundung und der vorgenommenen Begehungen analysiert. Der Vergleich dieser Quellen weist Arbeitsbereiche und Umfänge aus, die eine klare Schnittstelle für die Kostenschätzung und Leistungsverrechnung unterstützen. Entsprechend dieser Ausgangslage leiten sich folgende mögliche Bearbeitungsfelder für den sozialwirtschaftlichen Rückbau ab:

- Entfernen und Bereitstellung zur Abholung von abgehängten Metall Decken
- Entfernen und Bereitstellung zur Abholung von Leuchtkörpern inkl. Leuchtstoffröhren
- Entfernen und Bereitstellung zur Abholung von Türblättern (Innentüren)
- Demontieren und sortenreine Sammlung von Kupferkabeln und Kupferkomponenten

Die Darstellung der Wiederverwendungspotentiale rund 140 verschiedener Baukomponente, erfolgt in einer dreistufigen Einteilung für den "Aufwand für die Bereitstellung" (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Weitere Faktoren wie die Möglichkeit des zerstörungsfreien Ausbaues, die Nachfrage in der Region, Timing, Neupreise und Marktgeschehen beeinflussen die Möglichkeit für Wiederverwendung ganz wesentlich.

Die Analyse der Potentiale für sekundäre Rohstoffe, also vor allem der mineralischen Abfallfraktionen erfolgt in einem BIM-Modell. Sie weist ein Potential für Beton- und Ziegelbruch von rund 11.000 Tonnen aus, die durch Brechen und Sieben erzeugt werden könnten.

Die Ergebnisse der Beschäftigung mit den Materialitäten im Bestand unterstreicht erneut die Bedeutung einer qualitativ hochwertigen, inhaltlich umfassenden Schad- und Störstofferkundung. Diese ist eine Art Versicherung, um das Risiko für unangenehme Überraschungen und Nachträge während des Rückbaus selbst möglichst zu minimieren. Die Rechtslage in Österreich dahingehend ist für Europa beispielgebend. Gleichzeitig finden sich eine Reihe von Leitfäden und Guidelines, die die Stakeholder bei der Umsetzung unterstützen. Der wesentliche Unterschied in Österreich ist, dass diese Analyse bereits gesetzlich verankert ist, in anderen Ländern jedoch nicht, bzw. nicht in diesem Ausmaß.

Aufwand für die Bereitstellung	
<b>gering</b>	Gebäudekomponenten, die mit <b>geringem Aufwand</b> als Re-Use Produkt bereitgestellt werden können. Sie besitzen daher ein hohes Re-Use Potenzial: Mögliche <b>Einstufungskriterien</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leicht lösbare Verbindungen.</li> <li>• Serienmäßig gefertigte Elemente.</li> <li>• Eine Person kann die Arbeit ausführen.</li> <li>• Elektr. Betriebsmittel sind NICHT zwingend erforderlich.</li> </ul>
<b>mittel</b>	Bauteile mit die nur <b>mit erheblichem Aufwand</b> als Re-Use Produkte bereitgestellt werden können. Leitfragen können sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindungen sind nicht einfach lösbar ausgeführt.</li> <li>• Vorprüfungen/Gutachten von Befugten sind notwendig (z.B. Elektrogutachten).</li> <li>• Produkteigenschaften müssen festgestellt werden (z.B. Kennwerte)</li> <li>• Elektr. Maschinen/Werkzeug ist zwingend erforderlich.</li> <li>• Arbeiten in der Höhe (mit z.B. Steiger)</li> </ul>
<b>hoch</b>	Gebäudekomponenten für deren Aufbereitung Tätigkeiten mit <b>komplexem Aufwand</b> verbunden sind. Mögliche Leitfragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• schweres Gerät/Arbeitswerkzeug ist erforderlich (Bagger, Kran)</li> <li>• gezielte Logistikplanung ist notwendig (u.U. nur in Zusammenhang mit dem Abbruch selbst möglich)</li> <li>• Es handelt sich um große Bauteile (z.B. Kühlkammer, Tank, Hallen).</li> <li>• Es handelt sich um statisch tragende Bauteile. Ausbau erst im Zuge des maschinellen Rückbaus</li> </ul>

Abbildung 2: Re-Use-Potenzialampel zur Kategorisierung des Aufwands für die Bereitstellung von Baukomponenten (Quelle: BauKarussell)

### Schad- und Störstoffe

Die Schad- und Störstofferkundung weist hallenspezifisch das Vorhandensein von Schadstoffen und Störstoffen aus. Zusammengefasst zeigt sich, dass in allen Hallen derartige Materialien vorkommen. Auf Grund der vormaligen Nutzung und der unterschiedlichen Gebäudeausführungen sind Art und Verortung in den Bauteilen unterschiedlich.

Vorhandene Schadstoffe:

- Künstliche Mineralfasern (Decken- und Wanddämmung)
- Brandschutztüre (Füllung mit künstlicher Mineralfaser)
- Teerrückstände (PAK-haltige Dachabdichtung, Teerkork)
- PVC-Abfälle und Schäume auf PVC-Basis
- Asbestfaserzement (Welleternit, Lüftungs- und Anschlussrohre)
- POP-Abfall EPS – Fassade

Vorhandene Störstoffe:

- Baustellenabfälle (Fenster, Türen, Tore, Lichtkuppeln)
- Bodenbelege (PVC)
- EPS-Wärmedämmverbundsysteme
- Glasbausteine
- Gipsabfälle (Gipskarton)
- Asphalt
- Technische Anlagen
- Elektroinstallationen
- Holzwerkstoffe

### **Bodenaushub**

Vor Beginn des Sondierungsprojekts wurden Boden- und Grundwasseruntersuchungen zur Ermittlung der erforderlichen Deponieklassen durchgeführt. Diese ergaben für ehemalige Industrieareale typische Ergebnisse mit lokalen Belastungen. Auf dieser Grundlage wurden die zu erwartenden Aushubmengen zufolge der geplanten Untergrundbauwerke den jeweiligen Deponieklassen zugeordnet. Durch eine geeignete Aufbereitung (z. B. Siebung) und anschließende Laborprüfung auf die Einhaltung der maßgeblichen Eluat-Grenzwerte könnte das Bodenaushubmaterial als Substratkomponente eingesetzt werden. Da im Zuge der Bodenuntersuchungen keine Sieblinien erhoben wurden, erfolgte für die Bewertung des Wiedereinsatzes eine Ableitung von Korngrößenverteilungen auf Basis der Schichtbeschreibungen.

### **Ziegelbruch**

Die anfallenden Ziegelmassen wurden auf Basis des BIM-Modells des Bestandsgebäudes sowie der Ergebnisse des Schad- und Störstoffberichts ermittelt. Das historische Ziegelvollsteinmauerwerk am Standort weist vermutlich aufgrund des Keramik-Gips-Verbunds Unterschiede im Zerkleinerungswiderstand auf. Dies erleichtert den Aufschluss und ermöglicht mit gängiger Brechtechnik eine hohe Trennschärfe zwischen Ziegel- und Begleitmaterialien.

Im Real-Szenario erfolgt ein konventioneller Abbruch ohne besondere Selektivität. Das Material fällt als gemischter Bauschutt an und kann ohne Schadstoffprüfung nicht als Ersatzbaustoff genutzt werden. In der Praxis führt dies in der Regel zu einer vollständigen Deposition. Zwar setzen Abbruchunternehmen oft auf selektiven Rückbau, um Deponiekosten zu reduzieren, jedoch ist dies nicht im Basisszenario berücksichtigt. Im Real+ und Ideal-Szenario wird ein selektiver Rückbau mit hoher Trennschärfe angenommen. Dabei werden Putz, Estrich und andere Verunreinigungen entfernt, sodass sortenreiner Ziegelbruch entsteht. Dieser kann zentral oder mobil aufbereitet und zu spezifischen Fraktionen verarbeitet werden, die sich als Substratkomponenten für Nature-Based Solutions (NBS) eignen. Die in Tabelle 1 dargestellten Recyclingraten (in m<sup>3</sup> pro Fraktion) wurden pro Tonne mobil aufbereiteten Ziegel angenommen. Nicht benötigte, zu grobe Fraktionen können einem erneuten Brechvorgang zugeführt werden, wobei sich der Anteil der Staubfraktion (0/2 mm) immerzu erhöht.

Tabelle 1: Angenommene Recyclingrate („Ausbeute“ von Ziegelbruchfraktionen) einer mobilen Brechanlage

Fraktion	Anteil	pro 1 t Ziegel	Dichte	Volumen pro t Ziegel
0/2 mm	~ 15 %	~ 150 kg	1200 - 1600 kg/m <sup>3</sup>	~ 0,11 m <sup>3</sup>
2/4 mm	~ 12 %	~ 120 kg	1600 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	~ 0,07 m <sup>3</sup>
4/8 mm	~ 30 %	~ 300 kg	1800 - 2000 kg/m <sup>3</sup>	~ 0,16 m <sup>3</sup>
8/12 mm	~ 30 %	~ 300 kg	2000 - 2300 kg/m <sup>3</sup>	~ 0,14 m <sup>3</sup>
> 12 mm	~ 3 %	~ 30 kg	2300 - 2500 kg/m <sup>3</sup>	~ 0,01 m <sup>3</sup>

### 3.3.3.2 Energie

Die Erhebung der Energien auf Baufeld- und Gebäudeebene stellt eine erste Abschätzung dar und dient der Aufstellung einer jährlichen Energiebilanz, um damit Überschüsse und Unterversorgungen ausfindig zu machen. Somit bildet sie die Basis zur Entwicklung der Energiekonzepte, wobei in weiterer Folge die Energiepotenziale genauer betrachtet und die benötigten Anlagen mithilfe synthetischer Lastprofile in nPro simuliert und vordimensioniert werden (siehe 5.3.2). Die Erhebung der benötigten Energiebedarfe und vorhandenen Energiepotenziale erfolgt in jährlicher Auflösung je Gebäude, wobei zwischen Wärme und Elektrizität unterschieden wird. Als Systemgrenze wird die Gebäudehülle genommen. Die den Gebäuden zugeführte Energie fällt unter die Kategorie IN, die abgeführte Energie unter die Kategorie OUT. Somit wird etwa der Kältebedarf als Wärme OUT gezählt, da zum Kühlen

Wärme abgeführt werden muss. Die erste Erhebung der Energien erfolgt Szenarien-unabhängig. Bei den Energiepotenzialen handelt es sich jeweils um das maximal verfügbare Potenzial. Für Photovoltaik (PV) und Photovoltaik-Thermie (PVT) wird dazu jeweils die maximal belegbare Dachfläche herangezogen, somit sind diese mit ihrem maximalen Potenzial wechselseitig ausschließend. Die maximalen Potenziale der Geothermie sind kombinierbar.

### Raumwärmebedarf

Der Energiebedarf der Raumwärme ergibt sich aus den Mindestanforderungen für den Heizwärmebedarf (HWB) nach klimaaktiv Standard mit einem Zuschlag für Verluste, in Abhängigkeit der Kompaktheit (A/V-Verhältnis).

Die verwendeten spezifischen Bedarfe lauten:

- Wohnen: 34,33 – 40,10 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Büro: 37,28 – 38,94 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Lager: 10,00 – 60,00 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Werkstatt: 37,28 – 42,65 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>

### Warmwasserbedarf

Die Berechnung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitung erfolgte unter der Annahme, dass pro Person und Tag 50 Liter Warmwasser mit 50°C (Erwärmung von 10°C auf 50°C) bezogen werden (durchschnittlich zwei Personen pro Wohnung), wobei keine Verluste angesetzt wurden. Bei Nichtwohnnutzung wurden die Werte dem SIA 2024 Merkblatt (Zielwerte, Stand 2015) entnommen.

Die verwendeten spezifischen Bedarfe lauten:

- Wohnen: 10,14 – 18,83 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Büro: 1,56 – 1,97 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Lager: 0,79 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Werkstatt: 1,97 – 2,16 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>

### Strombedarf

Zur Erhebung des Strombedarfs für Betrieb und Licht wurden ebenfalls die Werte dem SIA 2024 Merkblatt (Zielwerte, Stand 2015) herangezogen. Der Strombedarf für Wärmepumpen zur Nutzung der geothermischen Potenziale wurde hier nicht berücksichtigt, da dieser Punkt im Unterkapitel Geothermie enthalten ist.

Die verwendeten spezifischen Bedarfe lauten:

- Wohnen: 7,06 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Büro: 8,25 – 10,41 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>

- Lager: 4,46 – 8,33 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>
- Werkstatt: 22,13 – 24,30 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF.a</sub>

### Geothermiepotenzial

Im Kontext der Erdwärmenutzung werden die Energieflüsse Wärme OUT (Erdsonden, Ringgrabenkollektor) sowie Wärme IN (Regenerationsbedarf von Erdsonden und Ringgrabenkollektoren) untersucht. Dabei hängt das Potenzial der Erdwärme davon ab, wie das Erdreich als Wärmequelle und -senke genutzt wird. Um eine nachhaltige Nutzung des Erdreichs sicherzustellen wird eine vollständige Regeneration des Erdreichs als Rahmenbedingung gesetzt. Die Regeneration durch das Erdreich selbst wird hierbei vernachlässigt. Das bedeutet, dass die gleiche Wärmemenge, welche dem Erdreich entzogen wird, diesem auch wieder zugeführt werden muss. Zur Nutzung der Erdwärme für die Raumheizung oder zur Bereitstellung des Warmwassers ist eine Wärmepumpe notwendig, wodurch die Wärmeenergie zum Heizen höher ist als die mögliche Entzugsenergie. Hierbei wurde eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 5 angenommen. Die simulierte Wärmeenergie für Raumwärme und Warmwasser etwa 890 MWh/a. Der Strombedarf liegt dabei bei etwa 180 MWh/a.

### Photovoltaik-Strom-Potenzial

Die Abschätzung des PV-Potenzials für das Baufeld 2 (Halle 5 und Halle 6) erfolgte mittels BIMsolar. Die Potenziale der übrigen Baufelder wurden den bereits vorliegenden Energiekonzepten entnommen. Die Untersuchungen ergeben ein PV-Potenzial zwischen 80 und 210 kWp pro Baufeld.

### Photovoltaik-Thermie-Potenzial

Die ausgehenden Energieflüsse von photovoltaisch-thermischen Kollektoren (PVT) umfassen sowohl Wärme als auch Elektrizität. Dabei wurden die spezifischen Energiepotenziale für Strom mit 220 kWh/m<sup>2</sup>a und jene für Wärme mit 450 kWh/m<sup>2</sup>a angenommen.

### Energiegehalt Grauwasser

Grauwasser ist gering verschmutztes Abwasser aus Duschen, Waschbecken oder Waschmaschinen, das – im Gegensatz zu Schwarzwasser – ohne Fäkalien anfällt und typischerweise eine Temperatur von rund 30°C aufweist. Nach entsprechender Aufbereitung kann es sowohl thermisch (Wärmerückgewinnung, Warmwasserbereitung), als auch stofflich genutzt werden (z. B. für Bewässerung oder WC-Spülung). Für die erste Abschätzung des Energiepotenzials wurde davon ausgegangen, dass dem Grauwasser 20 K entzogen werden können. Bei der anfallenden Menge an Grauwasser von 60 Liter pro Person und Tag ergibt sich ein Energiepotenzial von etwa 255 kWh pro Person pro Jahr.

### 3.3.3.3 Freiraum und Wasser

Für die Ressource Wasser wurden die wesentlichen Zu- und Abflüsse auf Quartiersebene erfasst und in Bezug auf Verfügbarkeit und Bedarf bilanziert. Betrachtet werden die Ströme Trinkwasser, Grauwasser, Regenwasser und Abwasser, wobei jeweils die Herkunft, mögliche Verwendungszwecke sowie saisonale Unterschiede berücksichtigt werden. Die Szenarien unterscheiden sich maßgeblich in der Behandlung und Nutzung von Grauwasser; unabhängig vom Szenario gilt: **Regenwasser** wird stets vollständig auf Eigengrund versickert. Unterschiede ergeben sich allerdings durch die variierenden abflusswirksamen Flächen, was unterschiedliche Anforderungen an das Versickerungsvolumen und somit an die Menge des erforderlichen Rigolenssubstrats nach sich zieht. Abwasser (**Schwarzwasser**) wird in allen Szenarien unbehandelt in das Kanalsystem eingeleitet. Eine Vor-Ort-Behandlung, beispielsweise über Sickergruben oder Constructed Wetlands, ist nicht vorgesehen.

#### Grauwasseranfall

Die Berechnung der im Quartier anfallenden Grauwassermengen basiert auf normativen Vorgaben sowie ergänzenden Erfahrungswerten. Maßgeblich herangezogen wurde die ÖNORM EN 16941-2:2022, die für Wohngebäude von einem täglichen Anfall von 60 bis 80 Litern Grauwasser pro Person ausgeht. Für die vorliegende Analyse wurde mit einem konservativen Wert von 60 Litern pro Person und Tag kalkuliert, was sich mit praxisnahen Dimensionierungsgrundlagen sowie mit den im Projekt geführten Fachgesprächen deckt. Da zum Zeitpunkt des Sondierungsprojekts lediglich ein vorläufiges Bebauungskonzept mit Angaben zu Bruttogeschossflächen (Wohnnutzung und sonstige Nutzung) sowie zur Anzahl der Wohneinheiten und Arbeitsplätze vorlag, wurde die zukünftige Bewohner:innenzahl über Durchschnittswerte der Wohnflächennutzung abgeleitet. Grundlage hierfür bildeten die statistischen Werte zur durchschnittlichen Wohnfläche pro Person in Österreich (Statista 2024), differenziert nach Rechtsverhältnissen:

- Wohnungseigentum: 43,2 m<sup>2</sup>/Person
- Gemeindewohnung: 29,5 m<sup>2</sup>/Person

Für gewerbliche und büroartige Nutzungen (Grundstück 50/2) wurde aufgrund der deutlich geringeren wasserbezogenen Nutzung eine nur geringe Grauwassermenge angenommen, die für eine zentrale Aufbereitung nicht ausreichend wäre. Aus diesem Grund wird dort in allen Szenarien auf Trinkwasser zurückgegriffen.

### Trinkwasserbedarf

Der Trinkwasserbedarf im Quartier wurde auf Basis normativer Durchschnittswerte sowie anerkannter Branchenkennzahlen abgeschätzt. Laut Angaben der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) liegt der durchschnittliche Tagesverbrauch pro Person in Österreich bei 130 Litern pro Tag. Dieser Wert umfasst sämtliche Anwendungen wie Konsum, Hygiene, Reinigung und Toilettenspülung. Für die Szenarienbetrachtung wurde dieser Gesamtwert in Toilettenspülungen und sonstigen Bedarf (Trinkwasser, Hygiene, Reinigung) differenziert. Mittels der geplanten Netto-Wohnflächen kann die erwartete Anzahl der Bewohner: innen ermittelt und die Bilanzierung von Grauwasserverfügbarkeit und -nutzung im Szenario Ideal erstellt werden.

### Regenwasserabfluss

Für die Blau-Grüne Infrastruktur ist eine Planung des Regenwassermanagements notwendig. Dabei wird der Regenwasserabfluss für jede Fläche ermittelt. Eine zentrale Kenngröße ist hierbei der Abflussbeiwert  $\Psi$ . Der Abflussbeiwert (gem. ÖWAV RB 45) beschreibt den Anteil des Niederschlags, der direkt oberflächlich abfließt, ohne im Boden zu versickern oder in Substraten zwischengespeichert zu werden. Vollständig versiegelte Flächen wie Asphalt weisen daher einen Abflussbeiwert von 1,0 auf, da keine Möglichkeit der Versickerung oder Zwischenspeicherung besteht. Oberflächen wie Substrate von Staudenbeete haben dagegen einen niedrigeren Abflussbeiwert. Hier kann ein Teil des Regenwassers zurückgehalten und zeitverzögert abgeführt werden, wodurch eine Zwischenspeicherung wie auch Nutzung durch die Vegetation ermöglicht wird. Für das Quartier wurden die Abflussbeiwerte wie folgt definiert:

- Versiegelte Flächen:  $\Psi = 1,0$
- Platten, Sand- und Rasenfugen:  $\Psi = 0,6$
- WGD, Schotterrasen, Rasengittersteine:  $\Psi = 0,3$
- Gründach extensiv:  $\Psi = 0,5$

Basierend auf den Flächenbilanzen (dargestellt in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis Abbildung 11) der für die Szenarien Real und Ideal erstellten Freiraumkonzepte (vgl. Kapitel 4.1.1), kann der erwartete Regenwasserabfluss je Szenario abgeschätzt werden.

### Substratbedarf

Auf Basis dieser Grundlage wurde das erforderliche Retentionsvolumen ermittelt. Dieses Volumen gibt an, wieviel Regenwasser während eines Niederschlagsereignisses zwischen-

gespeichert werden muss, um das Kanalsystem nicht zu überlasten und dadurch Überschwemmungen zu vermeiden. Darauf aufbauend wurde das notwendige Substratvolumen ermittelt, das für die Herstellung versickerungsfähiger Flächen erforderlich ist. Je weniger in den Flächen in den einzelnen Baufeldern gespeichert wird, desto mehr Substrat ist notwendig.

### **Bewässerungsbedarf**

Zur Ermittlung des notwendigen Bewässerungsbedarfs der Varianten Real und Ideal sowie für jedes Baufeld wurde der Wasserbedarf in Liter pro Monat berechnet. In einem weiteren Schritt wurde die benötigte Wassermenge nach Abzug des monatlich anfallenden Niederschlags ermittelt. Grundlage hierfür bildeten die Daten des Hydrografischen Jahrbuchs der Region Guntramsdorf. Dabei wurden die Messwerte der letzten sechs Jahre herangezogen (2016-2021) und ein Mittelwert gebildet. Trotz Einplanung trockenheitsresistenter Pflanzen und wasserspeichernder Substrate, ist eine zusätzliche Bewässerung in langanhaltenden und niederschlagsarmen Hitzeperioden notwendig.

### **3.3.4 Mehrwerte der ressourcenschonenden Quartiersplanung**

Ressourcenschonende Quartiersplanung erfordert häufig ein Umdenken etablierter Planungs- und Entscheidungsprozesse. Planungsaufwände verschieben sich teilweise in frühere Projektphasen und es kommt zu Abweichungen von standardisierten Vorgehensweisen, etwa durch zusätzliche Abstimmungen, vertiefte Variantenuntersuchungen oder eine frühzeitige Vordimensionierung von Anlagen und Infrastrukturen. Diese erhöhte Komplexität kann zunächst als Mehraufwand wahrgenommen werden, bildet jedoch die Grundlage dafür, Potenziale einer integrierten, kreislauforientierten Entwicklung systematisch zu identifizieren und zu bewerten.

Vor diesem Hintergrund untersucht das Forschungsprojekt ResourceRevival, welche potenziellen Mehrwerte sich aus einer ressourcenorientierten Quartiersplanung ergeben können. Im Fokus stehen dabei jene Aspekte, die durch bewusste Entscheidungen in frühen Planungsphasen maßgeblich beeinflusst werden und sich zwischen den in Kapitel 4.1 definierten Szenarien unterscheiden. Ziel ist es nicht, eine vollumfängliche Bewertung des gesamten Quartiers vorzunehmen, sondern zentrale Stellschrauben herauszuarbeiten, anhand derer sich Auswirkungen unterschiedlicher Planungsansätze nachvollziehbar vergleichen lassen.

Methodisch werden diese potenziellen Mehrwerte entlang dreier zentraler Bewertungsebenen untersucht: den Lebenszykluskosten über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren, der Ökobilanz des Quartiers mit einem Zeithorizont von 50 Jahren sowie der Einordnung im Hinblick auf relevante Zertifizierungssysteme, insbesondere klimaaktiv Gebäude und Quartiere.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die methodische Vorgehensweise zur Bewertung dieser Mehrwerte im Detail. Sie legen dar, welche Annahmen getroffen werden, welche Systeme und Anlagen betrachtet werden und wie die Vergleichbarkeit zwischen den Szenarien hergestellt wird. Ergebnisse und quantitative Aussagen werden bewusst nicht vorweggenommen, sondern in den entsprechenden Ergebniskapiteln dargestellt.

### **3.3.4.1 Kosten**

#### **Energieversorgung**

Die Wärmeversorgung kann individuell, gemeinschaftlich oder über einen Energiedienstleister erfolgen. Bei der Einzelversorgung setzt jedes Gebäude bzw. Baufeld eine eigene Lösung um, durch Sole/Wasser (Erdwärme) oder Luft/Wasser-Wärmepumpen. Dies bietet maximale Unabhängigkeit. Eine gemeinschaftliche Selbstversorgung hingegen nutzt Skaleneffekte, um Kosten zu senken und erneuerbare Energien effizient zu integrieren. Die thermischen Netze führen zu höheren Errichtungskosten, können aber durch Förderungen reduziert werden. Diese Lösung erfordert jedoch eine koordinierte Organisation und führt zu einem höheren Aufwand vor der Umsetzung. Rechtliche und finanzielle Absicherungen sind notwendig, um langfristige Stabilität zu gewährleisten. Alternativ kann ein Energiedienstleister Planung, Bau und Betrieb übernehmen, wodurch die Eigentümer:innen geringere Anfangsinvestitionen tätigen müssen. Dies erleichtert die Umsetzung und bietet langfristige Planungssicherheit, geht jedoch mit einer vertraglichen Bindung und einer wirtschaftlichen Abhängigkeit von einem externen Anbieter einher. Während die Einzelversorgung eine pragmatische Lösung darstellt, können gemeinschaftliche Modelle vielfach durch höhere Effizienz, geringere Betriebskosten und höhere Wirtschaftlichkeit im Betrieb überzeugen, erfordern jedoch tragfähige wirtschaftliche Rahmenbedingungen und klare Strukturen.

Basierend auf Einheitspreisen und Baupreisindex unter Beachtung der Nutzungsdauern (ND) werden für die vordimensionierten Anlagen der Energieversorgung im Quartier die Investitionskosten abgeschätzt. Die Investitionskosten wurden zunächst für die Kostengruppen 3-5 (ohne Nebenkosten) erhoben, welche den Rohbau, Technik und Ausbau des Bauwerks beinhalten. Zudem wurde der Gesamtpreis inklusive Nebenkosten, also inklusive der

Kostengruppe 2 (Aufschließung) und Kostengruppen 6 – 10 (Einrichtung, Außenanlagen, Honorare, Nebenkosten, Reserve) ermittelt.

Für die Ermittlung der laufenden Kosten wurde eine Einteilung in Energie- sowie Betriebskosten (Wartung & Instandhaltung) vorgenommen. Für die Wärmepumpen wurden dabei ein Pauschalsatz von 2 % der Wärmepumpen-Investitionskosten angesetzt. Die Entwicklung von Energiekosten spielt in einer langfristigen Betrachtung von Kosten eine erhebliche Rolle. Daher wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, bei der die Lebenszykluskosten zusätzlich mit einem höheren Ausgangswert für den Strompreis gerechnet werden.

### **Ver- und Entsorgung Trink-, Regen- und Grauwasser**

Für die Verwendungszwecke des Konsums, Hygiene und zur Reinigung wird ausschließlich Trinkwasser (Leitungswasser) bezogen. Da die Anzahl der Bewohner:innen für jedes Szenario gleich ist, ergibt sich daraus kein Einsparungspotenzial. Durch besonders wassersparende Armaturen und ressourcenbewusstes Nutzer:innen-Verhalten könnte der Bedarf – und somit die Kosten – jedoch reduziert werden. Die Wasserbezugsgebühr gemäß Wasserleitungsverband der Triestingtal- und Südbahngemeinden (WLV) ist vom Gemeinderat in der Wasserabgabenordnung je verbrauchtem Kubikmeter Wasser auf 2,00 €/m<sup>3</sup> festgesetzt. In Niederösterreich und somit auch in der Gemeinde Traiskirchen gibt es kaum einen finanziellen Anreiz der reduzierten Kanaleinspeisung. Die Kanalbenützungsg Gebühr in Traiskirchen berechnet sich, Stand 2025, über einen Einheitssatz für Schmutzwasser von 2,97 € (brutto) pro m<sup>2</sup> anzurechnender Bruttogeschossfläche (BGF). Wird zudem auch Regenwasser abgeführt erhöht sich der Einheitssatz auf 3,267 € (brutto).

Für eine ökonomische Bewertung einer Grauwassernutzungsanlage sollten gem. Ishorst (2021) mindestens die folgenden Aspekte beachtet werden:

- Anschaffungskosten der Grauwassernutzungsanlage und des separaten Rohrleitungsnetz
- Betriebskosten
- Reinigungs-, Wartungs- und eventuelle Reparaturkosten
- Förderungen
- Gegenüberstellung Einsparpotenziale in den laufenden Kosten

Auf Grund der relativen Neuartigkeit von Grauwassernutzungsanlagen können noch keine abschließenden Aussagen zu deren Lebenszykluskosten getätigt werden. Es wird grob davon ausgegangen, dass nach 20 bis 25 Jahren ca. 50 % der Anlagenkosten für eine Generalreparatur anfallen, wobei die erwartete Lebensdauer der eingesetzten Wärmepumpen 5

bis 10 Jahre beträgt. Der Berechnung der jährlichen Kosteneinsparungen zufolge reduzierten Trinkwasserbezugs liegt die Annahme zu Grunde, dass 100 % des Grauwassers für einen Zweck eingesetzt wird, für den sonst Trinkwasser bezogen wäre.

### **Ver- und Entsorgung Rückbaumaterialien, Aushub und Substrate**

Im Rahmen der Untersuchung werden unterschiedliche Ansätze zum Umgang mit Bestandsmaterialien sowie zur Beschaffung künftig benötigter Substrate betrachtet. Nachfolgend werden die zentralen Annahmen und methodischen Grundlagen der Kostengegenüberstellung dieser Ansätze dargestellt. Die konkrete Ausdifferenzierung und systematische Gegenüberstellung der Varianten erfolgt im Kapitel 4.1 Szenariendefinition bzw. Kapitel 4.4.1 Kostenvergleich.

Ein Ansatz geht von einer vollständigen Entsorgung der im Bestand anfallenden Ziegelmaterialien aus. Auf Basis von Erfahrungswerten des Projektpartners BauKarussell / ROMM ZT wurden hierfür die Transportkosten zur nächstgelegenen Recyclinganlage in Seibersdorf abgeschätzt. Daraus lassen sich Kosten in der Größenordnung von rund 19 €/km ableiten, die in weiterer Folge auch auf die Entsorgung von Bodenaushub übertragen werden.

Ein alternativer Ansatz sieht einen teilselektiven Rückbau der Bestandsgebäude vor, einschließlich der sortenreinen Trennung sowie der Aufbereitung der anfallenden Ziegelmaterialien direkt am Standort (Brechen und Sieben). Abhängig vom jeweiligen Bedarf an Ziegelfraktionen zur Herstellung von Substratmischungen kann zu grobes Material einem weiteren Brech- und Siebvorgang (Re-Crushing) zugeführt werden. Auf Basis projektspezifischer Erfahrungswerte ergeben sich daraus Aufbereitungskosten von rund 29 €/t.

Kontaminierte Böden, die gemäß der Bodenuntersuchung als Baurestmassen, Inertabfälle, Reststoffe oder Massenabfälle klassifiziert sind, werden unabhängig vom gewählten Ansatz entsprechend den gesetzlichen Vorgaben entsorgt. In diesem Bereich ergeben sich keine potenziellen Kosteneinsparungen zwischen den betrachteten Vorgehensweisen. Allerdings fallen auch für nicht kontaminierten Bodenaushub Deponierungskosten zwischen 10 und 27 €/m<sup>3</sup> an.

Hinsichtlich der Beschaffung von Substraten wird ein Ansatz betrachtet, bei dem keine Herstellung oder Aufbereitung vor Ort erfolgt und sämtliche benötigten Substrate zugekauft werden. Zur Abschätzung und zum Vergleich der Substratkosten wurden mehrere Hersteller und Baustoffhändler kontaktiert und sowohl Produkt- als auch Lieferkosten erhoben. Zusätzlich wurde der jeweilige Lagerstandort abgefragt, da dieser für die Transportdistanzen

und in weiterer Folge auch für den Vergleich der Ökobilanz relevant ist. In Tabelle 2 sind die Produkt- und Lieferkosten getrennt ausgewiesen und für die Vergleichbarkeit mit den anderen Ansätzen als Gesamtkosten pro m<sup>3</sup> Substrat dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der für die Gegenüberstellung herangezogenen Produkt- und Lieferkosten von Substraten und Substratkomponenten

Substrat/Substratkomponente	Produkt	Lieferung	Gesamt	Einheit
Dachsubstrat extensiv	94	20	114	€/m <sup>3</sup>
Rasentragschicht	51	20	71	€/m <sup>3</sup>
Mineraldrainage	146	9	155	€/m <sup>3</sup>
Baums substrat	93	28	121	€/m <sup>3</sup>
Schotterrasen	83	30	113	€/m <sup>3</sup>
Stauden-Substrat intensiv	83	57	140	€/m <sup>3</sup>

Ergänzend zu den Produkt- und Lieferkosten der Substratkomponenten wurden Kosten für das Mischen der Substrate sowie für die Güteprüfung berücksichtigt. Die hierfür angesetzten Werte basieren auf einer projektspezifischen Kostenschätzung, die als einheitliche Berechnungsgrundlage für alle betrachteten Ansätze herangezogen wurde. Die Kosten wurden mit rund 8 €/t für das Mischen der Substrate und rund 5 €/t für die Güteprüfung angesetzt und stellen Näherungswerte dar. Potenzielle Skaleneffekte, Mengenrabatte oder projektspezifische Abweichungen wurden im Rahmen der Betrachtung nicht berücksichtigt.

### 3.3.4.2 Emissionen

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde untersucht, welchen ökologischen Mehrwert eine konsequente Kreislaufführung von Ressourcen auf Quartiersebene erzielen kann. Dazu werden für das Werk Möllersdorf die unterschiedlichen Szenarien der Quartiersentwicklung und des Materialmanagements gegenübergestellt und ihre ökologischen Auswirkungen bilanziert.

Für die Bewertung werden drei zentrale Umweltindikatoren herangezogen, die auch im österreichischen OI3-Indikator des IBO verankert sind:

- **PENRT:** Primärenergie, nicht erneuerbar, total [MJ], beschreibt den gesamten Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger
- **GWP:** Global Warming Potential [kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente], gibt das Treibhauspotenzial durch klimarelevante Emissionen an
- **AP:** Acidification Potential [Mol H<sup>+</sup>-Äquivalente], bildet das Versauerungspotenzial durch luftgetragene Schadstoffe ab

Die Analyse erfolgt entlang ausgewählter Lebenszyklusphasen gemäß EN 15804:

- **Herstellungsphase (A1–A3):** Rohstoffgewinnung, Transporte und Produktion von Bauprodukten und Anlagentechnik
- **Transport (A4):** Anlieferung von Materialien und Komponenten
- **Nutzungsphase (B4, B6, B7):** Ersatz von Anlagentechnik während des Betrachtungszeitraums sowie Energie- und Wasserverbräuche im Betrieb
- **End-of-Life (C2):** Abtransport und Entsorgung von Rückbaumaterialien
- **Modul D:** Gutschriften durch Wiederverwendung, Recycling und Substitution von Primärrohstoffen

Die Energieversorgung stellt einen der zentralen Hebel zur Reduktion der Umweltwirkungen im Quartier dar. Die verschiedenen Energiekonzepte (entsprechend Kapitel 4.1.3) werden hinsichtlich der Herstellung, des Betriebs sowie der Ersatzmaßnahmen der eingesetzten Energietechnologien ökologisch bewertet. Grundlage bilden die vordimensionierten Anlagensysteme, die in diesem Bericht anhand der Umweltindikatoren PENRT (Primärenergie, nicht erneuerbar), GWP (Treibhauspotenzial) und AP (Versauerungspotenzial) untersucht werden.

**Herstellung (A1–A3):** Umweltauswirkungen aus der Rohstoffbereitstellung, Produktion und Montage haustechnischer Anlagen (z. B. PV, PVT, Wärmepumpen, Erdsonden, Kollektoren, Pufferspeicher, Verteilungsnetze).

Tabelle 3: Verwendete Datensätze für Umweltindikatoren der Strom- u. Wärmeerzeugung

Systemkomponente	Datensatz	Bezugseinheit	Lebensdauer
Photovoltaik	<a href="#">Link</a>	1 m <sup>2</sup>	20
Photovoltaik-Thermie	<a href="#">Link</a>	1m <sup>2</sup>	25
Luft-Wasser-Wärmepumpe	<a href="#">Link</a>	1 Stk. (10 kW)	20
Sole-Wasser-Wärmepumpe	<a href="#">Link</a>	1 Stk. (10 kW)	20

Da sich aus den Simulationen der Energiekonzepte lediglich die insgesamt erforderliche Anschlussleistung hervorgeht, nicht aber die konkrete Anlagenkonfiguration (Gegenstand der späteren HKLS-Planung), werden die Umweltindikatoren der Wärmepumpen unterschiedlicher Leistungsklassen „gemittelt“. Auf dieser Basis wurde eine Trendlinie abgeleitet und anschließend für die jeweils benötigte Anlagenkapazität extrapoliert. Für den Wärmepumpen-Datensatz wird das Wärmeträger Monoethylenglykol (Sole) angenommen. Dessen Treibhauspotenzial liegt mit 2-3 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent (kgCO<sub>2e</sub>) pro kg Stoff deutlich unter jenem klassischer synthetischer Kältemittel (z.B. R134a ≈ 1.430 kgCO<sub>2e</sub>/kg, R404A ≈ 3.900 kgCO<sub>2e</sub>/kg).

Tabelle 4: Verwendete Datensätze für Umweltindikatoren der Nutzung von Umweltenergien und Speicher

Systemkomponente	Datensatz	Bezugseinheit	Lebensdauer
Rohrleitungen für Erdsonden	<a href="#">Link</a>	1 Stk. (10 kW WP)	20
Rohrleitungen für Erdkollektoren	<a href="#">Link</a>	1 Stk. (10 kW WP)	20
Pufferspeicher (Stahl)	<a href="#">Link</a>	1 kg	20

Tabelle 5: Verwendete Datensätze für Umweltindikatoren von Verteilungsleitungen

Systemkomponente	Datensatz	Bezugseinheit	Lebensdauer
Rohrleitungsnetz (Hochtemperatur)	<a href="#">Link</a>	1000 kg	50
Anergienetz (Niedertemperatur)	<a href="#">Link</a>	1 kg	50

Für die vorisolierten Rohrsysteme für Nah- und Fernwärme wurden Produkte aus EPS herangezogen, welche ein Gewicht von 2,61 kg/lfm haben. Beim Anergienetz, das auf Umgebungstemperatur betrieben wird, kommen hingegen nicht-isolierte Rohre zum Einsatz, für welche ein Gewicht von etwa 13,5 kg pro lfm auf (Dichte 0,96 g/cm<sup>3</sup>) angenommen wurde.

**Ersatz (B4):** Mehrfacher Austausch von Anlagentechnik innerhalb des Betrachtungszeitraums von 50 Jahren. Bei einer erwarteten Lebensdauer von 20 Jahren müssen entsprechende Anlagen zweimal ausgetauscht werden (B4); die Emissionen der Herstellung (A1-3) gehen in diesen Fällen also dreimal in die Ergebnisse ein. Die Lebensdauer von Erdsonden und -kollektoren übersteigt die Dauer des Betrachtungszeitraums, die dazugehörigen Sole/Wasser-Wärmepumpen müssen jedoch nach 20 Jahren ausgewechselt werden.

**Betrieb (B6):** Energieeinsatz während der Nutzung, differenziert nach Netzstrombezug und Eigenstromerzeugung aus PV/PVT.

Tabelle 6: Verwendete Datensätze für die Umweltindikatoren des Strombezugs

Bezeichnung	Datensatz	Bezugseinheit
Netz-Strom (Verbraucher mix Österreich)	<a href="#">Link</a>	1 kWh
PV-Strom	<a href="#">Link</a>	1 kWh

Der aus Photovoltaikanlagen erzeugte Strom wird direkt im Quartier genutzt und reduziert dadurch den Bezug aus dem öffentlichen Netz (österreichischer Verbrauchermix inkl. Import/Export). Die Umweltwirkungen von PV-Strom sind im Vergleich zu Netzstrom deutlich geringer. Durch diese ganzheitliche Betrachtung wird deutlich, wie sich unterschiedliche

Systemkonfigurationen – von dezentralen Einzellösungen bis hin zu einem gemeinschaftlichen Energienetz – auf die Umweltwirkungen des Quartiers auswirken.

**Betrieb (B7):** Leitungswasserbezug während der Nutzung. Die Umweltauswirkungen des Wassereinsatzes im Betrieb ergeben sich im Wesentlichen aus der Förderung, Aufbereitung und Bereitstellung von Trinkwasser. Für die ökobilanzielle Bewertung wurde der auf Ökobaudat verfügbare Datensatz für den deutschen Trinkwasser-Mix herangezogen. Dieser bildet die Trinkwassererbringung aus 70 % Grundwasser und 30 % Oberflächenwasser ab. Die jeweiligen Aufbereitungsschritte – Klärung, Filtration, Desinfektion etc. – sind in den Daten enthalten. Nicht berücksichtigt sind hingegen die Infrastruktur (z. B. Rohrleitungen) sowie die Transportaufwendungen wie Energieverbräuche von Pumpen.

Tabelle 7: Verwendeter Datensatz für die Umweltindikatoren des Leitungswasserbezugs

Bezeichnung	Datensatz	Bezugseinheit
Leitungswasser	<a href="#">Link</a>	1 Liter

**Abtransport von Materialien (C2):** Während im Szenario Ideal alle Ziegel und der als Bodenaushub klassifizierte Aushub vor Ort aufbereitet und weiterverwendet wird, wird im Szenario Real+ der Aushub, im Szenario Real Aushub und Ziegel abtransportiert. Die gesamte Menge Ziegelbruch würde zu einer Baurestmassen-Deponie und die gesamte Menge an zu einer Bodenaushub-Deponie transportiert. Die Mittelwerte möglicher Transportdistanzen zu entsprechenden Deponien ergeben sich zu 34,2 km für Ziegelbruch und 57,9 km für Bodenaushub. Für die Berechnung der Transportemissionen wurde der folgende Datensatz verwendet:

Tabelle 8: Verwendeter Datensatz für die Umweltindikatoren des LKW-Transports

Bezeichnung	Datensatz	Bezugseinheit
LKW-Transport	<a href="#">Link</a>	1000 kg * 1 km

**Neukauf (A1-3 + A4) von Vegetationssubstraten:** Auch nach intensiver Recherche (wissenschaftliche Studien, diverse EPD-Datenbanken), Kontaktaufnahme mit bekannten Substratherstellern und europäischen Forschungseinrichtungen, konnten keine Ökokennzahlen für die untersuchten Substrate und NBS-Komponenten ausfindig gemacht werden. Eine Gegenüberstellung der Herstellungsemissionen von selbstgemischten Substraten mit vorge-mischten Substraten ist deshalb nicht möglich. Für die Untersuchung potenzieller Kosten-

einsparungen wurden Hersteller recherchiert, die vorgemischte Substrate anbieten. Basierend auf deren Lagerstandort und den benötigten Mengen konnten zumindest die Transport-Emissionen (A4) ermittelt werden.

Tabelle 9: Übersicht der für die Berechnungen angesetzten Transportdistanzen von Substraten

Substratart	Transportdistanz
Dachsubstrat ext.	204 km
Rasentragschicht	204 km
Mineraldrainage	145 km
Baumssubstrat	10 km
Schotterrassen	204 km
Dachsubstrat int. (Trog)	204 km

**Aufbereitung (D) von Ziegel und Bodenaushub:** Für die Aufbereitung von Ziegeln vor Ort wird eine mobile Brech- und Siebanlage benötigt. Beim Betrieb der Anlage wurden die Herstellerangaben für Produktleistung (t/h) und Dieserverbrauch konservativ angepasst. Für die Ermittlung der Aufbereitungsemissionen wurde ein Datensatz für Baustellenprozesse, im Speziellen die Nutzung eines 100 kW Baggers zum Aushub von Boden herangezogen und auf den gegenständlichen Fall übertragen.

Tabelle 10: Verwendeter Datensatz für die Umweltindikatoren von Diesel in Baumaschinen

Bezeichnung	Datensatz	Bezugseinheit
Diesel in Baumaschine	<a href="#">Link</a>	1 Liter

**Herstellung (A1-3) zugekaufter Substratkomponenten:** Für die Mischung von Substraten können eine Vielzahl an Komponenten herangezogen werden, wobei die Vorgangsweise des Konsortiums in Kapitel 4.2.5 erläutert ist. Nachfolgend sind die verwendeten Datensätze zur Ermittlung der Umweltauswirkungen der Herstellung (A1-3) möglicher Bestandteile gelistet.

Tabelle 11: Verwendete Datensätze für die Umweltindikatoren von Substratkomponenten

Substratkomponente	Datensatz	Bezugseinheit
Perlite	<a href="#">Link</a>	1 kg
Kies (Granit)	<a href="#">Link</a>	1 kg
Sand (Quarz)	<a href="#">Link</a>	1 kg
Kompost	<a href="#">Link</a>	1 kg

Für die Berechnung der Herstellungsemissionen von Ziegelsplitt aus Recyclingziegeln wurde die Umweltproduktdeklaration „Geschützte Mauer- und Deckenziegel“ der Initiative Ziegel – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie herangezogen. Darin enthalten sind Durchschnittsdaten, die repräsentativ für Standardbauprodukte aus gebranntem Ton sind. Beachtet werden in diesem Kontext die Emissionen zufolge Abbruch (Modul C1), Transport zu einem Recyclingwerk (Modul C2), Aufbereitung (Modul C3) sowie die jene des Transports zum Untersuchungsgebiet in Möllersdorf (Modul A4). Hierzu wurde als Produktionsstandort Hennersdorf gewählt, da dieser der am nächsten gelegene, an der Studie teilnehmende Betrieb ist (Distanz 18 km). Während die Umweltindikatoren für 1 Tonne produzierte Ziegel ausgegeben sind, ist zu beachten, dass lediglich 70% der ausgebauten Ziegel in einer Ausschuttaufbereitung verwertet werden und dabei ein Verlust von weiteren 3% angenommen werden kann. Somit sind jene Wirkungsabschätzungen für 679 kg Ziegelsplitt gültig, wobei hier eine Fraktionsverteilung gemäß der Eigenaufbereitung (s. Kap. 3.3.3.1) angenommen wird.

**Lieferung (A4) zugekaufter Substratkomponenten:** Zur Ermittlung der anfallenden Transportemissionen der zugekauften Substratbestandteile wurden Hersteller aus der Umgebung ausgewählt. Basierend auf deren Lagerstandort und den benötigten Mengen konnten – unter Anwendung des Datensatzes aus Tabelle 8 - die Transport-Emissionen (A4) ermittelt werden.

Tabelle 12: Übersicht der angesetzten Transportdistanzen zugekaufter Substratkomponenten

Substratkomponente	Transportdistanz
Granit 0/16, 16/32, 32/63	5 km
Kompost	93 km
Agroperl	68 km
Quarzsand 0/2	5 km
Ziegelbruch 2/4	93 km

### 3.3.4.3 Zertifizierung

Die Eigentümer verfolgen, aufgrund der staatlichen Anerkennung und weiten Verbreitung die Zertifizierung nach den klimaaktiv-Kriterien, wo es machbar ist. Das Thema EU-Taxonomie ist auf beiden Seiten von geringer Relevanz, kann aber über die klimaaktiv Deklarationsplattform nachgewiesen werden. Ziel dieser Untersuchung war somit eine Abschätzung der Erfüllung der Muss-Kriterien für die Gebäude der „Neuen Heimat“ sowie die Abschätzung des Erfüllungsgrades des klimaaktiv Quartier-Checks für das gesamte Werk Möllersdorf. Der klimaaktiv-Kriterienkatalog für Siedlungen und Quartiere macht die Qualität einer erfolgreichen Siedlungs- und Quartiersentwicklungen messbar. Er stellt den Erfüllungsgrad von sechs Handlungsfeldern mittels Punktevergabe dar. Dabei steht das Thema Städtebau im Mittelpunkt, es wird aber auch die Qualität der Infrastruktur (Gebäude, Versorgung, Mobilität) und der Planung (Management, Kommunikation) berücksichtigt.

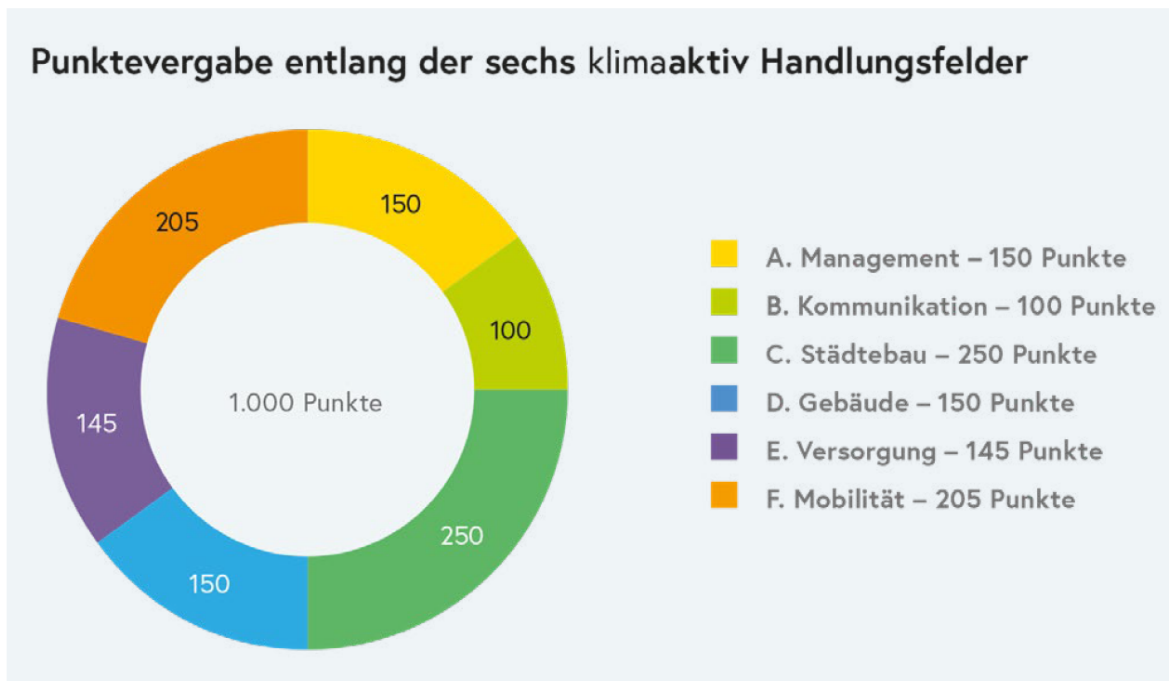


Abbildung 3: Aufteilung der Kriterien und Punktevergabe (Quelle: klimaaktiv)

Der Erfüllungsgrad soll als Grundlage für die Optimierung einer Siedlungs- und Quartiersentwicklungen herangezogen werden und kann in den Deklarationsstufen „Planung“, „Fertigstellung“ und „in der Nutzung“ verfolgt werden. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die Kriterien in den sechs Handlungsfeldern mit der jeweils maximal erreichbare Punkteanzahl. Eine detaillierte Beschreibung der Handlungsfelder und Kriterien ist im Dokument „Siedlungen und Quartiere Klimaneutral mit dem klimaaktiv Standard“ auf den Seiten 6-7 und 10 -20 zu finden.

Nummer	Handlungsfelder	Punkte
<b>A.</b>	<b>Management</b>	<b>150</b>
A.1	Strukturen etablieren	25
A.2	Ziele setzen	45
A.3	Ziele übertragen und verbindlich machen	30
A.4	Monitoring installieren	25
A.5	Projektcontrolling durchführen	25
<b>B.</b>	<b>Kommunikation</b>	<b>100</b>
B.1	Partizipation	55
B.2	Sensibilisierung zu Energie- und Mobilitätsthemen	35
B.3	Vorbildwirkung	10
<b>C.</b>	<b>Städtebau</b>	<b>250</b>
C.1	Bauliche Dichte	53
C.2	Mikroklima	24
C.3	Vielfalt der Nutzungen und Nutzenden	42
C.4	Halböffentliche und öffentliche Räume	57
C.5	Freiraum	46
C.6	Angebot für den täglichen Bedarf	28
<b>D.</b>	<b>Gebäude</b>	<b>150</b>
D.1	Lebenszykluskosten	30
D.2	Gebäudestandards	75
D.3	Angemessene Nutzungsdichte	45
<b>E.</b>	<b>Versorgung</b>	<b>145</b>
E.1	Wärmeversorgung	35
E.2	Stromversorgung	45
E.3	Effizienz der Wassernutzung	35
E.4	Abfallvermeidung	30
<b>F.</b>	<b>Mobilität</b>	<b>205</b>
F.1	Motorisierter Individualverkehr	26
F.2	Fuß- und Radverkehr	96
F.3	ÖV-Angebot und alternative Angebote	83
	<b>Gesamt</b>	<b>1.000</b>

Abbildung 4: Handlungsfelder, Kriterien und maximale Bepunktung (Quelle: klimaaktiv Siedlungen und Quartiere)

Die Entwicklung und Qualitätssicherung von Siedlungen und Quartieren nach dem klimaaktiv-Standard erfolgt nach einem 1.000-Punktesystem. Für die Auszeichnung „Klimaneutrale Siedlung“ bzw. „Klimaneutrales Quartier“ müssen mindestens 50 Prozent in jeder Bewertungskategorie (Handlungsfelder A - D) erfüllt sowie der Nachweis der Klimaneutralität erbracht werden. In Abhängigkeit des erreichten Erfüllungsgrad ist die Auszeichnung in den Qualitätsstufen Bronze (ab 50 Prozent), Silber (ab 75 Prozent) und Gold (ab 90 Prozent) möglich.

Für die qualitative Bewertung steht der Kriterienkatalog als Excel-Tool zur Verfügung. Das Ergebnis dieser Bewertung dient zunächst der Bewusstseinsbildung, indem es hilft, relevante Handlungsfelder zu identifizieren. Zudem kann es als Grundlage für die weitere Planung genutzt werden, um zu entscheiden, welche Maßnahmen umgesetzt werden sollten und wie diese am besten in einem Aktionsplan festgelegt werden. Schließlich bildet das Bewertungsergebnis auch die Grundlage für die Auditierung.

# 4 Ergebnisse

## 4.1 Szenariendefinition

Im Rahmen der Szenarientwicklung wurden fünf unterschiedliche Entwicklungspfade für das Quartier Möllersdorf beschrieben. Sie bilden den Vergleichsrahmen für die weitere Analyse der Ressourcennutzung und unterscheiden sich in Hinblick auf Energie- und Wasserkonzepte, Freiraumgestaltung sowie den Umgang mit Materialien. Die Spannweite reicht von einem Szenario ohne Eingriffe (Null-Variante) über konventionelle und realistische Umsetzungsansätze bis hin zu einer idealisierten, maximal nachhaltigen Quartiersentwicklung.

### Systematische Abgrenzung der Szenarien

Die Szenarien unterscheiden sich entlang zentraler Kriterien:

- Gebäude (Sanierung, Abriss, Neubau)
- Energiesystem (Einzelgebäude, dezentrale Konzepte, gemeinschaftliche Netze)
- Freiraumgestaltung (Begrünung, Versiegelungsgrad, Mobilität, Stellplätze)
- Wasserbewirtschaftung (Versickerung, Retentionssysteme, Grauwassernutzung)
- Materialien (konventioneller Abriss vs. selektiver Rückbau, Einsatz von Sekundärrohstoffen, lokale Aufbereitung)

### Null-Variante (Status quo)

Die Null-Variante beschreibt den heutigen Zustand des Areals ohne Eingriffe oder Weiterentwicklung. Sie dient als Referenzszenario, um die Effekte von Maßnahmen in den anderen Szenarien quantifizierbar zu machen. Hierbei bleibt die bestehende Bebauung unverändert, es werden weder Sanierungen noch Neubauten umgesetzt. Nachhaltigkeitsaspekte, Kreislaufwirtschaft oder Ressourcenschonung spielen in diesem Szenario keine Rolle.

### Konventionell

Dieses Szenario entspricht einem herkömmlichen Entwicklungsansatz im Rahmen der geltenden Normen. Es wird ein vollständiger Abriss der Bestandsgebäude angenommen, da kein Denkmalschutz besteht. Der Neubau erfolgt auf Basis gesetzlicher Mindeststandards, ohne zusätzliche ökologische Ambitionen. Energieversorgung, Freiraumgestaltung und Materialeinsatz orientieren sich am technisch und wirtschaftlich Machbaren, ohne innovative oder zirkuläre Ansätze zu integrieren. Das Szenario verdeutlicht, wie sich das Quartier entwickeln würde, wenn ausschließlich konventionelle Planungslogiken verfolgt werden.

## Real

Das Szenario „Real“ repräsentiert die derzeit gängige Praxis ambitionierter Bauträger. Bestandsgebäude werden dort erhalten und saniert, wo es technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, während Neubauten an hohen energietechnischen und ökologischen Standards (z. B. klimaaktiv Gold) ausgerichtet werden. Ressourcenschonung, Kreislaufwirtschaft und innovative Freiraumkonzepte sind Teil des Ansatzes, jedoch in einem Rahmen, der sich im aktuellen Marktumfeld und Förderwesen realistisch umsetzen lässt. Dieses Szenario dient als praxisnaher Referenzpunkt für nachhaltige Quartiersentwicklung.

## Real+

In „Real+“ werden über das Szenario „Real“ hinausgehende Maßnahmen integriert, die zusätzliche ökologische und ressourcenschonende Effekte erzielen. Dazu gehören etwa weiterentwickelte Energiekonzepte mit gemeinschaftlichen Lösungen, intensivere Begrünungsmaßnahmen oder innovative Systeme zur Wasserbewirtschaftung. Auch der selektive Rückbau und die Wiederverwendung von Materialien werden stärker forciert. Ziel ist es, einen Entwicklungsansatz darzustellen, der für Bauträger zwar herausfordernd, aber prinzipiell umsetzbar bleibt.

## Ideal

Das Szenario „Ideal“ verfolgt einen maximal nachhaltigen Ansatz, bei dem ökologische Optimierung im Vordergrund steht. Es werden ambitionierte Energiesysteme, umfassende Begrünungskonzepte, möglichst vollständige Kreislaufführung von Materialien und eine weitgehende Nutzung lokaler Ressourcen angenommen – auch über geltende baurechtliche Vorgaben hinaus. Dieses Szenario dient nicht als realistische Planungsgrundlage, sondern als Orientierungsrahmen, um Potenziale und ökologische Mehrwerte sichtbar zu machen.

Von den insgesamt fünf entwickelten Szenarien werden im weiteren Projektverlauf insbesondere die Szenarien **Real**, **Real+** und **Ideal** vertiefend untersucht. Sie bilden die Bandbreite zwischen einer praxisnahen, derzeit gängigen Umsetzung (Real), einer ambitionierten, jedoch für Bauträger noch realisierbaren Variante (Real+) und einer maximal nachhaltigen, zukunftsweisenden Entwicklungsstrategie (Ideal). Diese Auswahl ermöglicht sowohl eine realistische als auch eine visionäre Bewertung der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeitspotenziale. Die **Null-Variante** und das Szenario **Konventionell** dienen hingegen ausschließlich als Referenz- bzw. Vergleichsszenarien, werden jedoch nicht detailliert weiter analysiert.

## Tabellarische Übersicht

Die detaillierte Abgrenzung der Szenarien ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis Abbildung 7 dargestellt. Diese fassen die wichtigsten Unterschiede in den Handlungsfeldern Gebäude, Energie, Freiraum, Wasser und Materialien zusammen und bietet einen direkten Vergleich der Szenarien.

		Ideal	Real +	Real	Konventionell	Null
Gebäude und Energie	Gebäude	Sanierung H7, H8, H3/1 (H4, H9)	Sanierung H7, H8, H3/1 (H4, H9)	Sanierung H7, H8, H3/1 (H4, H9)	Abbruch aller Hallen und Neubau	10 Bestands-hallen
	Energie-System	Gemeinschaftliches Energienetz	Dezentrale Energiekonzepte (BF-Ebene) + Pufferspeicher (Wärme)	Dezentrale Energiekonzepte (BF-Ebene) + Pufferspeicher (Wärme)	Einzelgebäude, Minimalanspruch nach BO	
	Energie-versorgung	Kallinger: Geothermie + WP	Kallinger: Geothermie + WP	Kallinger: Geothermie + WP	Luft-Wasser-WP	Gas
		+ PVT	+ PVT	+ PVT		
+ PV		+ PV				
	+ EEG	+ EEG/GEA				
	Neue Heimat: Geothermie + WP	Neue Heimat: Luft-Wasser-WP	Neue Heimat: Luft-Wasser-WP	s. Real	Gas	
	+ Grauwasser-WRG	Luft-Sole-Wärmetauscher+ Erdsonden (Kühlfall)				
	+ PV	+ PV	+ PV			

Abbildung 5: Inhaltliche Abgrenzung und Vergleich der untersuchten Szenarien, Handlungsfeld Gebäude und Energie (eigene Darstellung, e7)

		Ideal	Real +	Real	Konventionell	Null
Freiraum und Wasser	Oberflächen	Verkehrsflächen teil-versiegelt	Verkehrsflächen teil-versiegelt	Verkehrsflächen versiegelt	Verkehrsflächen versiegelt	95% versiegelt
	Bauwerks-Begrünung	red. int. Dachbegrünung + Fassadenbegrünung (bodengebunden)	ext. Dachbegrünung + Fassadenbegrünung (troggebunden)	ext. Dachbegrünung	Keine Fassaden- oder Dach-Begrünung	Keine
	Regenwasser	Vollständige Versickerung auf Eigengrund	Vollständige Versickerung auf Eigengrund	Vollständige Versickerung auf Eigengrund	Vollständige Kanaleinleitung	Vollständige Kanaleinleitung
	Freiraum-Begrünung	Erhöhte Anzahl an Baumpflanzungen + Rasen + Staudenpflanzung	Erhöhte Anzahl an Baumpflanzungen + Rasen + Staudenpflanzungen	Reduzierte Baumbepflanzung, + Rasen + vereinzelte Stauden-pflanzungen (Ansaat)	Keine Baumpflanzungen Rasenflächen, keine Stauden-pflanzungen,	Keine
	Bewässerung	Bewässerung mit gereinigten Grau- und Trinkwasser	Bewässerung (Freiraum und Fassadenbegrünung) mit Trinkwasser	Bewässerung (Freiraum) mit Trinkwasser	Keine	Keine

Abbildung 6: Inhaltliche Abgrenzung und Vergleich der untersuchten Szenarien im Handlungsfeld Freiraum und Wasser (eigene Darstellung, e7)

		Ideal	Real +	Real	Konventionell	Null
Materialien	Umgang mit Materialressourcen	Selektiver Rückbau, Sortenreine Trennung	Selektiver Rückbau, Sortenreine Trennung	Konventioneller Abbruch, Aushub, Mindesttrennung	s. Real	n/A
		Brechen, Sortieren, Lagern vor Ort	Brechen, Sortieren, Lagern vor Ort	Abtransport, Zentrale Aufbereitung/Deponierung	s. Real	n/A
		Zukauf benötigter Substrat-Komponenten	Zukauf benötigter Substrat-Komponenten	Neukauf von Substraten	s. Real	n/A
		Einsatz von Recyclingziegeln und Bodenaushub in NBS	Einsatz von Recyclingziegeln in NBS	Kein Wiedereinsatz von Sekundärrohstoffen	s. Real	n/A

Abbildung 7: Inhaltliche Abgrenzung und Vergleich der untersuchten Szenarien im Handlungsfeld Materialien (eigene Darstellung, e7)

#### 4.1.1 Freiraumkonzepte

Das dem Forschungsprojekt zugrunde gelegte übergeordnete Freiraumkonzept in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** verfolgt das Ziel, ein lebendiges, grünes sowie ressourcenschonendes Quartier zu entwickeln. Durch die gezielte Verzahnung von Grünräumen, Aufenthaltsflächen und Wegen entsteht ein harmonisches Zusammenspiel aus Natur, Begegnung und Mobilität. Alle Teilräume werden so gestaltet, dass sie ein angenehmes Mikroklima (durch den Einsatz von Blau-Grüner-Infrastruktur) fördern, vielfältige Nutzungsmöglichkeiten bieten und funktionale Anforderungen des Alltags erfüllen, während eine starke identitätsstiftende Gestaltung das Quartier prägt.



Abbildung 8: Übergeordnetes Freiraumkonzept des Forschungsprojekts (Quelle: grünplan)

Die Vorplätze werden zu hochwertigen, repräsentativen Aufenthaltsbereichen entwickelt, in denen farbenreiche Staudenpflanzungen, einheimische Bäume und vielfältige Sitzgelegenheiten eine einladende Atmosphäre schaffen. Die Anbindung zum Mühlbach wird barrierefrei gestaltet, sodass dieses landschaftliche Element zu einem wichtigen, identitätsstiftenden Merkmal des nördlichen Vorplatzes wird. Gleichzeitig entstehen multifunktionale Foren, die flexibel für Feste, Veranstaltungen und gemeinschaftliche Aktivitäten genutzt werden können. In den angrenzenden Höfen sorgt ein üppiges Grün für ein angenehmes Mikroklima. Der Versiegelungsgrad wird bewusst geringgehalten, um die natürliche Versickerung zu fördern, das Kanalnetz zu entlasten und Wärmeinseln zu vermeiden. Die zentralen Flächen werden mit sickerfähigem Beton- und Rasenfugenpflaster befestigt, das Feuchtigkeit speichert und langsam wieder abgibt. Ergänzt werden diese durch Schotterrasen, Kiesinseln sowie pflegeextensive Stauden- und Gräserpflanzungen, die den Raum strukturieren. Stellplätze werden aus Rasenfugenpflaster angelegt, während neu gepflanzte Bäume und Großsträucher Schatten spenden und die Aufheizung der Flächen deutlich reduzieren. Zwischen der Walther-von-der-Vogelweide-Straße und Mühlbach entsteht eine durchgrünte, urbane Achse, die als wichtige Verbindungs- und Bewegungszone dient. Die Promenade strahlt mit ihrer Grünwirkung in die umliegenden Gassen und Höfe aus. Der Wechsel zwischen Pflasterflächen und Rasenfugenpflaster verleiht der Straße einen naturnahen, strukturierten Charakter, der durch begleitende Staudenbeete und heimische Baumarten zusätzlich gestärkt wird. So entstehen interessante Sichtbeziehungen in die angrenzenden Freiräume, während der belebte Straßenraum gleichzeitig als Mobilitätsknoten und Aufenthaltsbereich fungiert.

Die Achse entlang des Mühlbaches ist für die Anrainer:innen vollständig erschlossen und bildet eine durchgehende Wegeverbindung. Potenziale für eine Weiterführung über die Quartiersgrenzen hinaus können bei Bedarf weiterentwickelt werden.

### **Grün- und Freiflächenfaktor**

Der Grün- und Freiflächenfaktor (GFF) ist eine städtebauliche Maßzahl zwischen 0 und 1, die das Verhältnis von begrüntem, wasserdurchlässigen und ökologisch wirksamen Flächen zu den versiegelten Flächen eines Projektes darstellt. Ein hoher GFF steht für einen entsprechend hohen Anteil an Grün- und Freiflächen und damit für eine deutlich verbesserte Wirkung auf Mikroklima, Biodiversität und Regenwassermanagement. Im klimaaktiv-Kriterienkatalog wird eine Mindestanforderung von 0,4 festgelegt, um einen qualitätsvollen klimangepassten Freiraum sicherzustellen.

Folgende Einflussfaktoren werden in die Berechnung miteinbezogen:

- Versiegelungsgrad (wasserdurchlässige, teilversiegelte oder versiegelte Flächen)
- Freiflächen mit Vegetation
- Gartenflächen
- Wasserflächen
- Fassadenbegrünung
- Dachbegrünung
- Gehölze
- Begrünte Pergolen, freistehende grüne Wände oder Sickermulden

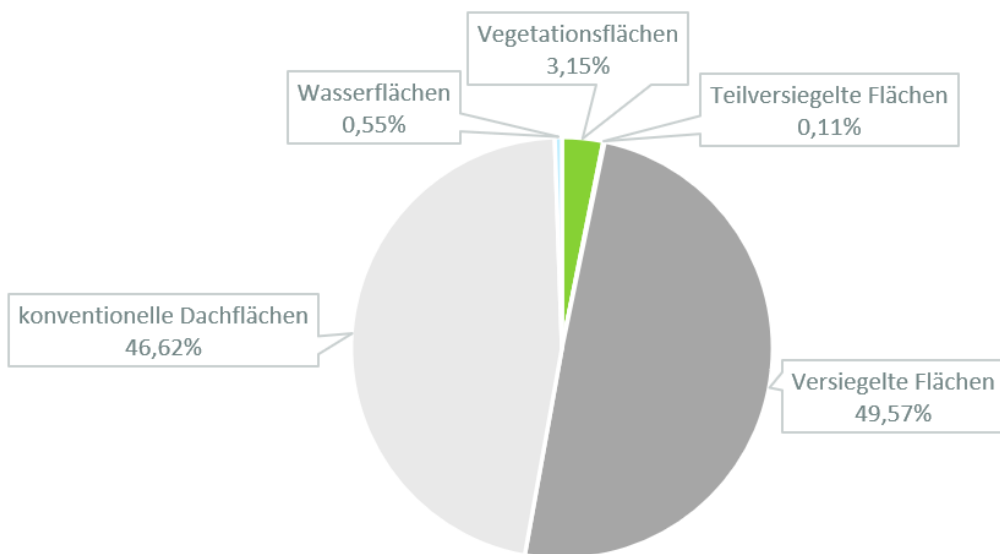


Abbildung 9: Flächenbilanz für den Bestand (Szenario Null) (Quelle: grünplan)

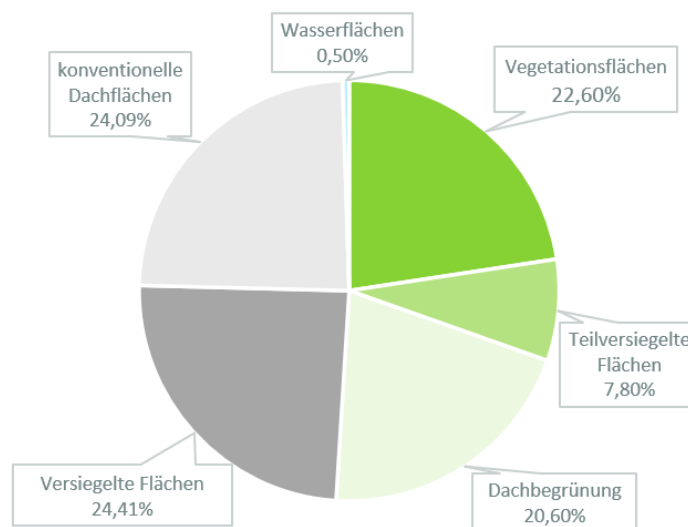


Abbildung 10: Flächenbilanz für das **reduzierte** Freiraumkonzept (Szenario Real) (Quelle: grünplan)

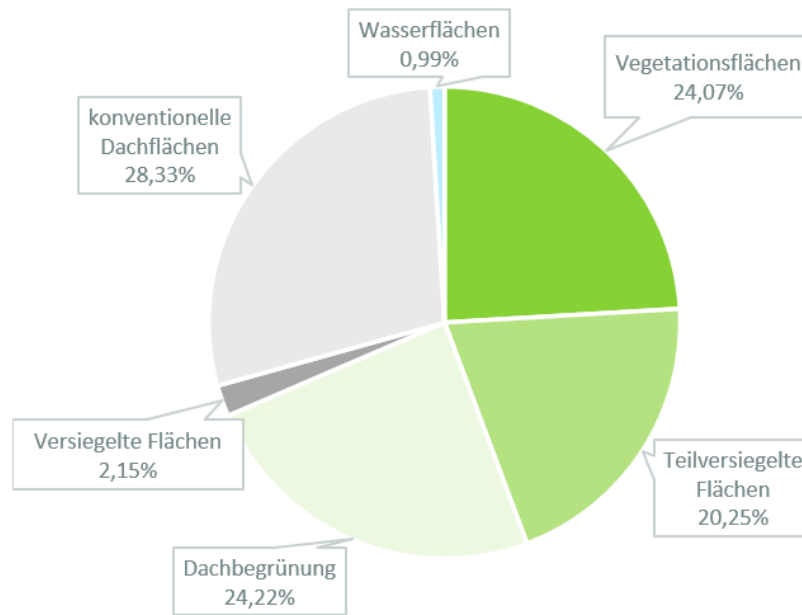


Abbildung 11: Flächenbilanz für das **intensive** Freiraumkonzept (Szenario Ideal) (Quelle: grünplan)



Abb. 12: Orthobild Bestand  
© Land NÖ, BEV, GIP.at - NÖ Atlas, 2025



Abb. 13: reduziertes Freiraumkonzept (Real)



Abb. 14: intensives Freiraumkonzept (Ideal)

Tabelle 13: Vergleich Grün- und Freiflächenfaktor zwischen den Szenarien

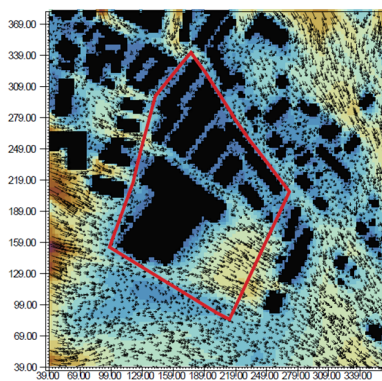
	Gesamtareal	BF 1	BF 2-1	BF 2-2	BF 3	BF 4
<b>Bestand</b>	0,06	0,12	0,08	0,02	0,03	0,06
<b>Variante Real</b>	<b>0,42</b>	<b>0,46</b>	0,22	0,07	0,35	<b>0,63</b>
<b>Variante Ideal</b>	<b>0,55</b>	<b>0,61</b>	<b>0,45</b>	0,24	<b>0,43</b>	<b>0,74</b>

Baufelder, in denen der klimaaktiv-Mindestwert von 0,4 erreicht wird, sind in **Fettdruck** hervorgehoben.

## Mikroklimasimulation

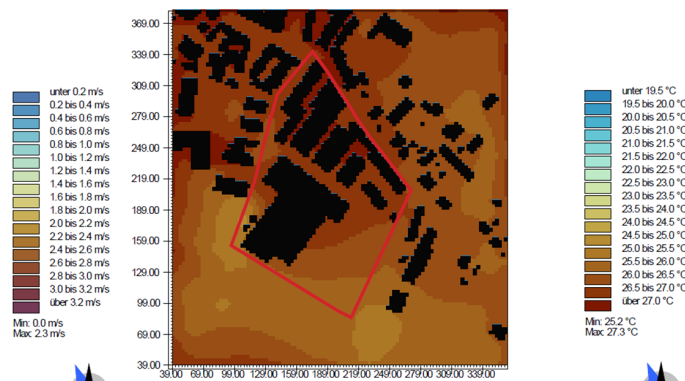
Im Rahmen der Mikroklimasimulation wurden die Windverhältnisse und Lufttemperaturen am fiktiven 15. Juli um jeweils 04:00 Uhr, 15:00 Uhr und 22:00 Uhr untersucht, um potenzielle Überhitzungsbereiche (Hitze Hot-Spots) zu identifizieren. Ziel der Untersuchung ist es, die Wirkung von Gebäudestrukturen auf die Luftzirkulation und die Temperaturverteilung zu verstehen und daraus Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas abzuleiten.

Aufgrund des vorherrschenden Nordwestwindes ist im Quartier auf Fußgängerebene bis auf der Hauptachse kaum Durchlüftung vorhanden, sodass sich die Luft aufheizt und nur langsam wieder abkühlt. In den Freiflächen zwischen den Hallen entstehen dadurch Hitze-Hot-spots. Um das Mikroklima zu verbessern, kann gezielte Begrünung eingesetzt werden, die durch Schattenwirkung und Verdunstung für Abkühlung sorgt. Gehölze, Stauden oder Pergolen können sowohl direkte Sonneneinstrahlung reduzieren als auch die Luftbewegung verbessern, wodurch die Temperaturen in diesen Zonen gesenkt werden und die Aufenthaltsqualität deutlich steigt.



© grünplan GmbH

Abbildung 15: Windfeld



© grünplan GmbH

Abbildung 16: Lufttemperaturen

In den Abbildungen wird die Mikroklimasimulation um 15:00 Uhr dargestellt. Hier zeigt das Windfeld im Projektgebiet insgesamt ruhige Bedingungen. Die Windgeschwindigkeit liegt überwiegend zwischen 0,4 und 1,6 m/s mit einem Maximum von 2,3 m/s. Die Strömung ist relativ gleichmäßig, wird jedoch durch die Gebäude deutlich beeinflusst, sodass typische Abschattungen und Windabbrüche in den Zwischenräumen entstehen. Besonders zwischen Halle 4 und Halle 5, im Bereich des Grünen Hofes, staut sich die Wärme aufgrund der geringen Luftzirkulation. Die Abstrahlung der Gebäudefassaden und der stark versiegelten Flächen, wie Asphalt oder Pflaster, verstärkt die Erwärmung zusätzlich, da die gespeicherte Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Dadurch ist der Wärmeaustausch mit der Luft stark eingeschränkt, was in Kombination mit intensiver Sonneneinstrahlung zu einer lokalen Überhitzung führt.

## 4.1.2 Grauwassernutzung

Die Szenarien unterscheiden sich maßgeblich in der Behandlung und Nutzung von Grauwasser: Im Ideal-Szenario wird in den Wohnbauten des Grundstücks 50/1 (H10, H11, H12, H8) das in Duschen und Handwaschbecken anfallende Grauwasser über ein separates Leitungssystem gesammelt und in einem Membran-Bio-Reaktor biologisch gereinigt. Das so aufbereitete „Grünwasser“ wird prioritär für die Toilettenspülung genutzt, überschüssige Mengen dienen der Bewässerung von Gebäudebegrünungen und Freiflächen (Rasen, Stauden, Bäume). In Monaten mit Überdeckung des Bedarfs kann auch der Schotterrasen bewässert werden; nicht benötigtes Grünwasser wird versickert. Wenn in den Sommermonaten (Juni bis August) die Grünwasserverfügbarkeit für die Bewässerung nicht ausreicht, wird ergänzend Trinkwasser eingesetzt.

In den Szenarien Real und Real+ ist hingegen keine Grauwassernutzung vorgesehen. Aufgrund der gemischten Nutzungen (Gewerbe, Büro) im Grundstück 50/2 fallen nur geringe Mengen an Grauwasser an, sodass dort keine Reinigungsanlage vorgesehen wird. Für sämtliche Verwendungszwecke wird daher auf Trinkwasser zurückgegriffen.

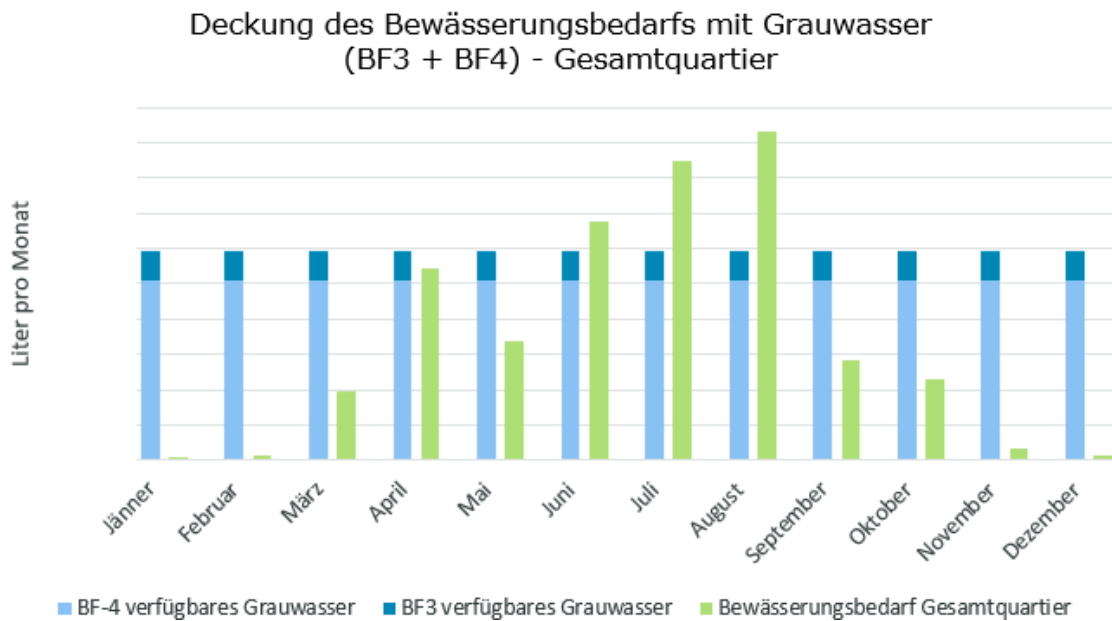


Abbildung 17: Gegenüberstellung des monatlichen Bewässerungsbedarf des Gesamtquartiers (grün) und der verfügbaren Menge an gereinigtem Grauwasser (nach Deckung Toilettenspülungsbedarf der Baufelder 3 und 4) (eigene Darstellung, e7)

### 4.1.3 Energiekonzepte

#### Simulation mittels nPro:

Im Szenario Real setzen die Baufelder 1 und 2 auf die Nutzung der verfügbaren lokalen Ressourcen auf Basis von Erdsonden, welche mit PVT-Kollektoren und Wärmespeicher kombiniert werden. Dies ermöglicht eine saisonale Speicherung der erzeugten Wärme. Die Baufelder 3 und 4 setzen in diesem Szenario hingegen auf eine direkte Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpe, welche durch PV unterstützt wird. Hierbei ist keine Verschiebung von überschüssiger Wärme auf einen späteren Zeitpunkt möglich. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. bis Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigen die in nPro simulierte Systemkonfiguration des Szenario Reals auf Baufeldebene; farblich hervorgehoben sind dabei jene Gebäude, das als Energiezentrale des Baufelds angesetzt wurde. Die Pfeilrichtung folgt der zugrunde liegenden Konvention, nach der Wärme als positiver und Kälte als negativer Fluss dargestellt wird.

Hervorzuheben ist, dass der Kältebedarf – verstanden als überschüssige Wärme aus den Gebäuden - sowie die Wärme aus den PVT-Anlagen in BF 1 und 2 zur Regeneration des Erdreichs eingesetzt werden. Die Abbildung 22 zeigt die Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers im Szenario „Real“. Dargestellt sind ausschließlich jene Energiemengen, die der direkten Versorgung der Endnutzungen dienen. Energieströme, die zur Regeneration des Erdreichs eingesetzt werden, sind in dieser Darstellung nicht enthalten. Vor diesem Hintergrund ist der geringe ausgewiesene Anteil der PVT-Wärme zu interpretieren, da deren Beitrag im Gesamtsystem primär zur saisonalen Regeneration des Erdreichs genutzt wird und sich daher nicht in der nutzungsbezogenen Verteilung widerspiegelt.

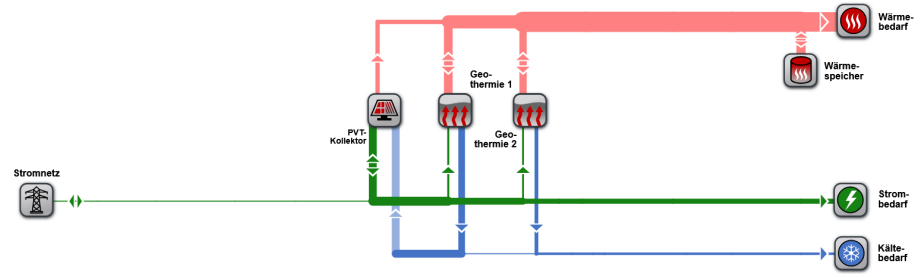
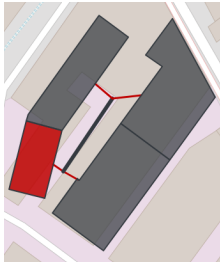


Abbildung 18: Simulation BF 1, Szenario Real (nPro, e7)

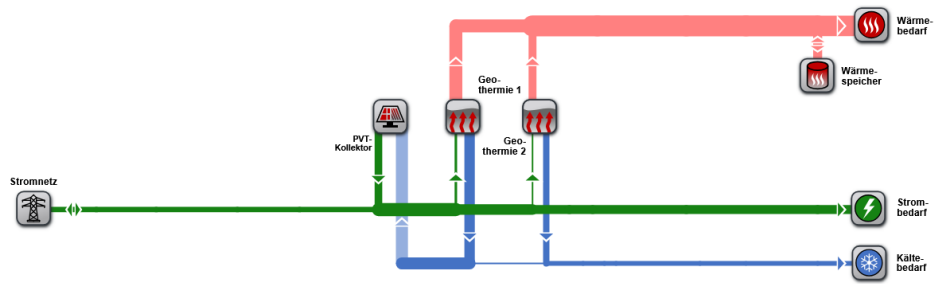
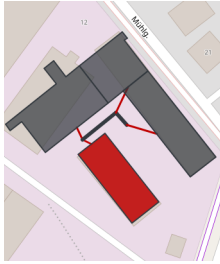


Abbildung 19: Simulation BF 2, Szenario Real (nPro, e7)

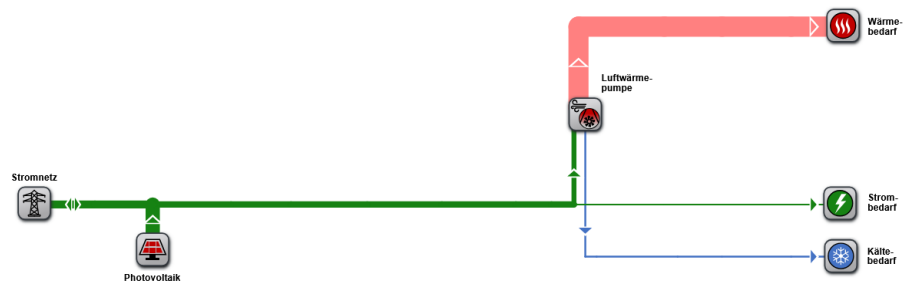
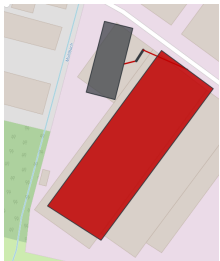


Abbildung 20: Simulation BF 3, Szenario Real (nPro, e7)

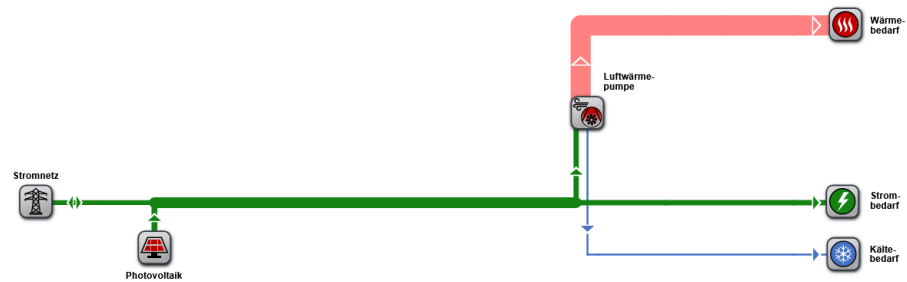


Abbildung 21: Simulation BF 4, Szenario Real (nPro, e7)

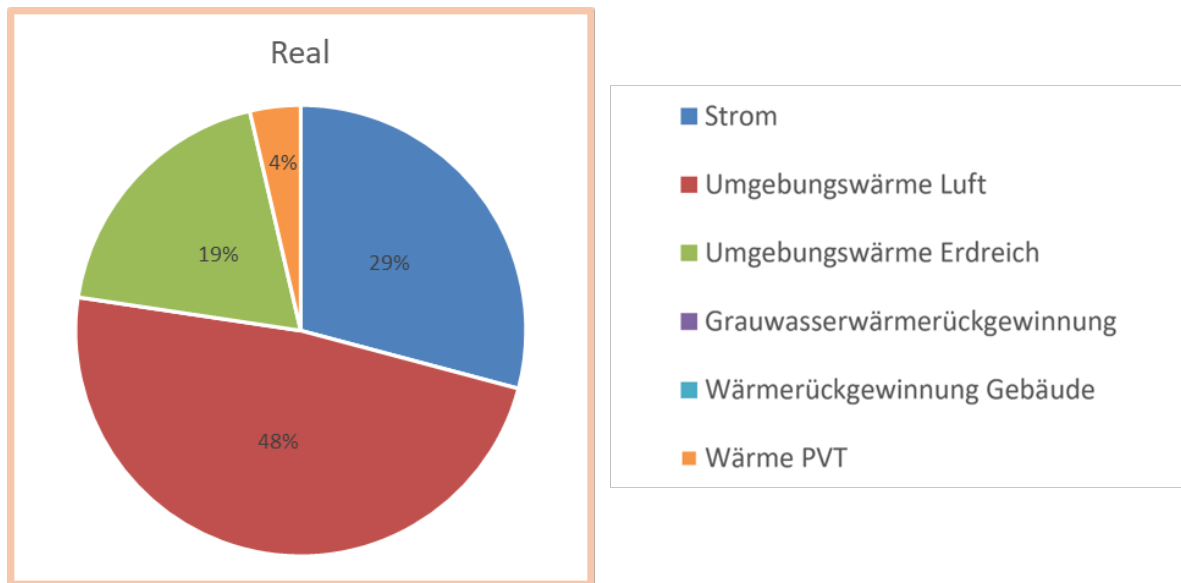


Abbildung 22: Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers (Szenario Real)

Das Szenario Real+ baut auf dem Szenario Real auf und ergänzt dieses um gezielte Anpassungen zur Optimierung der Energieversorgung und Flächennutzung. In den Baufeldern 1 und 2 wird zur Abdeckung von Spitzenlasten zusätzlich der Einsatz von Luftwärmepumpen vorgesehen. Dadurch reduziert sich der Bedarf an PVT-Wärme zur Regeneration des Erdreichs. In der Folge kann ein größerer Anteil der verfügbaren Dachflächen für die Stromerzeugung mittels Photovoltaik genutzt werden. Während im Szenario Real die Dachflächen zu 100 % mit PVT-Modulen belegt sind, werden im Szenario Real+ nur noch rund 37 % der Dachflächen für PVT genutzt; die verbleibenden Flächen stehen für PV-Module zur Verfügung. Gleichzeitig kann der im Szenario Real vorgesehene Wärmespeicher im Szenario Real+ nahezu vollständig reduziert werden. In den Baufeldern 3 und 4 kommen hier Erdsonden zum Einsatz, die primär auf den jeweiligen Kühlbedarf ausgelegt sind. Durch diese Auslegung kann die Luftwärmepumpe in Bedarfsfeld 3 um rund 16 % und in Bedarfsfeld 4 um rund 25 % kleiner dimensioniert werden. Die Belegung der Dachflächen mit Photovoltaik bleibt in diesen Bedarfsfeldern unverändert und entspricht mit einer 100 %igen PV-Nutzung jener des Szenarios Real.

Die Darstellung der Energieflüsse in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** folgt derselben Systematik wie im Szenario Real. Dies betrifft insbesondere die Pfeilrichtungen der Energieflüsse und die Kennzeichnung der angesetzten Energiezentrale (rot hervorgehoben).

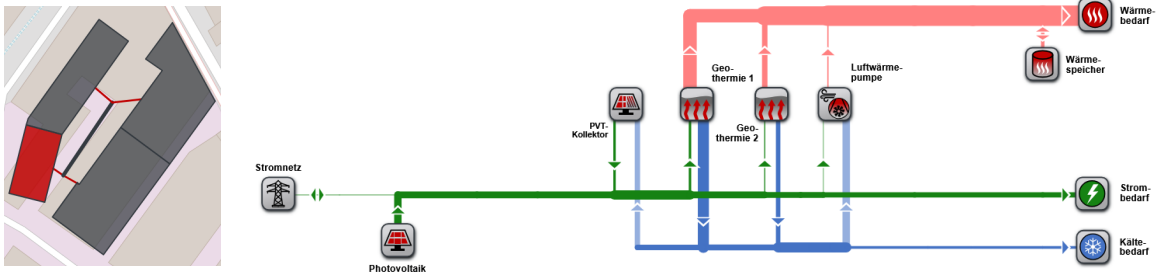


Abbildung 23: Simulation BF 1, Szenario Real+ (nPro, e7)

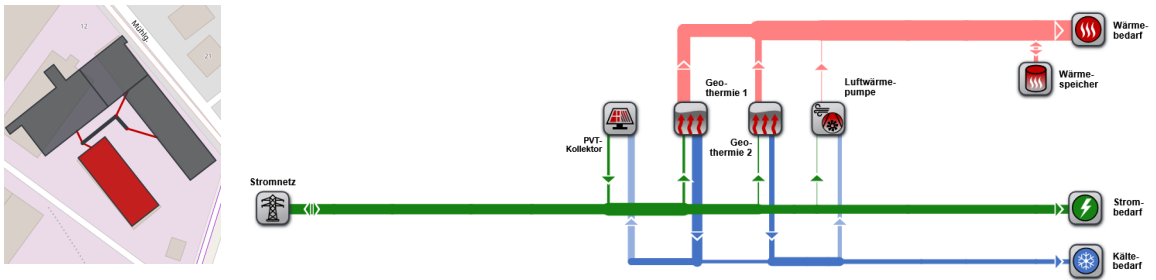


Abbildung 24: Simulation BF 2, Szenario Real+ (nPro, e7)

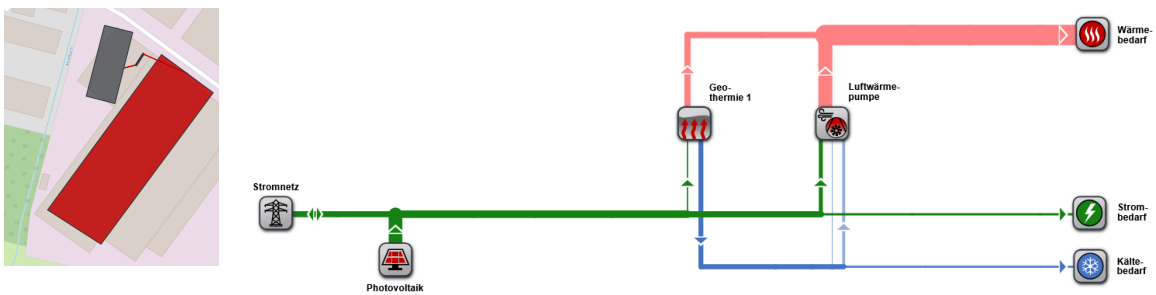


Abbildung 25: Simulation BF 3, Szenario Real+ (nPro, e7)

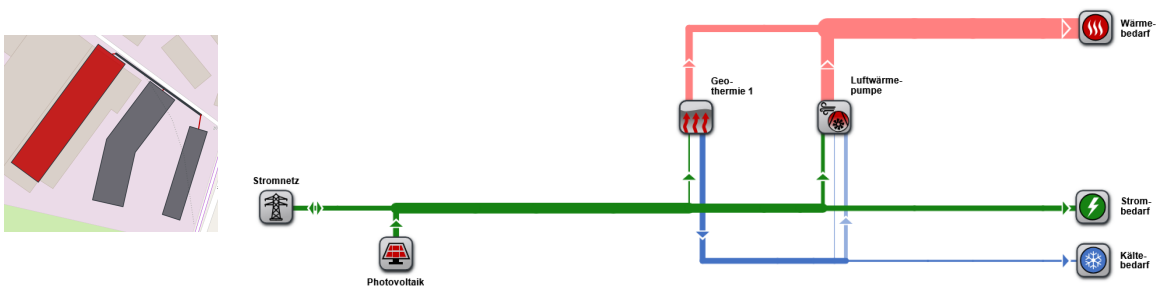


Abbildung 26: Simulation BF 4, Szenario Real+ (nPro, e7)

Abbildung 27 stellt die veränderten Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers im Szenario Real+ dar. Die dargestellten Verschiebungen ergeben sich aus gezielten Anpassungen im Energiesystem gegenüber dem Szenario Real.

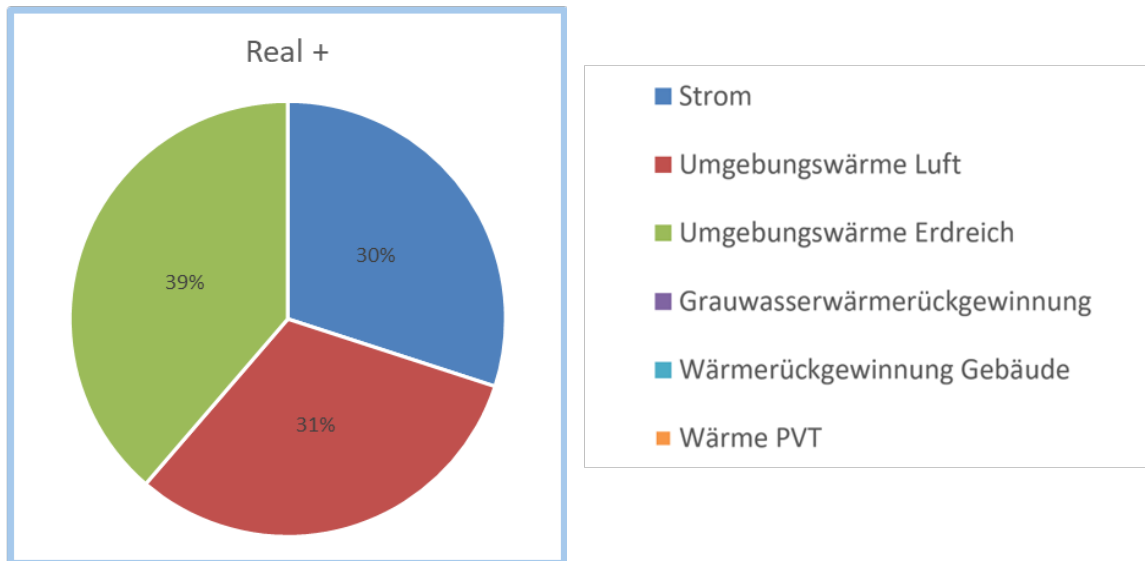


Abbildung 27: Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers (Szenario Real+)

Bei insgesamt gleichbleibenden Energiebedarfen führt diese Systemanpassung zu einer deutlichen Verschiebung der Anteile der Energieträger: Der Beitrag des Erdreichs an der nutzungsbezogenen Energieversorgung steigt von 19 % auf 39 %. Der Anteil der Luftwärmepumpen reduziert sich entsprechend von 48 % auf 31 %. Die PVT-Anlagen sind im Szenario Real+ nicht mehr nutzungsseitig eingebunden, da sie ausschließlich zur Erdreichregeneration eingesetzt werden sind, scheinen sie in dieser Darstellung nicht auf.

Zentrales Element des Szenarios Ideal ist ein gemeinschaftliches Anergienetz, das alle Baufelder miteinander verbindet. Dadurch können Lastspitzen effizient ausgeglichen und das verfügbare erneuerbare Energiepotenzial bestmöglich ausgeschöpft werden. Das Anergienetz arbeitet auf einem niedrigen Temperaturniveau und ermöglicht bidirektionale Energieflüsse zwischen den Baufeldern sowie die saisonale Nutzung von Überschusswärme und -kälte. In den Baufeldern der „Neuen Heimat“ wird im Szenario Ideal vollständig auf Geothermie in Kombination mit Sole-Wasser-Wärmepumpen gesetzt, wodurch sich ein erhöhter Bedarf an Erdreichregeneration ergibt. Im Vergleich zum Szenario Real+ wird im Ideal-Szenario im Gesamtquartier rund 20 % weniger PV-Kollektorfläche, jedoch etwa die vierfache PVT-Kollektorfläche – gezielt zur Erdreichregeneration – installiert. Ergänzend wird die Wärmerückgewinnung aus Grauwasser der Baufelder 3 und 4 systematisch in das Energiekonzept integriert, primär zur Warmwasserbereitung.

**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt das Gesamtsystem des Anergienetzes, wie es im Simulationsmodell nPro abgebildet wurde. Abbildung 29 stellt die über

ein Jahr simulierte Wärme- und Kälteeinspeisung der einzelnen Baufelder in die gemeinsame Energiezentrale dar.

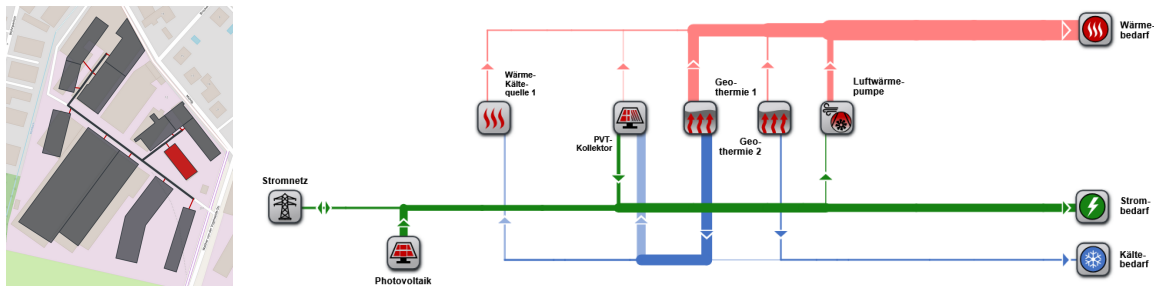


Abbildung 28: Simulation Gesamtquartier inkl. Anergienetz, Szenario Ideal (nPro, e7)

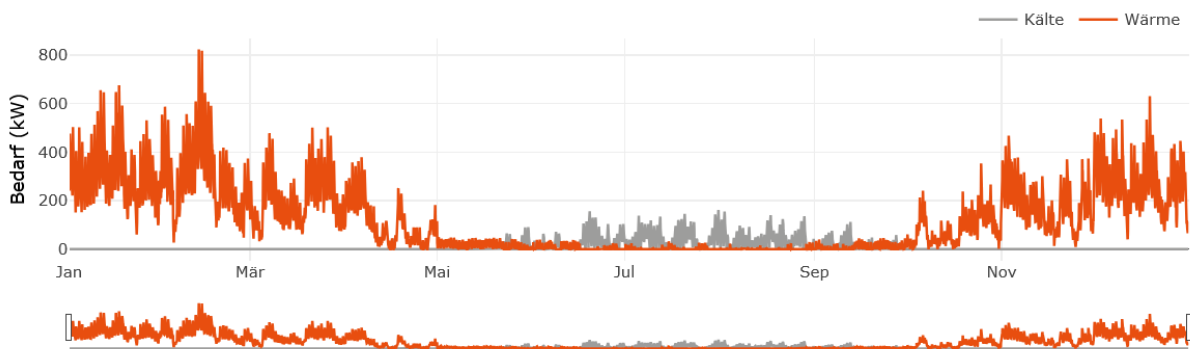


Abbildung 29: Simulierte Wärme- und Kälteeinspeisung an Energiezentrale über ein Jahr (Szenario Ideal) (nPro, e7)

**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt eine deutliche Verschiebung der Anteile der Energieträger zugunsten der Erdwärme. Deren Anteil an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers steigt auf nahezu 50 %, während sich der Beitrag der Luftwärmepumpen, die in diesem Szenario ausschließlich zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt werden, auf rund 20 % reduziert. Der Anteil der Grauwasser-Wärmerückgewinnung an der gesamten nutzungsbezogenen Energieversorgung beträgt rund 6 % und ist damit vergleichsweise gering. Gleichzeitig weist das Szenario Ideal mit einem Stromanteil von rund 21 % den niedrigsten Wert im Vergleich zu den Szenarien Real und Real+ (jeweils etwa 30 %) auf. Dieser geringere Strombedarf steht in direktem Zusammenhang mit den insgesamt reduzierten energiebedingten Emissionen des Systems (vgl. Kapitel 4.4.2). In dieser Darstellung nicht enthalten sind - wie bereits in den vorhergehenden Abbildungen - jene Energiemengen, die zur Erdreichregeneration oder zur Kühlung genutzt werden. Diese systemischen Synergien werden in der vorliegenden Auswertung bewusst nicht abgebildet, leisten jedoch einen wesentlichen Beitrag zur Effizienz des Gesamtsystems. Die Ergebnisse unterstreichen damit, dass eine gemeinschaftliche, vernetzte Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Quellen die effizienteste Versorgungsvariante darstellt.



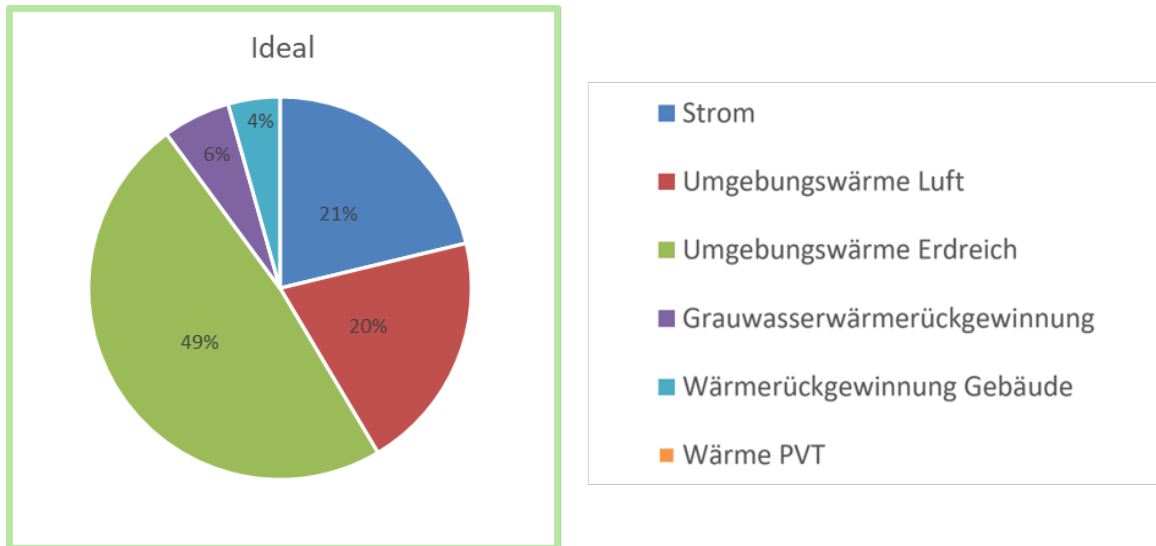


Abbildung 30: Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers (Szenario Ideal)

### Vergleich der Ausnutzung erneuerbarer Energiepotenziale

Zu Beginn der Konzeptionierung, also vor Durchführung der Simulationen, wurde eine erste Abschätzung der lokal verfügbaren Energiepotenziale vorgenommen. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt auf dieser einheitlichen Vergleichsbasis die Ausnutzung der Energiepotenziale sowie den Vergleich der nutzungsbezogenen Energiemengen (MWh) in den unterschiedlichen Szenarien.

			Szenario Ideal	Szenario Real +	Szenario Real
Wärme	Grauwasser-WRG	MWh	97%	-	-
Wärme	PVT	MWh	32%	8%	16%
Wärme	Erdsonden	MWh	79%	64%	27%
Wärme	Ringgrabenkollektoren	MWh	114%	108%	182%
Strom	PV	MWh	53%	66%	53%
Strom	PVT	MWh	26%	7%	23%

Abbildung 31: Ausnutzung der lokal verfügbaren Energiepotenziale und Vergleich der nutzungsbezogenen Energiemengen (MWh) in den Szenarien Real, Real+ und Ideal auf Basis der initialen Potenzialabschätzung und der Simulationsergebnisse (e7)

Die durchgeführten Simulationen unter Verwendung detaillierterer Bodenkennwerte zeigen, dass die initiale Abschätzung der Energiepotenziale in mehreren Fällen konservativ war und das tatsächlich nutzbare Potenzial höher liegt. Dies erklärt die in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Prozentwerte von über 100 %. Ausschlaggebend dafür sind insbesondere die vertiefte Untersuchung der Untergrundparameter sowie die vollständige Regeneration des Erdreichs im Simulationsmodell. Dadurch können bei gleichbleibender Anlagenleistung – etwa bei den Ringgrabenkollektoren – über das

Jahr hinweg größere Wärmemengen entzogen und wieder eingebracht werden. Abweichungen im Stromertrag ergeben sich unter anderem daraus, dass in der Simulation andere PV-Modultypen verwendet wurden als in der initialen Potenzialabschätzung, die auf allgemeinen Benchmarkwerten beruhte.

Insgesamt zeigt sich, dass im Szenario Ideal das lokal verfügbare Potenzial an erneuerbaren Energieträgern am stärksten ausgeschöpft wird. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich Photovoltaik und PVT-Kollektoren die verfügbaren Dachflächen teilen, wodurch ein gewisser Nutzungskonflikt entsteht. Auch hinsichtlich der Speicherstruktur unterscheidet sich das Szenario Ideal von den anderen Varianten: Während in den Szenarien Real und Real+ ein zentraler Wärmespeicher vorgesehen ist, wird im Szenario Ideal auf dezentrale Wärmespeicher je Gebäude gesetzt. Eine detaillierte Simulation individueller Speichergrößen ist mit dem eingesetzten Simulationsmodell nPro jedoch nur eingeschränkt möglich.

## **4.2 Machbarkeit des Einsatzes von Abbruchmaterialien in NBS**

### **4.2.1 Technische Anforderungen**

Neben den grundlegenden physikalischen Eigenschaften wie Körnung, Dichte, Wasserspeicherfähigkeit und Durchlässigkeit muss auch das Mischverhältnis sorgfältig betrachtet werden, um ein qualitativ hochwertiges Substrat zu gewährleisten und die ökologischen Funktionen zu erfüllen. Zusätzlich spielen Prüfverfahren eine zentrale Rolle, um die Zusammensetzung, Stabilität und Eignung des Ziegels bzw. in späterer Folge des Substrates festzustellen. Ebenso wird die Einhaltung der Normen und Richtlinien empfohlen und in diesem Schritt überprüft. Auch die Erfordernisse für die Aufbereitung des Ziegels sind von entscheidender Bedeutung. Dabei wird die Eignung des Recyclingziegels im Rahmen einer Analyse für die weitere Verarbeitung festgestellt, sowie bei Eignung diese weiterverarbeitet oder aussortiert. Grundsätzlich erfordert die Verwendung des Recyclingziegels in Substraten eine ganzheitliche Betrachtung der Materialeigenschaften, Mischmöglichkeiten, Prüfkriterien und Aufbereitungsmöglichkeiten, um eine dauerhafte Funktionalität und Qualität des Substrats sicherzustellen.

#### **Physikalischen Anforderungen**

In der Literatur wird die hohe Wasserkapazität, Trittfestigkeit sowie Strukturstabilität von Ziegelbruch hervorgehoben (Rosen, 2021). Die Wasserkapazität kann je nach Aufbereitung 25-50 Vol-% betragen (Roth-Kleyer, 2013). Auch aus Sicht der befragten Expert:innen eignet sich Ziegelbruch aufgrund seiner porösen Struktur und hohen Formstabilität besonders gut

für den Einsatz in der Vegetationstechnik. Vor allem bei feinanteilreichen, lehmigen Böden kann eine Ziegelbeimischung helfen, die Struktur zu verbessern und infolgedessen Staunässe entgegenwirken. Im Hinblick auf die physikalischen Anforderungen spielt die Korngrößenzusammensetzung bei Ziegel eine wichtige Rolle, da diese oft niedriger als bei natürlichen Gesteinskörnungen ist ( $\sim 1,6\text{--}1,8 \text{ g/cm}^3$ ). Die hohe Wasseraufnahmefähigkeit von Ziegel ist zwar vorteilhaft bei der Verwendung in Nature-based Solutions, aber problematisch in Bezug auf Frost und Tausalz. Die Frost- sowie Tausalzbeständigkeit muss durch geotechnische Tests geprüft werden.

Im Bereich der Dachbegrünung gelten Betonanteile vor allem bei Dachsubstraten als problematisch, da sie in Verbindung mit Kalk zu Verstopfungen der Dachabläufe führen können. Ziegel mit Betonbeimengungen wird daher in der Regel aussortiert und im Straßenbau weiterverwendet. In Wien kommt für die Herstellung von Dachsubstraten ausschließlich reiner Ziegel zum Einsatz. Die technischen Eigenschaften von Dachsubstraten sind in der ÖNORM L 1131 zur Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken streng geregelt. Die Norm behandelt unter anderem die Anforderungen an die Wasserspeicherfähigkeit, die Porosität, das Gewicht im gesättigten Zustand sowie die Zusammensetzung der Substratschichten (ÖNORM L1131:2010-06-01). Hinsichtlich des Recyclings von Bodenaushub in Dachbegrünungen liegt bereits eine Stellungnahme der Firma Optigrün vor. Dabei werden Aspekte wie das Gewicht, unerwünschter Fremdbewuchs, Wasserdurchlässigkeit, Feinanteil, Logistik und zu feiner Oberboden genannt. Es wird hervorgehoben, dass Böden ca.  $2.000 \text{ kg/m}^3$  wiegen, was dem 2-fachen Gewicht zu speziellen Dachsubstraten entspricht. Ebenso wird durch das Einarbeiten von Aushubmaterial regenerationsfähige Wurzel- und Rhizommaterial, Sprosssteile und Saaten mitaufgebracht, welches in späterer Folge zu einem erhöhten Pflegeaufwand führen kann. Dabei handelt es sich häufig auch um zu feinen Oberboden, der nicht über die erforderliche Wasserdurchlässigkeit verfügt. Ebenso führt der ausgewaschene Feinanteil zu einer Vernässung, da sich dieser im Filtervlies absetzt und den Wasserabfluss behindert.

### **Mischverhältnisse für Substrate**

Für die Mischung von Substraten gibt es keinen einheitlichen Standard, stattdessen erfolgt diese projekt- und standortabhängig. Häufig sind darin Kompost- bzw. Humusanteile und mineralische Fraktionen (Ziegel, Lava, Bims, etc.) enthalten. Ziegel werden sortenrein vor allem als Drainschichtschüttstoff verwendet. In Kombination mit organischen Bestandteilen dienen sie zur Herstellung von Substraten für Dachbegrünungen sowie für Rasen-, Baum- und weitere Spezialsubstrate (Rosen 2021). Zentrales Ziel der Substratmischung ist die Ge-

währleistung von Strukturstabilität, Wasserspeicherung und Drainagefähigkeit. Zur Erstellung der dafür notwendigen Sieblinien wurde das Excel-basierte Sieblinientool aus dem „Circular Soil Paper“ zur Erstellung standortangepasster Substratdesigns, entwickelt von DI Dr. Bernhard Scharf, Senior Scientist am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der BOKU Wien, verwendet. Es ermöglicht das Abstimmen der vor Ort vorhandenen Fraktionen, sowie das Beimischen externer Zuschlagsstoffe, um ein entsprechendes Substrat innerhalb der benötigten Sieblinienbänder zu kreieren.

### **Prüfverfahren und Anwendbarkeit**

Es sind Feld- oder Labortests erforderlich, um zu überprüfen, ob die Kennwerte des Bruchmaterials den geltenden Normen entsprechen. In den Interviews wurde insbesondere die Bedeutung von Eluatuntersuchungen betont, mit denen die potenzielle Schadstoffauswaschung des Materials bewertet wird. Zudem ist der pH-Wert zu berücksichtigen. Ziegelmaterialien können alkalisch sein, was negative Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum hat. In der Literatur wird angegeben, dass der pH-Wert von Ziegel, abhängig vom Rohstoff, zwischen 7 und 9,5 variieren kann (Rosen 2021). Grundsätzlich werden Substrate mit einem pH-Wert zwischen 8,5 und 8,9 als unbedenklich eingestuft, sodass ihre Verwendung unter den üblichen Bedingungen keine Risiken zugeschrieben werden. Für die weitere Verarbeitung und den Einsatz in Substraten ist ebenso zu beachten, dass der pH-Wert in Verbindung mit Wasser im Laufe der Zeit durch die Auswaschung von Stoffen abnimmt. Hervorzuheben ist, dass die Anforderungen an Versickerungssubstrate noch strenger normiert sind als bei Dachsubstraten, was die Verwendung von Ziegelrecyclat hierfür erschwert. Diese Substrate müssen jährlich geprüft werden.

### **Aufbereitungsverfahren**

Die Aufbereitung von Mauerziegeln stellt einen entscheidenden Schritt zur Wiederverwertung mineralischer Bauabfälle dar. Um aus Ziegelbruch ein technisch und ökologisch geeignetes Material für den Wiedereinsatz zu gewinnen, sind verschiedene Prozessschritte erforderlich (T. Herbst, S. 22). Diese dienen der Trennung, Reinigung und Aufbereitung des Materials und werden im Folgenden detailliert erläutert:

**Zerkleinern und Aufschließen:** Der Mauerziegel wird durch die Einwirkung mechanischer Kräfte zerteilt. Dadurch wird eine bestimmte Korngrößenverteilung erzeugt.

**Klassieren:** Das körnige Material wird nach geometrischen Merkmalen in definierte Kornfraktionen getrennt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dieser Schritt dient als Vorbereitung weiterer Verarbeitungsschritte und verhindert Schäden oder Überlastungen an nachgeschalteten Anlagen.

**Sortieren:** Nach dem Klassieren erfolgt eine Trennung des Materials nach unterschiedlichen Stoffarten, um Fremd- und Störstoffe zu entfernen. Dadurch werden nachgeschaltete Anlage geschützt und eine Steigerung der Materialqualität des Recycling-Baustoffes erreicht.



Abbildung 32: Materialmuster Recyclingziegel (RZ) in den Korngrößen 2/8mm und 2/11mm (© Katharina Möller, grünplan)

Bei der Besichtigung des Recycling Center Himberg (RCH) konnten Einblicke in den genauen Ablauf einer solchen Verarbeitung gewonnen werden. Die Verarbeitung der Ziegel erfolgt idealerweise im trockenen Zustand, da feuchtes Material die Abnutzung der Brechanlage deutlich erhöht. Der Verarbeitungsprozess beginnt mit einer Sichtkontrolle der Ziegel auf der Waage. Weisen die Ziegel eine zu starke Verunreinigung auf, werden sie nicht weiterverarbeitet, sondern direkt der Deponie zugeführt. Anschließend gelangen alle verwendbaren Ziegel über ein Förderband unter einen Magneten, der zur ersten magnetischen Abscheidung von Metallteilen dient. Danach erfolgt eine manuelle Kontrolle, bei der verbleibende Verunreinigungen händisch aussortiert werden. Im nächsten Schritt werden die Ziegel gebrochen (Zerkleinern und Aufschließen). Nach dem Brechvorgang sorgt erneut ein Magnet für die Entfernung verbliebener Eisenteile (Sortieren). Das gebrochene Material fällt im Anschluss durch ein Sieb, welches die verschiedenen Korngrößen trennt (Klassieren). In den Sommermonaten kommt zusätzlich eine Waschung, auch „Waschbär“ genannt, zum Einsatz. Bei diesem Verfahren wird der Sandanteil im Material reduziert. Da diese Sandabscheidung im Winter nicht stattfindet, ist der Sandanteil in den Wintermonaten um etwa 1 % höher. Herbst (2016) zeigt ein Übersichtsschema zu Abbruch und Aufbereitung von Mauerwerk, in dem die einzelnen Arbeitsschritte ersichtlich sind:

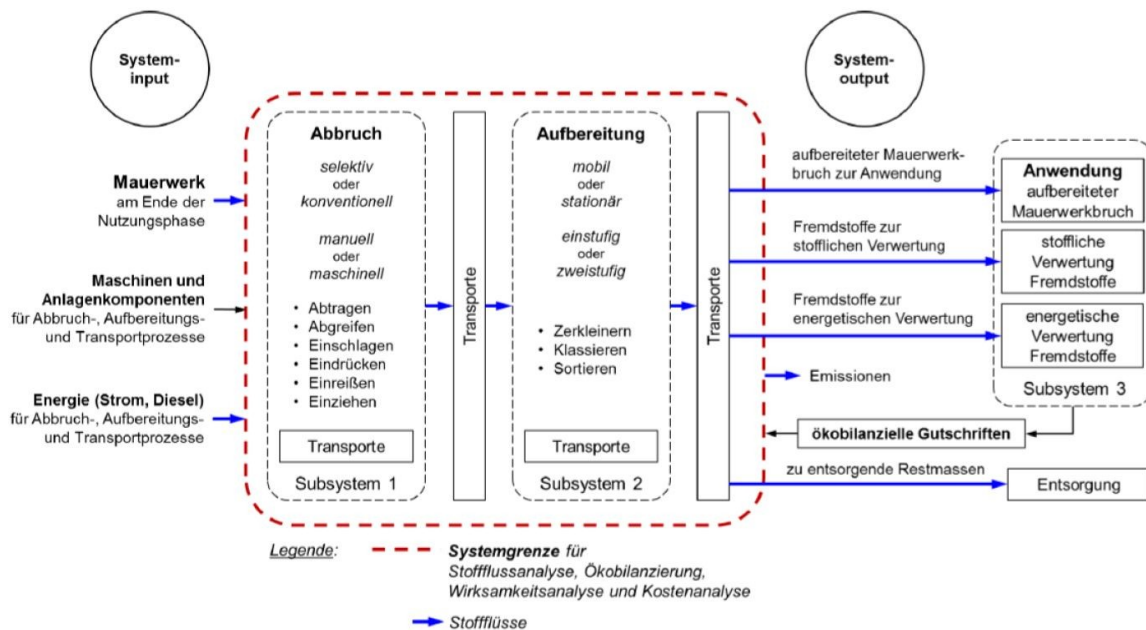


Abbildung 33: Übersicht Abbruch und Aufbereitung von Mauerwerk. Quelle: Herbst (2016)

## Rezyklatpotenzial

Laut dem Recycling Center Himberg (RCH) ist der Schwund beim Brechen abhängig vom Ziegeltyp und -material. Es wird generell zwischen alten Mauerziegeln und den neuen Loch- bzw. Hohlziegeln unterschieden. Bei alten Mauerziegeln ist mit 10 % Sandanteil zu rechnen, hingegen kann bei Hohlziegel mit bis zu 30 % Sandanteil gerechnet werden. Der Mörtel an den Ziegeln kann nicht komplett von den Ziegeln beseitigt werden und landet daher auch zum Teil im Substrat. Dies ist ein wichtiger Aspekt, der hinsichtlich der ÖNORM sowie geforderten Sieblinie beachtet werden muss. Laut den interviewten Expert:innen schwankt die Ausbeute auch stark je nach Aufbereitung. Als groben Anhaltspunkt nennt sie 60–80 % an verwertbaren Fraktionen. Der Rest sind Feinanteile, wie Staub und andere Fremdstoffe. Die Feinanteile halten sich aber meist in Grenzen, sofern eine korrekte Brechung stattfindet. Auch das RBS Seyring nennt 60 % als erwartbare Ausbeute.

## 4.2.2 Ökologische Aspekte

### Ökologischen Anforderungen für Einsatz von Ziegelrecycling in NBS

Der Ziegel muss laut den interviewten Expert:innen Güteklasse A aufweisen. Derzeit erfolgt keine Bewertung von Recyclinganteilen bei klimaaktiv. Es gilt nur, ob begrünt wird und wie hoch das Substrat ist. Wichtige Indikatoren sind jedoch besonders die Pflanzenverträglichkeit sowie Wasserspeicherfähigkeit. In beiden Bereichen weist Ziegel sehr gute Ergebnisse auf. Grundsätzlich darf Recyclingziegel nur eingesetzt werden, wenn dies in der Ausschreibung vorgesehen ist.

### **Erforderliche Prüfmethode hinsichtlich Umweltwirkungen**

Ziegel, insbesondere aus der Nachkriegszeit, können mit Schwermetallen vorbelastet sein. Eine Wiederverwertung schließt das jedoch nicht grundsätzlich aus. Hierzu sollten Eluatversuche (vgl. Prüfverfahren und Anwendbarkeit) zur Qualitätsprüfung durchgeführt werden, welche Aufschlüsse über das Auswaschungspotenzial geben. Wenn die Ergebnisse zeigen, dass die Schadstoffauswaschung unbedenklich ist, ist eine Verwertung möglich. Die Proben sollten chargengenau erfolgen, z.B. eine Probe pro 500 Tonnen Material (Schätzwert Experte:innen). Für jede Bodenart, inklusive Anschüttungen, ist mindestens eine repräsentative Bodenprobe zu entnehmen. Solche Untersuchungen werden typischerweise von geotechnischen Büros durchgeführt. Ein weiterer Punkt, der hinsichtlich der Schadstoffauswaschung zu beachten ist, ist der Kontakt des ausgeschwemmten Wassers mit dem Grundwasser. Es ist wichtig, die Vorgaben der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW) einzuhalten. Eine Studie von Döber, Weisram, Müller-Grabherr (UBA, 2014) untersuchte die möglichen Auswirkungen von Recyclingbaustoffen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. Bei dieser Studie ergaben sich folgende Orientierungswerte:

#### **Anwendungsfall 1 – „Einbau über HGW (Höchsten Grundwasserstandes) – ungebunden“**

Eluat-Orientierungswert:  $10:1\text{-Eluat} \leq \text{QZV Chemie GW} \times 2$

- **Anwendungsfall 2 – „Einbau über HGW – ungebunden mit Deckschicht oder gebunden“**

Eluat-Orientierungswert:  $10:1\text{-Eluat} \leq \text{QZV Chemie GW} \times 10$

- **Anwendungsfall 3 – „Einbau im Grundwasser – ungebunden“**

Eluat-Orientierungswert:  $10:1\text{-Eluat} \leq \text{QZV Chemie GW}$

- **Anwendungsfall 4 – „Einbau im Grundwasser – gebunden“**

Eluat-Orientierungswert:  $10:1\text{-Eluat} \leq \text{QZV Chemie GW} \times 5$

### **Potenzial für Kombination von Recyclingziegeln mit Aushubmaterial**

Eine Kombination von Recyclingziegel und Aushubmaterial ist ökologisch nicht eindeutig bewertet. Böden gelten als "inaktiv", sobald sie versiegelt oder längere Zeit gelagert wurden, da die Mikroorganismen mit der Zeit absterben und somit die Aktivität abnimmt. Wichtig ist außerdem, dass verschiedene Boden-Horizonte (Oberboden, Unterboden) aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen nicht vermischt werden. Oft ist der Oberboden (A-Horizont) nährstoffreicher, verfügt über mehr Feinmaterial (Schluff, Ton) und hat eine bessere Wasserspeicherfähigkeit. Der Unterboden (B-Horizont) hat hingegen meist eine grobkörnige Struktur (Sand, Kies), da Feinmaterial ausgewaschen wird.

Am Standort Werk Möllersdorf liegt kein natürlich gewachsener Boden vor. Aktuell ist die Geländeoberfläche vollständig versiegelt und besteht aus einer etwa 0,1–0,2 m mächtigen Asphaltdecke. Darunter folgt eine anthropogene Anschüttung mit einer Mächtigkeit von rund 1,0 bis 3,0 m, die sich überwiegend aus einem Kies-Sand-Gemisch zusammensetzt. Die vor Beginn des Sondierungsprojekts durchgeführten Boden- und Grundwasseruntersuchungen ergaben, dass insbesondere der Boden im Bereich der Halle 10 und 11 weitgehend unkontaminiert und damit potenziell wiederverwendbar ist. Die dort angetroffenen Bodenschichten sind überwiegend mitteldicht gelagert und überwiegend erdfeucht, lokal auch feucht bis nass. In Teilbereichen treten tonig-schluffige Einlagerungen auf, die den Feinanteil erhöhen und die wasserhaltenden Eigenschaften beeinflussen. Aufgrund der überwiegend mineralischen Zusammensetzung und der fehlenden Kontamination eignet sich der Bodenaushub grundsätzlich als Ausgangsmaterial für Substratmischungen, insbesondere nach einer bautechnischen Aufbereitung (z. B. Siebung, Entfernung störender Fremdstoffe).

### **4.2.3 Ökonomische und logistische Aspekte**

#### **Aufbereitungskosten**

Bezüglich Kosten konnten in den Befragungen keine Angaben gemacht werden. Vom Recycling-Center RB Seyring liegt jedoch ein Kostenvoranschlag vor, welcher zur Abschätzung potenzieller Kosteneinsparungen (siehe Kapitel 4.4.1) herangezogen wurde.

#### **Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Umsetzung**

Im RCH konnten wichtige Informationen hinsichtlich der Voraussetzungen zur wirtschaftlichen Umsetzung gesammelt werden. Besonders wichtig ist zuallererst die Schad- und Störstofferkundung der Gebäude und Bodenaushüben, aus denen das Material stammt. Diese ist notwendig, um potenziell gefährliche oder nicht verwertbare Stoffe rechtzeitig zu erkennen und auszuschließen, bevor das Material in die Verwertung gelangt. Ein möglicher Weg zur Verarbeitung von Ziegelmaterial vor Ort ist der Einsatz einer mobilen Brechanlagen. Diese bieten eine hohe Flexibilität und Mobilität und ermöglichen durch die ortsnahe Wiederverwertung eine Reduktion der Transport- und Deponiekosten für Bauschutt (Müller 2016). Für den Betrieb einer mobilen Brechanlage und die Herstellung des neuen Substrats sind weiters bestimmte personelle, flächenmäßige und technische Voraussetzungen erforderlich. Dazu zählen der Einsatz ausreichender Personal- und Maschinenressourcen, eine zeitliche Anpassung der Arbeitsabläufe an die personelle Ausstattung und Lärm-Akzeptanz der Anrainer:innen sowie ein zeitlicher und räumlicher Zusammenhang zwischen Aufbereitung und Wiedereinbau des Materials.

### **Zeitliche Komponente**

Laut den Erkenntnissen aus den Interviews ist eine Just-in-Time-Verwertung ideal, dies kann in der praktischen Umsetzung jedoch nur schwer erreicht werden. Eine Zwischenlagerung ist grundsätzlich möglich und im Idealfall direkt auf dem Bauplatz. Dies gestaltet sich jedoch oftmals als schwierig. Alternativ kann das Material kostenpflichtig in der Nähe des Bauvorhabens gelagert werden. Eine Lagerung in unmittelbarer Nähe oder direkt auf der Baustelle bietet sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile gegenüber einer Deponierung. Aus abfallrechtlicher Sicht ist eine Lagerung für bis zu drei Jahre zulässig. Dabei ist zu beachten, dass Oberboden nicht höher als zwei Meter aufgeschüttet werden sollte (gem. ÖNORM L1211 Bodenschutz bei der Planung und Durchführung von Bauvorhaben Tabelle 4 – Maximale Schütthöhen von Bodenmieten Oberboden max. 1,5m, Unterboden max. 2,5m; Abweichungen im Einzelfall nach fachkundiger Beurteilung), da es sonst durch Verdichtung zu einem Verlust wichtiger physikalischer Eigenschaften kommen kann, andere Materialfraktionen hingegen dürfen höher gelagert werden. Dabei ist jedoch hervorzuheben, dass es bei der Lagerung zu Verunreinigungen kommen kann.

## **4.2.4 Praktische Erfahrungen**

### **Erfahrungen mit Rückbauprozessen von Altziegeln (Verlustquote, Sortenreinheit)**

Durch den Einsatz moderner Trenn- und Aufbereitungsverfahren können nahezu alle unerwünschten Komponenten aus dem Brechmaterial entfernt werden können. Dies trägt wesentlich dazu bei, die Qualität des recycelten Materials zu sichern und seine Einsatzmöglichkeiten zu erweitern. Allerdings können insbesondere Mörtelreste, die an den Ziegeln haften, oft nicht vollständig beseitigt werden. Solche Rückstände können die Eigenschaften des Materials in bestimmten Anwendungen (z.B. Vegetationstragschichten) beeinflussen.

### **Schnittstellenprobleme zw. Bauwesen, Recyclingbranche und Landschaftsarchitektur**

Der Ziegel ist die zentrale Schnittstelle zwischen Bauwesen, Recyclingbranche und Landschaftsarchitektur und Landschaftsbau. Damit ein klares Verständnis dafür entwickelt wird, welches Material in welchen Qualitäten und Mengen benötigt wird, bedarf es einer umfassenden gegenseitigen Sensibilisierung zwischen den beteiligten Gewerken. Dies führt zu einer noch präziseren Planung und trägt dazu bei, eine Materialverschwendung oder überflüssige Deponierung zu vermeiden. In diesen Zusammenhang ist auch das Forschungsprojekt „Grün Aktiv Haus“, ein österreichisches Förder- und Forschungsvorhaben des Bundes, das besonders energieeffizientes, ökologisch nachhaltiges sowie wohngesundes Bauen fördert, zu nennen. Hier wird eine enge Zusammenarbeit bzw. Vernetzung der Begrünungsbranche mit der Bau- und Energiebranche angestrebt.

## Rechtlichen Rahmenbedingungen

Rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. Bauprodukteverordnung, Abfallrecht und EU-Gesetze) bilden die Grundlage für die Planung und Umsetzung von Recyclingprojekten. Sie definieren Pflichten und Vorgaben für das Recycling von Mauerziegeln. Vorrangiges Ziel ist der Schutz von Umwelt, Gesundheit und Sicherheit der Bevölkerung. Der Baustoffrecyclingverband Österreich (BRV) gibt diesbezüglich eine rote und grüne Liste vor:

- Grüne Liste: Materialien, die in technischen Bauwerken (auch Nature-based Solutions) verwendet werden dürfen
- Rote Liste: Materialien mit Schadstoffbelastung / ungeeignete Stoffe

Weiters ist die ONR 192206 (Regelwerk zur Anwendung von Sekundärrohstoffen), sowie die ÖNORM B 3140 für Recycling-Baustoffe relevant, insbesondere in technischer Infrastruktur. Im Zusammenhang mit der Nutzung von Aushubmaterial hat die Deponieverordnung (DVO 2008) eine zentrale Rolle. Sie legt fest, unter welchen Bedingungen Bodenmaterialien verwertet, gelagert oder deponiert werden dürfen.

### 4.2.5 Ermittelte Mischverhältnisse der Substrate

Zur Ermittlung geeigneter Mischverhältnisse wurde das Sieblinientool von DI Dr. Bernhard Scharf, Senior Scientist am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau an der Universität für Bodenkultur, verwendet. Im Zuge der Untersuchung wurden Mischverhältnisse mit Berücksichtigung von Ziegelsplitt in den Körnungen von 2/4 mm, 4/8 mm und 8/12 mm untersucht (Szenario Real+) sowie die Kombination von Ziegelsplitt und dem potenziell wiederverwendbaren Aushub (Szenario Ideal).

Dabei sind die geforderten Qualitäten und Sieblinienkorridore gemäß den nachfolgenden Normen einzuhalten:

- ÖNORM L 1131 – 2010-06-01 (für Dachbegrünungen)
- ÖNORM B 2506-1 (für Versickerungskörper)
- ÖNORM 2606-1 – 2021-07-01
- ÖNORM 2606-1 – 2021-07-01 (für Rasentragschicht)
- ÖNORM B 2606 (Schotterrasen)
- FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 1 – 2015
- FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 2 – 2010 (für Baumsubstrate)
- FLL-Richtlinie für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen - 2018

In Tabelle 14 und Tabelle 15 ist die Materialzusammensetzung der jeweils erstellten und eingesetzten Substrate für die Szenarien Real+ und Ideal übersichtlich dargestellt. Die angegebenen Werte zeigen die jeweiligen Anteile der einzelnen Komponenten in den Substraten. Dadurch können die Unterschiede zwischen den Szenarien nachvollzogen werden. Beim Szenario Real+ kommt, wie in Kapitel 4.1 definiert, der recycelte Ziegelbruch zum Einsatz. Beim Szenario Ideal wird neben dem recycelten Ziegelbruch auch der Bodenaushub wiederverwendet.

Tabelle 14: Ermittelte Mischverhältnisse der untersuchten Substrate im Szenario Real+ (unter Einsatz von Recycling-Ziegelbruch)

	Rasen- sand 0/4	Agroperl K1	Granit 0/32	Granit 32/63	Kompost	Ziegel 2/4	Ziegel 4/8	Ziegel 8/12
Extensivbegrünung	3	1	-	-	1	2	0,5	0,5
Intensivbegrünung	3	1	-	-	2	2	1	1
Rigolensubstrat	1	1	-	10	-	1	1	1
Mineraldrainage	-	-	-	-	-	1	1	1
Rasentragschicht	3	-	-	-	1	1	-	-
Obersubstrat Baum	3	-	3	-	2	1	1	1
Untersubstrat Baum	1	1	-	10	-	1	1	1
Schotterrasen	3	-	3	6	2	-	1	1

Tabelle 15: Ermittelte Mischverhältnisse der untersuchten Substrate im Szenario Ideal (unter Einsatz von Recycling-Ziegelbruch und Bodenaushub)

	KBM 08 A	KBM 10 A	KBM 10 Gr	KBM 15 A	KBM 15 Gr	Rasen- sand	Agro- perl	Granit 16/32	Granit 32/63	Kompost	Ziegel 2/4	Ziegel 4/8	Ziegel 8/12
Intensivbegrün.	1	-	-	-	-	3	1	-	-	2	2	0,5	0,5
Mineraldrainage	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Rigolensubstrat	-	1	2	-	-	-	1	-	10	-	-	1	1
Rasentragschicht	-	-	1	-	-	4	-	-	-	1	1	-	-
Obersubstrat	-	2	1	-	-	3	-	-	-	2	1	1	1
Untersubstrat	-	-	2	-	-	-	1	-	10	-	1	1	1
Schotterrasen	-	-	-	-	3	3	-	6	-	2	-	1	1

Die nachfolgende **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt exemplarisch die resultierende Sieblinie (rot in M-% bzw. orange in V-%) der

Extensivbegrünung mit Ziegelsplitt, innerhalb des empfohlenen Siebkornbereichs (grün) gem. ÖNORM L 1131 – 2010-06-01.

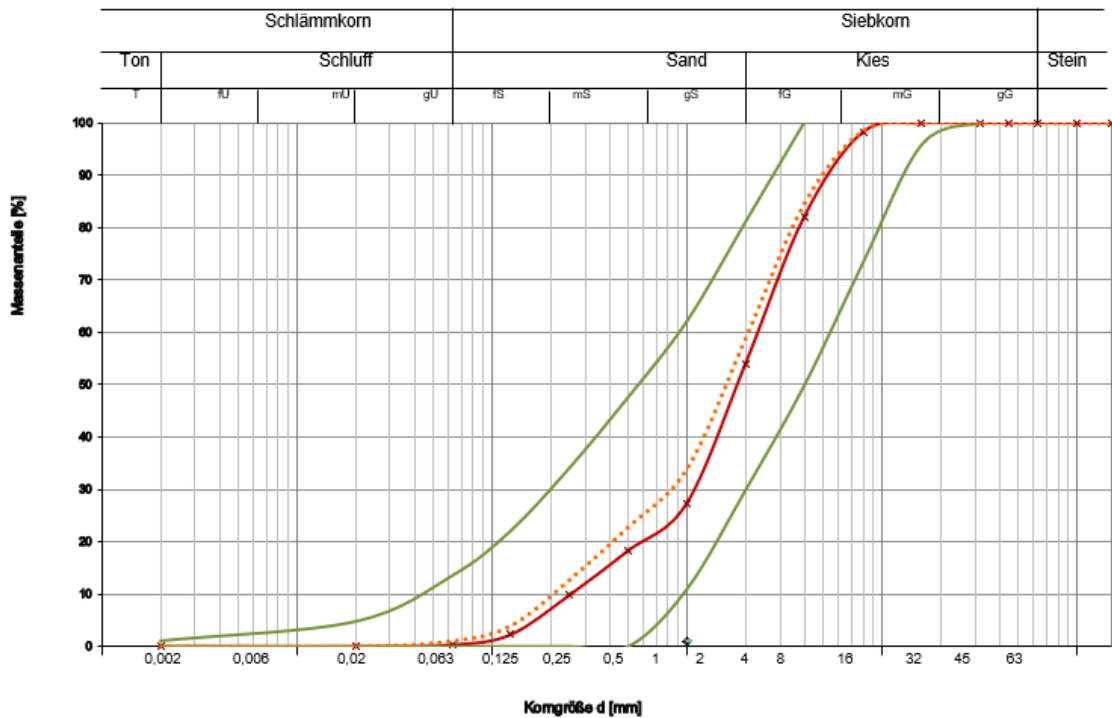


Abbildung 34: Sieblinie für das Substrat einer extensiven Dachbegrünung mit Ziegelsplitt

### 4.3 Stoffstromanalyse

Die Analyse der Stoffströme bildet die Grundlage für die Bewertung der materiellen, energetischen und wasserbezogenen Auswirkungen der untersuchten Szenarien. Sie beschreibt, welche Mengen an Materialien, Energie und Wasser im Zuge des Rückbaus, der Baustellenvorbereitung und der Umsetzung der Freiraumkonzepte anfallen bzw. benötigt werden. Die Stoffstromanalyse dient somit der quantitativen Erfassung aller relevanten Input- und Outputströme und schafft eine vergleichbare Datengrundlage für die in Kapitel 4.4 folgenden ökologischen und ökonomischen Auswertungen.

Im Mittelpunkt steht die Frage, in welchem Umfang Materialien oder Ressourcen im Projektgebiet verbleiben können und wie stark sich die externen Abflusströme – insbesondere durch den Einsatz von recyceltem Ziegelbruch und wiederverwendbarem Bodenaushub in

Freiraumsubstraten – reduzieren lassen. Die Stoffströme werden szenarienbasiert dargestellt und spiegeln jeweils die spezifischen Annahmen zu Rückbau, Aufbereitung und Nutzung der anfallenden Materialien wider.

Das nachfolgende Unterkapitel widmet sich den Materialströmen und beschreibt die beim Rückbau und Aushub anfallenden Volumina sowie deren Verteilung in den Szenarien Real, Real+ und Ideal. Dabei wird aufgezeigt, welche Materialfraktionen exportiert werden müssen, welche Substratkomponenten vor Ort bereitgestellt werden können und wie sich die Volumenanteile der Stoffströme durch die lokale Nutzung von Ziegelbruch und Bodenaushub verändern. Die Energie- und Wasserströme sowie das Monitoring werden anschließend in den Kapiteln 4.3.2 bis 4.3.4 dargestellt.

### 4.3.1 Materialressourcen

Die Analyse der Materialitäten vor Ort folgt dem Rechtsrahmen und nützt die dabei rechtlich vorgegebenen Analyseschritte, um mit deren Ergebnissen mögliche Verwertungs- und Verwendungswege aufzuzeigen. Die Basis legte eine umfassende Schad- und Störstofferkundung und ausführliche Beschäftigung mit den Bestandshallen. Im Wesentlichen zeigen sich drei Bereiche mit Potential für eine Beachtung kreislaufwirtschaftlicher Gesichtspunkte im Umgang mit dem Bestand:

Die **erste Ebene** sind Bauteile/Bauprodukte der Bestandsbauwerke mit einem Potential zur Wiederverwendung. Im Sinn der Kreislaufwirtschaft sind diese Potentiale sehr hochwertig, denn eine Wiederverwendung erhält nicht nur Materialeigenschaften, sondern auch Produkteigenschaften. Abfallwirtschaftlich gesprochen handelt es sich um eine Maßnahme zur Abfallvermeidung. Im Projekt wurden Re-Use-Potentiale, gemäß der drei Stufen des Aufwands für die Bereitstellung in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gekennzeichnet. In den behandelten Hallen wurden insgesamt 138 verschiedene Bauteile, Bauprodukte oder Bauelemente als potenziell re-Use-fähig eingestuft. Gesamt 32 wären mit geringem Aufwand für eine Wiederverwendung geeignet, 51 mit mittlerem Aufwand und 55 mit hohem Aufwand. Exemplarisch genannt seien hochfeste Bodenfliesen (gering), Fassadenelemente (mittel) und Stahlträger (hoch).

Die **zweite Ebene** behandelt Materialströme, die bei entsprechendem Rückbau als Sekundärmaterialien wieder in einen Produktionsprozess eingeschleust werden können. Wesentliche Einflussfaktoren sind die Kontaminationen, Verbindungstechniken und Bauteilzusammensetzungen. Die Bauwerke des Werk Möllersdorfs weisen insbesondere Beton- und Zie-

gelbruch als Inputmaterial für eine stoffliche Verwertung auf. Betonbruch kann, bei entsprechender Qualität, wieder in die Betonherstellung als Zuschlagstoff eingebracht werden. Ziegelbruch findet Anwendung im Straßen- und Wegebau, als Zuschlag bei der Betonherstellung oder eben im Bereich der Substratherstellung, wie hier untersucht.

Eine **dritte Ebene**, die indirekt in die beiden bereits beschriebenen Ebenen hineinwirkt sind Arbeiten, die abbruchvorbereitend Stör- und Schadstoffe aus den Bauwerken entfernen. Im Konzept von BauKarussell wird, unter Einsatz von manueller Arbeit mit sozialwirtschaftlichem Mehrwert, der maschinelle Abbruch so vorbereitet, dass möglichst wenig dieser Stoffe in die großen Abbruchfraktionen wie Beton, Ziegel etc. gelangt. Damit unterstützen die vorbereitenden Schritte eine hohe Qualität für die stoffliche Verwertung. Im gegenständlichen Fall bedürfe es rund vier Wochen Arbeit und Qualifizierung für ein Baukarussell-Team, um unter anderem verschiedenste Leuchtmittel, 750 m<sup>2</sup> Bodenbeläge sowie rund 500 m<sup>2</sup> abgehängte Decken zu entfernen.

Im Rahmen der Stoffstromanalyse werden, die beim Rückbau und Aushub anfallenden Materialvolumina erhoben und szenarienbasiert gegenübergestellt, um aufzuzeigen, in welchem Umfang durch den Einsatz von Ziegelbruch und Bodenaushub in Substraten Materialkreisläufe vor Ort geschlossen und externe Entsorgungsströme verringert werden können.

### Szenario Real

Im Szenario Real werden die beim Rückbau und Aushub anfallenden Materialvolumina vollständig extern abgeführt. Dieses Szenario bildet damit die Referenz, anhand derer die Effekte einer lokalen Nutzung von Ziegelbruch und Bodenaushub in den weiteren Szenarien beurteilt werden können.

Für das Freiraumkonzept gemäß Kapitel 4.1.1 bedeutet dies, dass sämtliche Substrate extern bezogen werden müssen. Volumenmäßig entfällt dabei, gemäß Abbildung 36, rund 12 % auf die Dachbegrünung, während die Rasentragschicht mit etwa 41 Vol.-% und das Rigolensubstrat mit rund 30 Vol.-% den größten Anteil am Gesamtvolumen der benötigten Substrate ausmachen. Der hohe Bedarf an Rigolensubstrat ergibt sich aus der im Szenario zugrunde gelegten versiegelten Fläche.

Während auf beiden Grundstücken vergleichbare Aushubvolumina anfallen, entsteht lediglich im Baufeld 3 und 4 ein Anteil an nicht kontaminiertem Bodenaushub. Dieser macht rund 34 % des Gesamtaushubvolumens aus. Beim Rückbau fällt Ziegelmateriale mit etwa 5 Vol.-%

deutlich geringer ins Gewicht als der mengenrelevante Betonbruch mit rund 19 Vol.-%. Obwohl in Summe etwa 31 Vol.-% der Rückbaumaterialien – insbesondere Beton, Kies und Ziegel – grundsätzlich ein stoffliches Verwertungspotenzial aufweisen, werden im Szenario Real sämtliche Baustoffe vom Gelände abgeführt und je nach Kontaminationsgrad entweder deponiert oder zentral aufbereitet. Die resultierenden Stoffströme des Rückbaus und Aushubs sind in Abbildung 35 als Sankey-Diagramm dargestellt und zeigen den vollständigen Abfluss aller Materialfraktionen vom Projektgebiet.

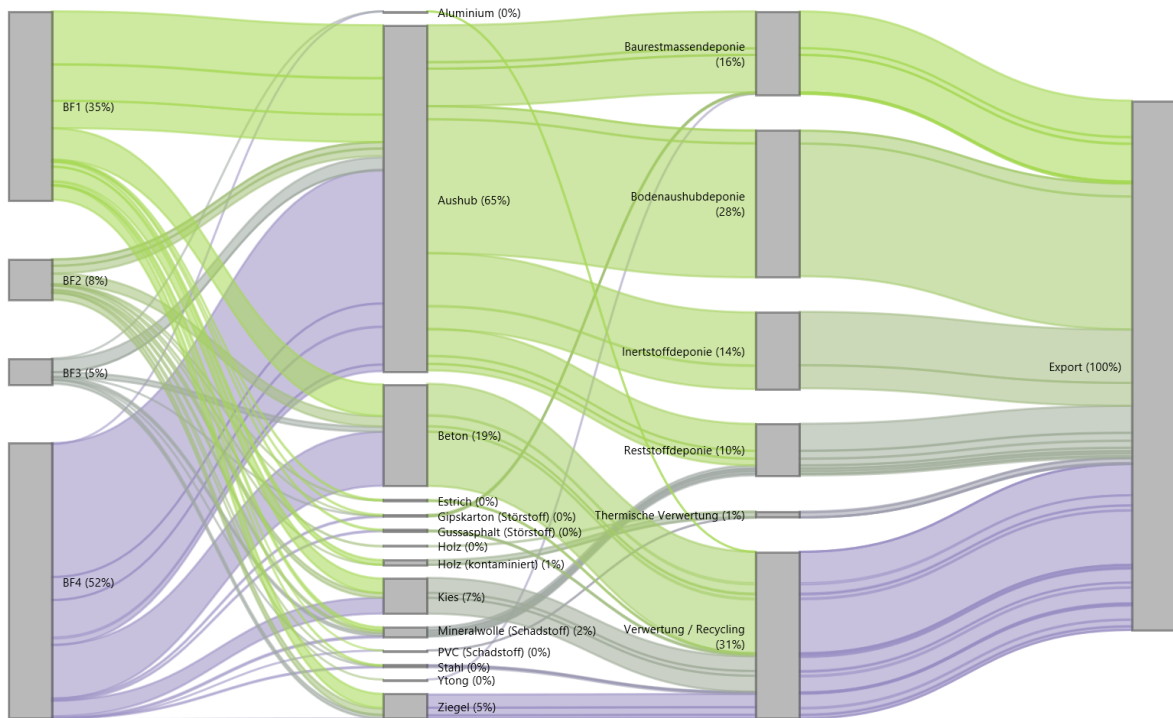


Abbildung 35: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Bestandsmaterialien im Zuge des Rückbaus und Aushubs im Szenario Real (e7)

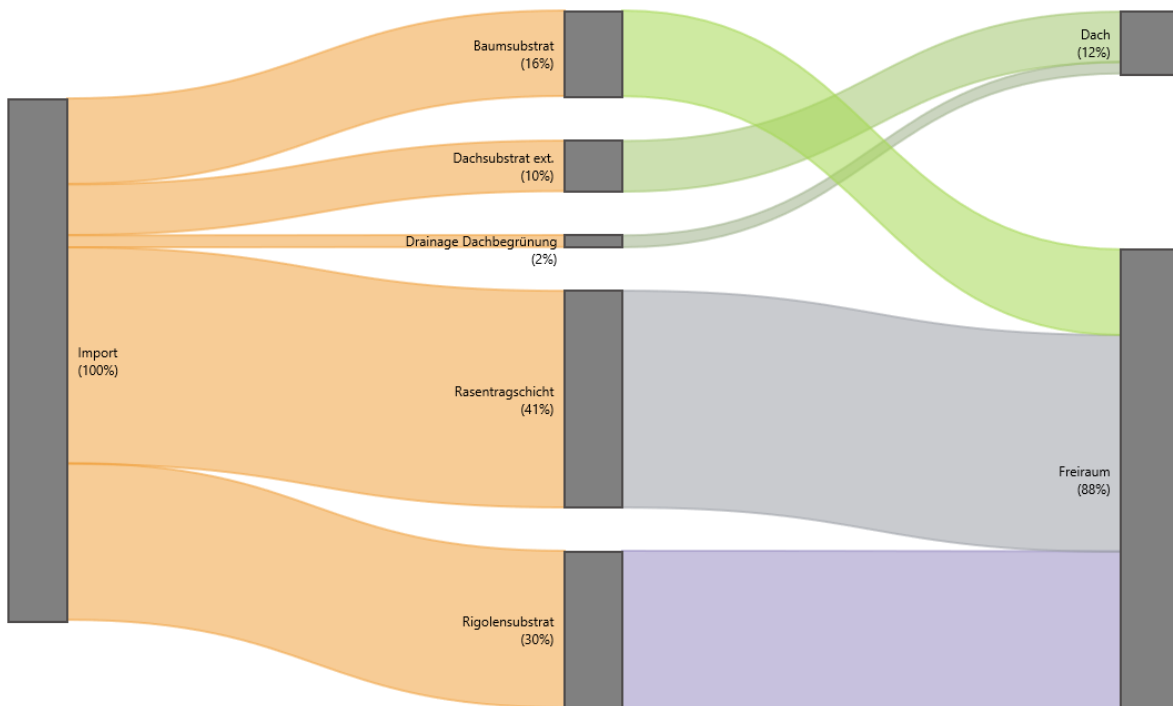


Abbildung 36: Visualisierung (Sankey-Diagramm) der Stoffströme im Zuge des Bezugs von Substraten im Szenario Real (e7)

### Szenario Real+

Im Szenario Real+ wird das im Rückbau anfallende Ziegelmaterial vor Ort mittels mobiler Brechtechnik aufbereitet. Ziel ist es, die im Freiraum benötigten Substratfraktionen teilweise direkt am Gelände bereitzustellen und damit den Export von Ziegelmaterial zu reduzieren. Entsprechend den Annahmen in Kapitel 3.3.3.1 entsteht ein Anteil an zu feinem (< 2 mm) bzw. zu grobem (> 12 mm) Material, das weiterhin vom Gelände abgeführt wird.

Im reduzierten Freiraumkonzept können die benötigten Fraktionen 4/8 mm und 8/12 mm vollständig durch die mobile Aufbereitung gedeckt werden. Der Bedarf an der Fraktion 2/4 mm kann zu rund 60 % vor Ort bereitgestellt werden; die restliche Menge ist zuzukaufen. Durch die lokale Aufbereitung verringert sich das zu exportierende Ziegelvolumen um etwa 38 %, wobei rund 90 Vol.-% dieses Restvolumens aus Ziegelstaub bestehen. Auch im intensiveren Freiraumkonzept können die Fraktionen 4/8 mm und 8/12 mm vollständig vor Ort erzeugt werden. Der Bedarf an der 2/4-mm-Fraktion kann hier zu 47 % gedeckt werden, wodurch sich der erforderliche Zukauf mengenbedingt erhöht. Aufgrund geringerer Re-Crushing-Zyklen reduziert sich der Anteil an Ziegelstaub im zu exportierenden Material auf etwa 70 %, und das Gesamtvolumen des zu exportierenden Ziegels sinkt auf rund 56 %.

Insgesamt verbleiben durch die lokale Aufbereitung und Nutzung von Ziegel im Freiraum etwa 3 Vol.-% der anfallenden Materialien (inkl. Aushub) im Quartier. Die resultierenden Stoffströme des Rückbaus und Aushubs sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ebenfalls als Sankey-Diagramm dargestellt.

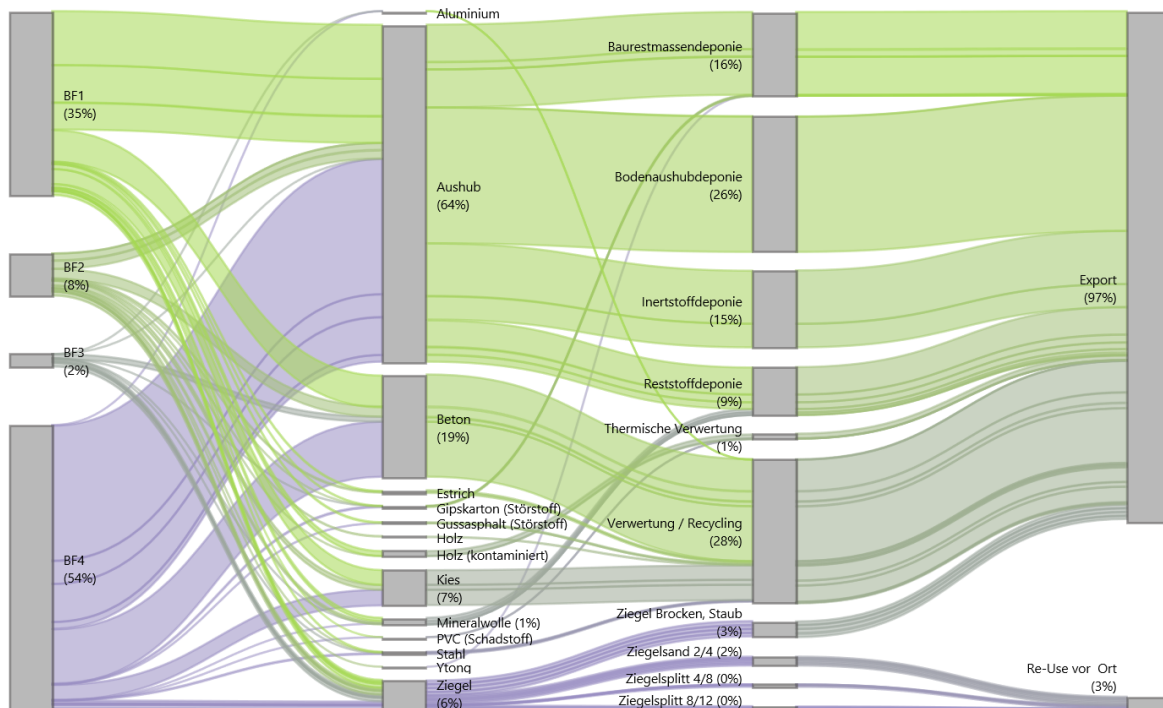


Abbildung 37: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Bestandmaterialien im Zuge des Rückbaus und Aushubs im Szenario Real+ (e7)

Für die Beschaffung weiterer Substratkomponenten bedeutet dies, dass im reduzierten Freiraumkonzept rund 19 Vol.-% des Gesamtbedarfs vor Ort bereitgestellt werden können. Der Zukaufanteil liegt damit bei 81 Vol.-%. Mengenrelevant sind insbesondere Rasensand (48 Vol.-%) und Kompost (17 Vol.-%). Die Rasentragschicht, welche den größten Anteil am Substratbedarf aufweist, besteht zu etwa 80 Vol.-% aus extern bezogenen Komponenten, während die Mineraldrainage der Dachbegrünung vollständig aus dem lokal erzeugten Ziegelsplitt hergestellt werden kann. Im intensiveren Freiraumkonzept können durch den Einsatz von Ziegelbruch rund 16 Vol.-% des Substratbedarfs gedeckt werden. Der Zukaufanteil verteilt sich schwerpunktmäßig auf Rasensand (34 Vol.-%), Granit der Fraktion 32/63 mm (17 Vol.-%) und Kompost (13 Vol.-%). Auch hier variiert der Zukaufanteil je Substratkomponente zwischen 0 % (Mineraldrainage) und bis zu 88 % (Schotterrasen).

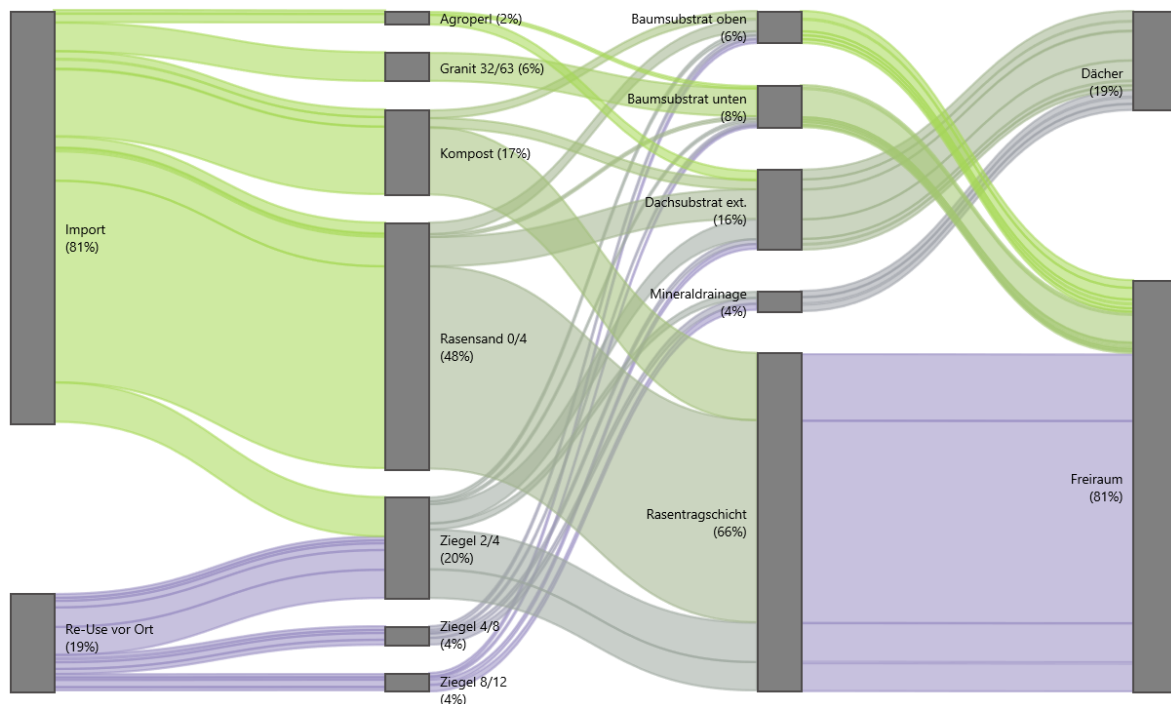


Abbildung 38: Visualisierung (Sankey-Diagramm) der Stoffströme im Zuge des Bezugs von Substraten im Szenario Real+ (ext.) (e7)

### Szenario Ideal

Im Szenario Ideal werden sowohl der nicht kontaminierte Bodenaushub als auch der vor Ort aufbereitete Ziegelbruch in den Substratmischungen eingesetzt. Dadurch erweitert sich das Spektrum der lokal nutzbaren Materialströme gegenüber den vorhergehenden Szenarien, und sowohl Aushub- als auch Ziegelvolumina können partiell im Projektgebiet verbleiben.

Durch die Adaptierung der Substratmischungen ist es möglich, rund 23 Vol.-% des nicht kontaminierten Bodenaushubs direkt vor Ort wiederzuverwenden. Dadurch reduziert sich das Volumen des abtransportierten Aushubs um etwa 8 Vol.-%. Die Ziegelbilanz entspricht weitgehend jener des Szenarios Real+ (intensiv): Der Bedarf an den Fraktionen 4/8 mm und 8/12 mm kann vollständig gedeckt werden, während für die 2/4-mm-Fraktion weiterhin rund 50 % zugekauft werden müssen. Insgesamt verringert sich das Volumen des zu exportierenden Ziegels um etwa 55 Vol.-%. Die resultierenden Stoffströme des Rückbaus und Aushubs sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** als Sankey-Diagramm dargestellt.

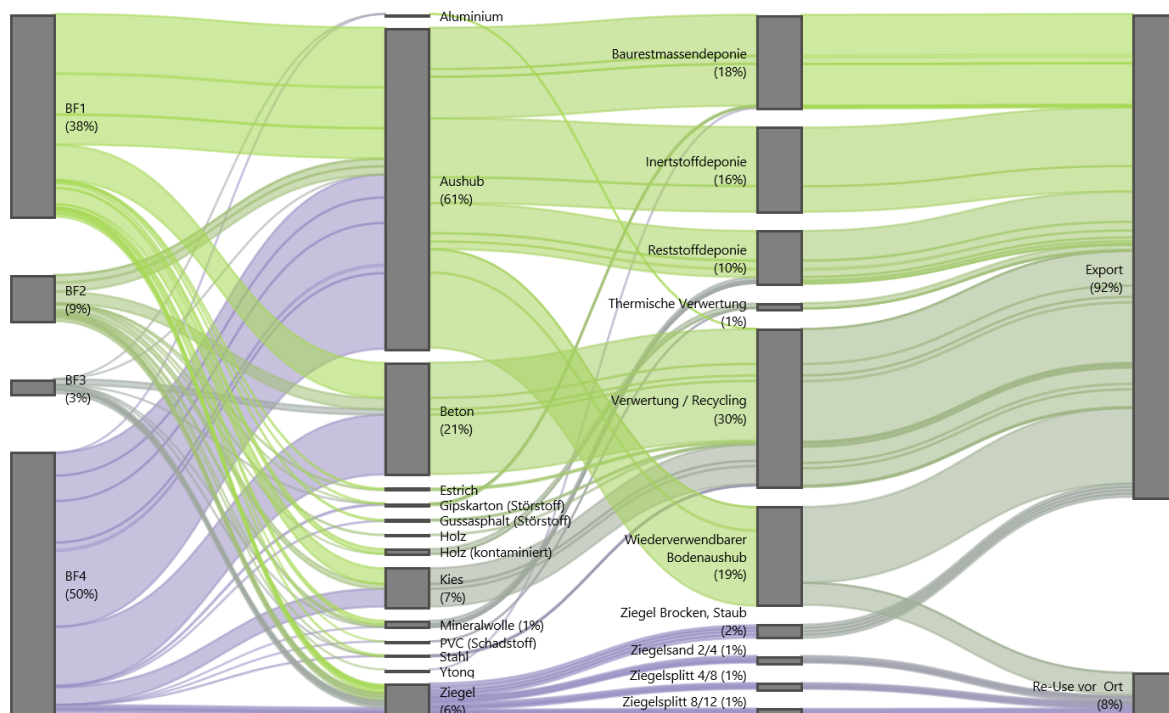


Abbildung 39: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Bestandsmaterialien im Zuge des Rückbaus und Aushubs im Szenario Ideal (e7)

Durch den kombinierten Einsatz von Ziegelbruch und wiederverwendbarem Bodenaushub in den Substraten erhöht sich der vor Ort nutzbare Anteil der Materialien auf etwa 8 Vol.-%. Dieser Wert bleibt jedoch durch die hohen Volumina von Beton- und Kiesfraktionen begrenzt, welche in den betrachteten Substratanwendungen nicht eingesetzt werden können und daher weiterhin vollständig exportiert werden.

Auf Substratebene führt die zusätzliche Nutzung von Bodenaushub zu einer Reduktion der zugekauften Komponenten gegenüber dem Szenario Real+ (intensiv). Der Zukaufanteil sinkt von 84 Vol.-% auf rund 67 Vol.-%. Der Bodenaushub deckt dabei etwa 18 Vol.-% des Gesamtbedarfs ab, während sich die extern zu beziehenden Mengen an Rasensand, Granit 32/63 mm und Kompost leicht reduzieren und bei rund 30 Vol.-%, 15 Vol.-% bzw. 11 Vol.-% liegen. Infolgedessen verringert sich der Zukaufanteil für einzelne Substratkomponenten: Beim Baumsubstrat (unten) und beim Rigolensubstrat sinkt dieser von zuvor 80 Vol.-% auf etwa 69 Vol.-%, während beim Schotterrasen eine Reduktion von 88 Vol.-% auf ebenfalls 69 Vol.-% erreicht wird.



Abbildung 40: Visualisierung (Sankey-Diagramm) der Stoffströme im Zuge des Bezugs von Substraten im Szenario Ideal (e7)

### 4.3.2 Energieressourcen

Für die Bewertung der energietechnischen Ressourceneffizienz im Quartier wurde zunächst eine Gegenüberstellung des jährlichen Strom- und Wärmebedarfs mit den lokal verfügbaren Energiepotenzialen vorgenommen. Diese Analyse dient als Vorstufe zur späteren, simulationsgestützten Optimierung der Energieversorgungssysteme. In einem ersten Schritt wurde daher untersucht, in welchem Ausmaß der Bedarf der einzelnen Hallen sowie der Gesamtanlage durch vor Ort erschließbare Quellen – insbesondere Solarenergie sowie Umweltwärme – gedeckt werden kann.

Die Potenzialanalyse erfolgte technologiebezogen optimierte Systemkombinationen wurden erst im Rahmen der nPro-Simulationen entwickelt und bewertet. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse liefern somit eine grundlegende Einschätzung, wie autonom bzw. importabhängig das Quartier unter den jeweiligen Szenarienparametern sein kann und bilden die Basis für die nachfolgende Modellierung und Dimensionierung eines integrierten Energieversorgungssystems.

## Szenario Real

Im Szenario Real werden die Dachflächen der Baufelder 1 und 2 (Kallinger Projekte) vollständig mit PVT-Modulen ausgestattet, während auf den Dächern der Baufelder 3 und 4 ("Neue Heimat") ausschließlich PV-Module installiert werden. Damit entfallen rund 29 % des jährlichen Strombedarfs auf die Hallen der Kallinger-Gruppe und 71 % auf die Gebäude der "Neuen Heimat" (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Trotz maximaler Nutzung der verfügbaren Dachflächen für solare Erzeugungstechnologien ergibt sich eine deutliche Differenz zwischen lokalem Stromangebot und -bedarf. Auf Jahresbilanz müssen etwa 39 % des Stroms aus dem Netz bezogen werden, um die Versorgung sicherzustellen. Gleichzeitig entsteht ein Stromüberschuss von rund 35 %, der mangels lokaler Nutzungsmöglichkeiten ins öffentliche Netz eingespeist wird.

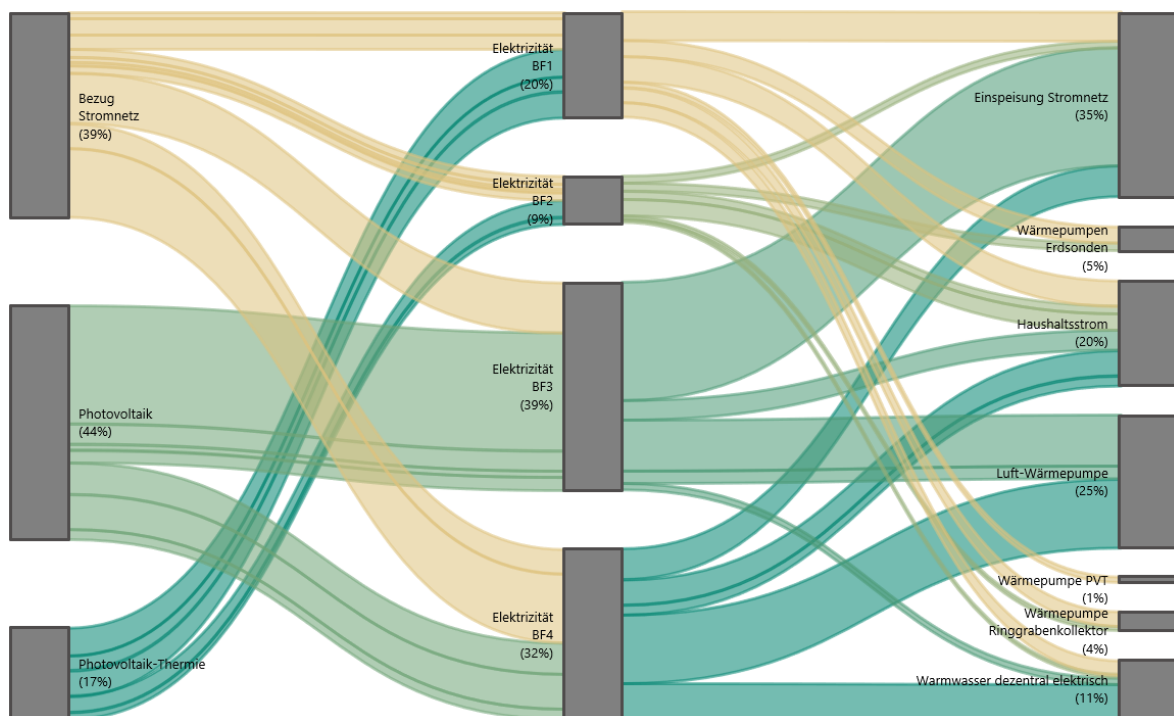


Abbildung 41: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Elektrizität im Szenario Real (e7)

Im Szenario Real wird der Wärmebedarf der Baufelder 1 und 2 (Kallinger Projekte) primär durch Geothermie gedeckt. Ein groß dimensionierter Wärmespeicher unterstützt die saisonale Verschiebung von Energieflüssen und erhöht die Versorgungssicherheit. Die auf den Dächern installierten PVT-Module sowie der im Sommer anfallende Kühlbedarf werden gezielt zur Regeneration des Erdreichs genutzt, um die Leistungsfähigkeit des geothermischen Systems dauerhaft sicherzustellen. In den Baufeldern 3 und 4 ("Neue Heimat") erfolgt die

Wärmebereitstellung in diesem Szenario ausschließlich über Luft-Wärmepumpen, die entsprechend den Gebäudestrukturen dimensioniert wurden. Insgesamt verteilt sich der jährliche Wärmebedarf des Quartiers im Szenario Real gleichmäßig auf die beiden Eigentümergruppen (vgl. Abbildung 42). Damit ergibt sich eine ausgeglichene Lastverteilung, die in den weiteren Simulationen als Ausgangspunkt für die Optimierung gemeinschaftlicher oder verbundener Versorgungskonzepte dient.

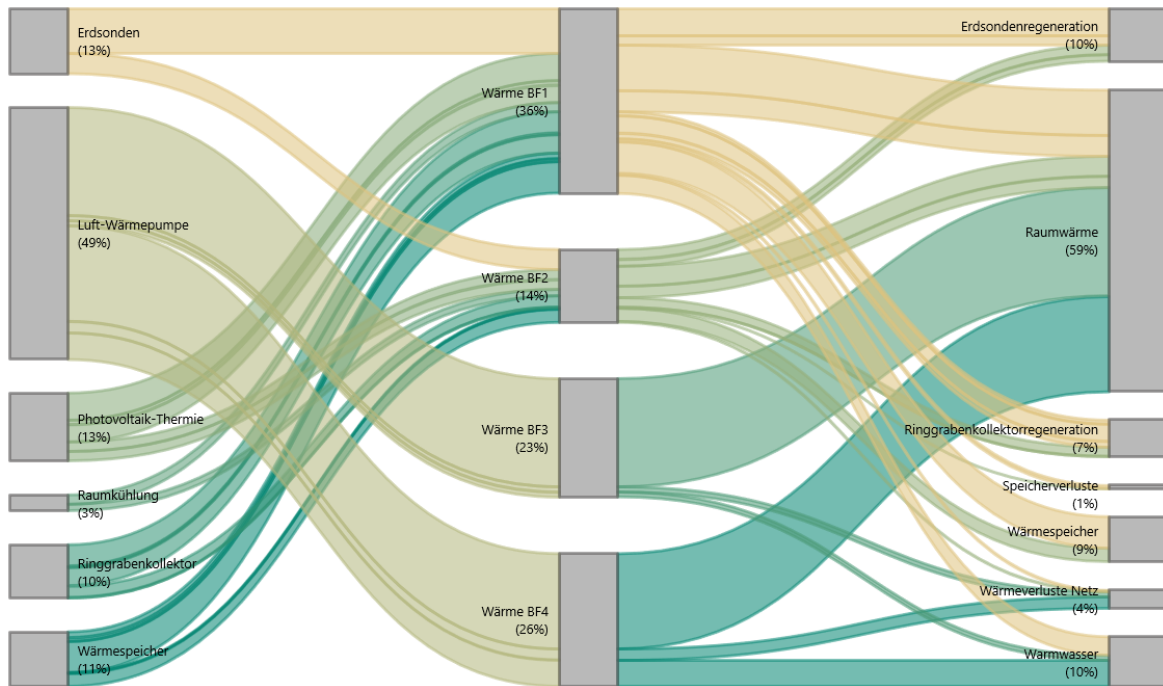


Abbildung 42: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Wärme im Szenario Real (e7)

### Szenario Real+

Die Stromversorgung im Szenario Real+ unterscheidet sich kaum von jener des Szenarios Real. Durch die Kombination von PVT- und PV-Modulen auf den Dachflächen des Baufelds 1 lässt sich das solare Erzeugungspotenzial zwar erweitern, jedoch führt diese Anpassung auf Jahresbilanz zu keinen wesentlichen Veränderungen in der Deckung des Strombedarfs. Der bilanzielle Strombezug aus dem Netz und auch der Einspeiseüberschuss bleiben unverändert (vgl. Abbildung 43).

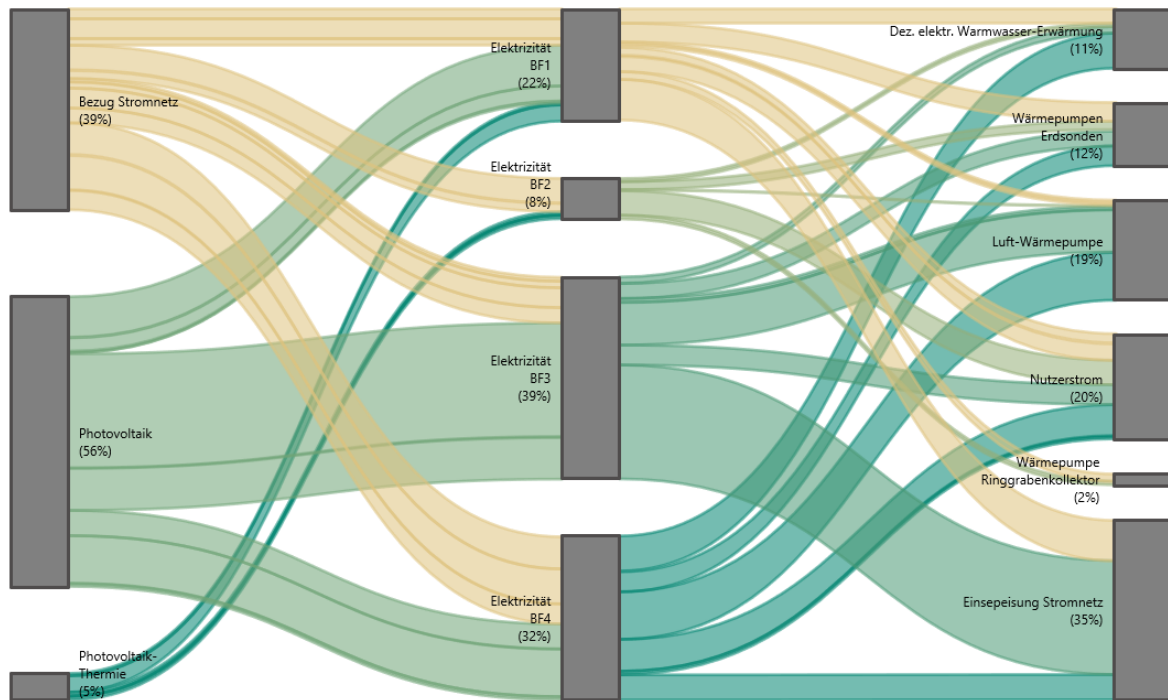


Abbildung 43: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Elektrizität im Szenario Real+ (e7)

Im Szenario Real+ wird die Wärmeversorgung der Baufelder 3 und 4 durch den zusätzlichen Einsatz von Erdsonden ergänzt, die für den Kühlfall dimensioniert sind. Dadurch reduziert sich der Bedarf an Wärmespeichern deutlich, da das Erdreich selbst als saisonaler Energiespeicher fungieren kann. Die Raumkühlung im Sommer sowie der Betrieb der Luft-Wärmepumpe tragen zur Regeneration des Erdreichs bei und gewährleisten eine stabile Betriebsgrundlage der geothermischen Anlage.

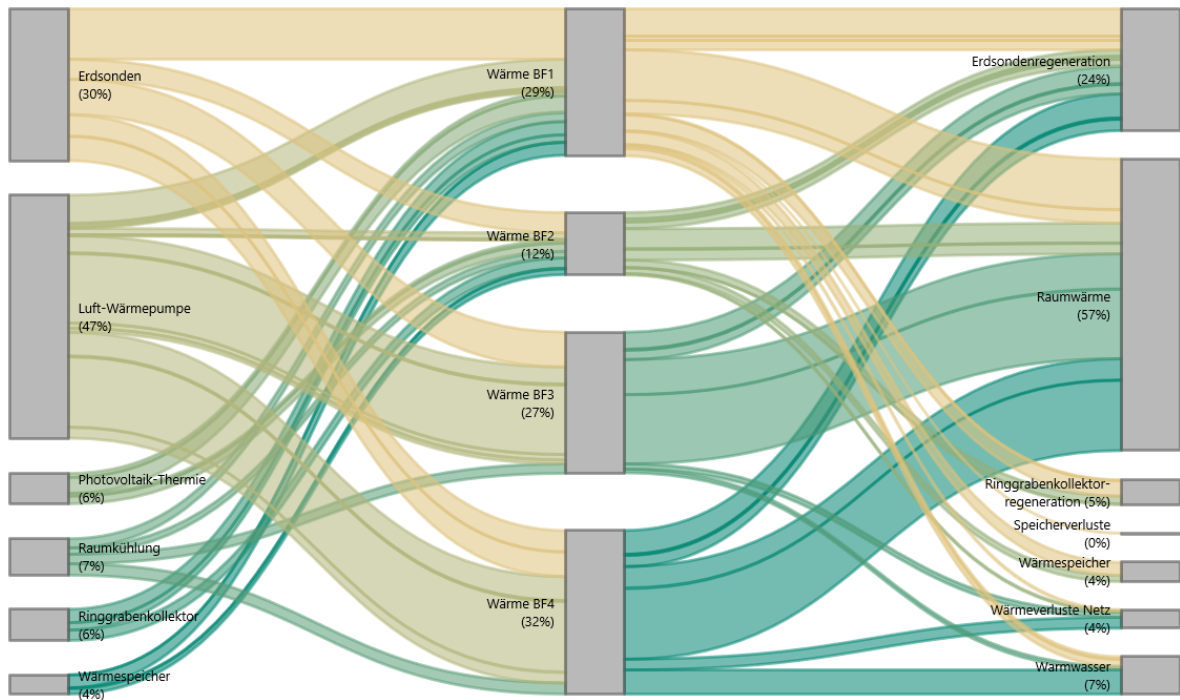


Abbildung 44: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Wärme im Szenario Real+ (e7)

### Szenario Ideal

Im Szenario Ideal wird eine Stromgemeinschaft gegründet, wodurch Erzeugung und Verbrauch über die Baufelder hinweg gemeinschaftlich optimiert werden können. Durch den verstärkten Einsatz von PVT-Modulen lässt sich das solare Stromerzeugungspotenzial deutlich erhöhen. In der Jahresbilanz kann der erforderliche Strombezug aus dem öffentlichen Netz auf rund 30 % reduziert werden. Gleichzeitig steigt der Anteil des ins Netz eingespeisten Überschussstroms auf etwa 44 % an.

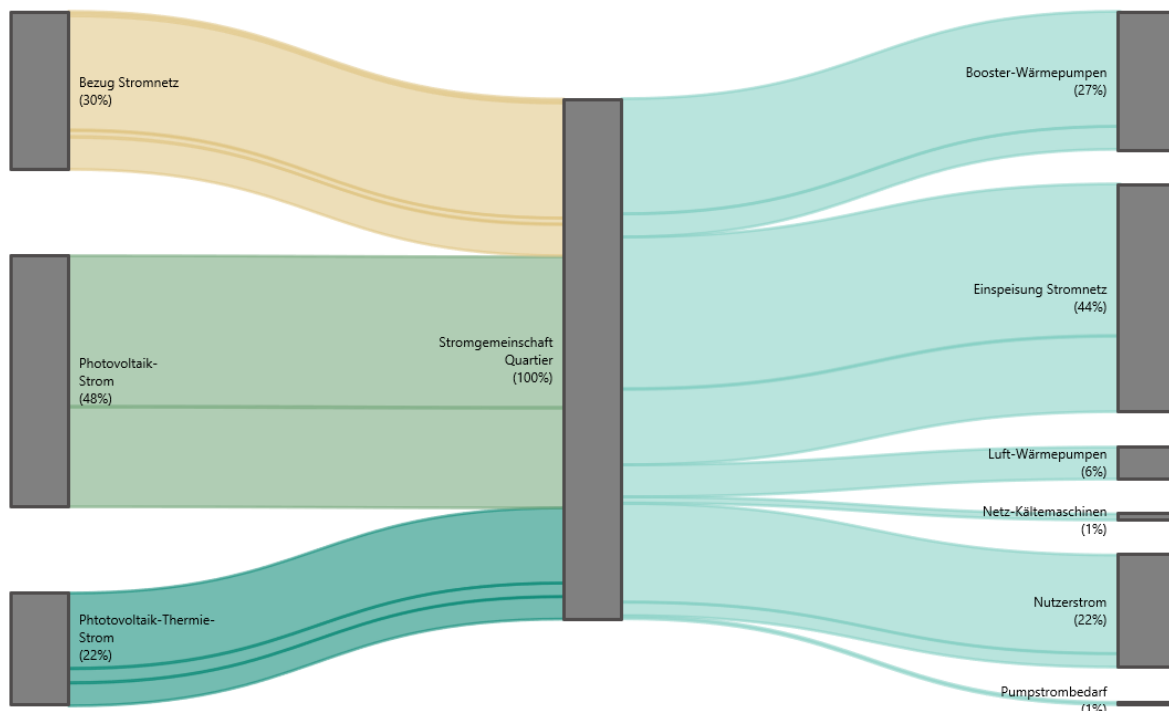


Abbildung 45: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Elektrizität im Szenario Ideal (e7)

Im Szenario Ideal wird die Wärmeversorgung über ein gemeinschaftlich genutztes Energienetz organisiert, das die Baufelder energetisch miteinander verbindet und eine effiziente Verteilung der verfügbaren Quellen ermöglicht. Durch diese Vernetzung können Erzeugung und Entnahme besser ausgeglichen werden, wodurch sich der Bedarf an großvolumigen Wärmespeichern nahezu vollständig erübrigt.

Der jährliche Wärmebedarf des Quartiers wird aus einer Kombination mehrerer Technologien gedeckt: Rund 30 % stammen aus Erdsonden, etwa 25 % aus PVT-Modulen, weitere 18 % werden über Luftwärmetauscher bereitgestellt, und etwa 10 % des Bedarfs – insbesondere für die Warmwasserbereitung in den Baufeldern 3 und 4 – werden durch die thermische Nutzung von Grauwasser abgedeckt (vgl. Abbildung 46). Das Zusammenspiel dieser Systeme sorgt dafür, dass das Erdreich und das Energienetz selbst als kontinuierlich regenerierbare Energiespeicher fungieren und damit eine besonders ausgewogene und effiziente Wärmeversorgung über das gesamte Jahr hinweg ermöglichen.

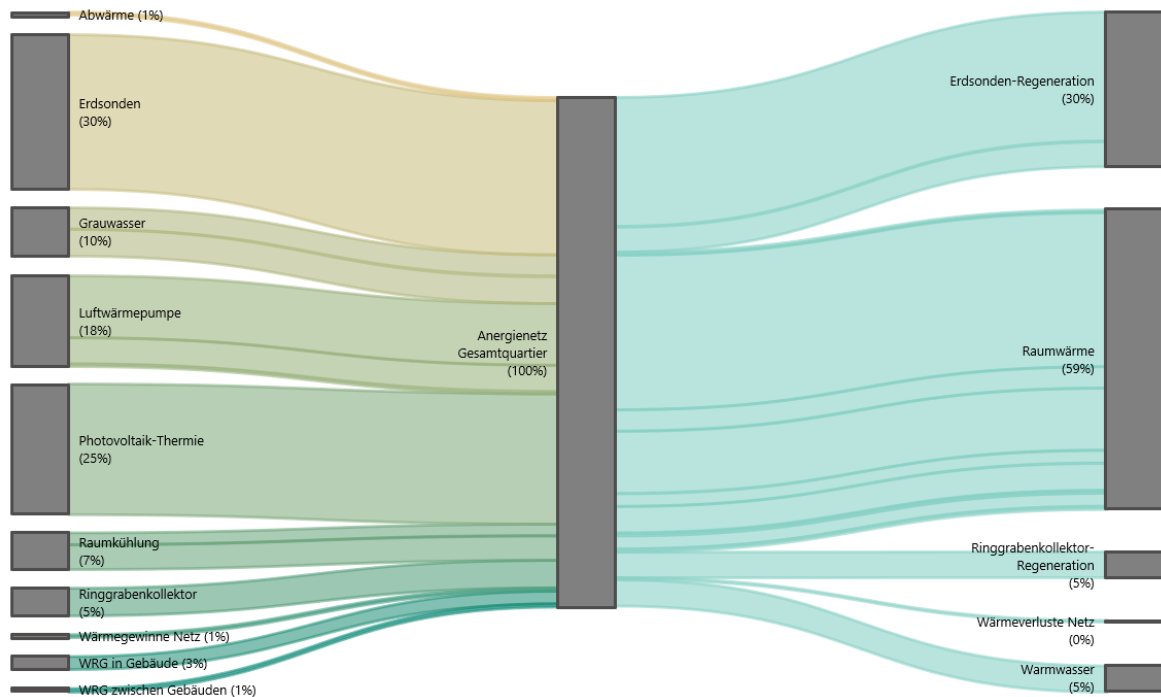


Abbildung 46: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Wärme im Szenario Ideal (e7)

### 4.3.3 Wasserressourcen

Zur systematischen Gegenüberstellung von Wasserbedarf und -verfügbarkeit im Jahresverlauf wurde für das Gesamtquartier ein Wasserressourceninventar erstellt. Dieses bildet die Grundlage für eine bilanzielle Analyse der wasserbezogenen Import- und Exportströme in den einzelnen Szenarien. Die so ermittelten Ergebnisse werden in den folgenden Unterkapiteln detailliert dargestellt und ausgewertet.

#### Szenario Real

Im Szenario Real wird das anfallende Grauwasser nicht separat erfasst oder weiterverwendet, sondern vollständig in das Kanalsystem eingeleitet. Aufgrund der hohen Anzahl an Wohneinheiten im Quartier entsteht dabei ein deutlicher Schwerpunkt im Baufeld 4, auf das rund zwei Drittel des gesamten Abwasseraufkommens entfallen. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Leitungswasserbezug für Konsum, Hygiene, Toilettenspülung und Reinigungszwecke: Auch hier weist Baufeld 4 den mit Abstand höchsten Verbrauch auf und überschreitet den Bedarf des zweitgrößten Verbrauchers – Baufeld 1 – um das etwa 4,75-Fache (vgl. Abbildung 47, indem Import und Exportströme in einem gemeinsamen Sankey-Diagramm dargestellt sind).

Der Anteil des Trinkwasserbezugs für Bewässerungszwecke fällt hingegen vergleichsweise gering aus. Er liegt bei etwa 7 % des gesamten Trinkwasserverbrauchs, was insbesondere auf das im Szenario Real vorgesehene extensive Freiraumkonzept zurückzuführen ist, das einen entsprechend niedrigen Bewässerungsbedarf mit sich bringt.

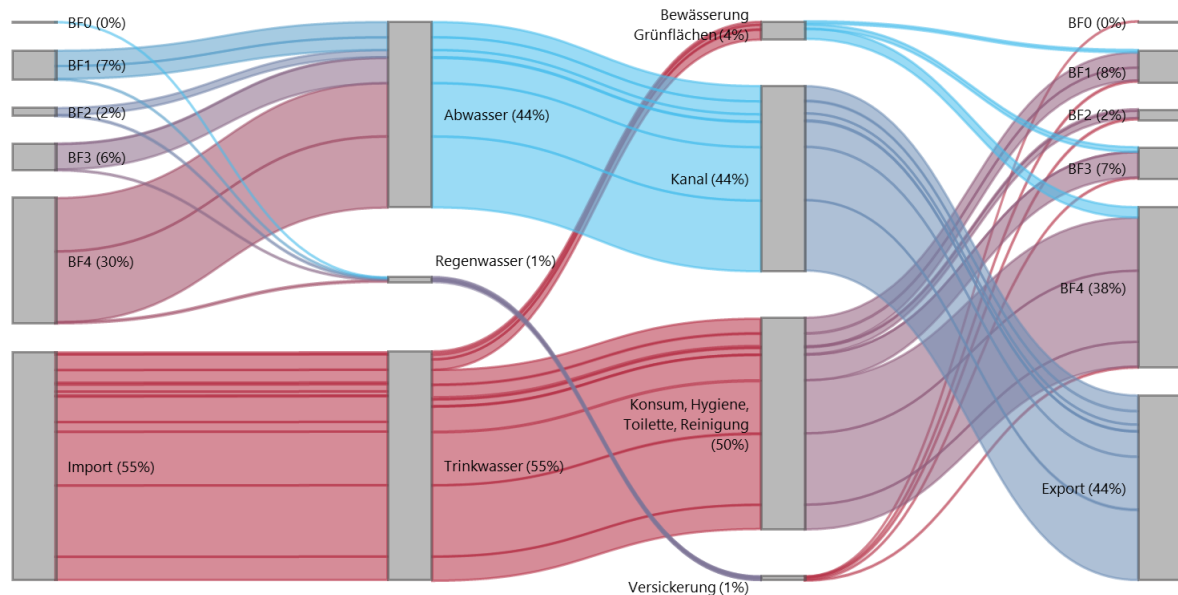


Abbildung 47: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Ressource Wasser im Szenario Real (e7)

### Szenario Real+

Auch im Szenario Real+ wird das anfallende Abwasser vollständig in das Kanalsystem eingeleitet; eine getrennte Erfassung oder Nutzung des Grauwassers erfolgt nicht. Der zentrale Unterschied zum Szenario Real liegt im intensiv begrünten Freiraumkonzept, das einen deutlich höheren Wasserbedarf für die Bewässerung mit sich bringt. Insgesamt steigt der Bewässerungsbedarf dadurch um rund 27 %. Da dieser Anteil jedoch im Verhältnis zum gesamten Leitungswasserverbrauch – bestehend aus Wasser für Konsum, Hygiene, Toiletten-spülung und Reinigung – relativ gering bleibt, führt dies in der Gesamtbilanz lediglich zu einer Erhöhung des Trinkwasserbezugs um etwa 2 Prozentpunkte.

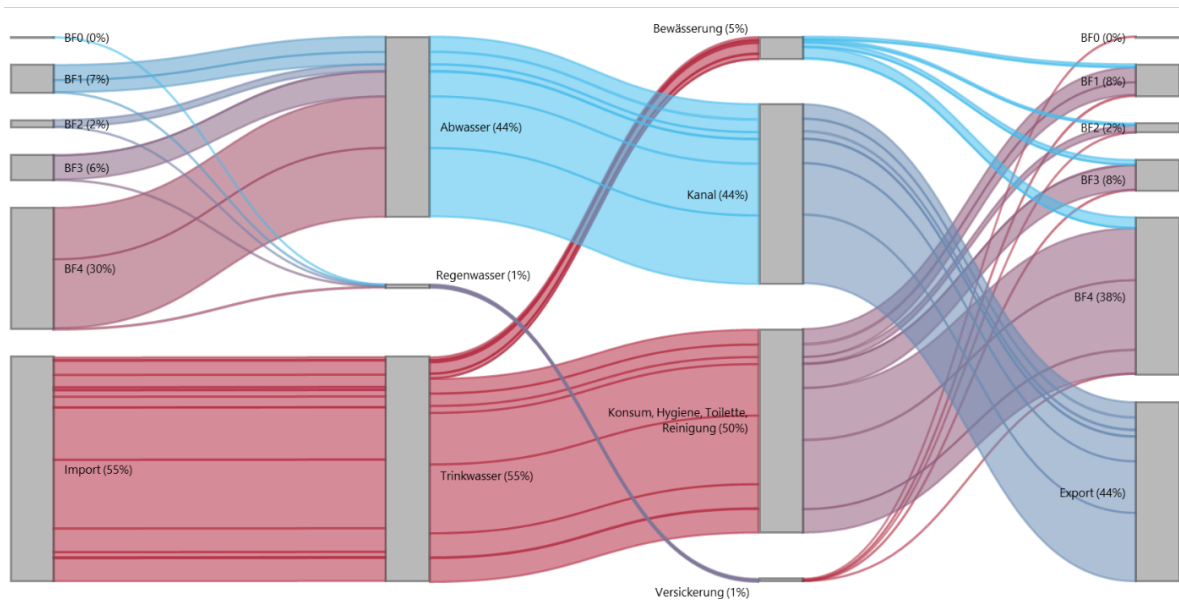


Abbildung 48: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Ressource Wasser im Szenario Real+ (int.) (e7)

### Szenario Ideal

Im Szenario Ideal gewinnt die Stoffstromanalyse an Komplexität, da in den Baufeldern 3 und 4 das anfallende Grauwasser separat erfasst und genutzt wird. Durch die Aufbereitung und stoffliche Weiterverwendung dieses Wassers – insbesondere für Toilettenspülungen sowie für einen Großteil der Bewässerung aller Baufelder – kann der Leitungswasserbezug in den Baufeldern 3 und 4 um rund 32 % reduziert werden. Damit werden jene Verbräuche ersetzt, die im Real- und Real+-Szenario noch vollständig durch Trinkwasser gedeckt werden mussten (vgl. Abbildung 49). Auf Jahresbilanz führt die getrennte Sammlung allerdings zu einem deutlichen Überschuss an Grauwasser, insbesondere während der kälteren Monate mit geringem Bewässerungsbedarf. Dieser Überschuss kann flexibel genutzt oder schadlos abgeführt werden. Einerseits ermöglicht er die Bewässerung von Flächen, die zwar von zusätzlicher Feuchtigkeit profitieren, jedoch nicht auf regelmäßige Bewässerung angewiesen sind – etwa Schotterrasenflächen oder extensiv begrünte Dächer. Andererseits besteht die Möglichkeit, mit überschüssigen Grauwasser über Sickerkörper das Grundwasser anzureichern. Nur in Fällen, in denen keine sinnvolle Nutzung oder Versickerung möglich ist, wird das verbleibende Restvolumen kontrolliert in das Kanalsystem eingeleitet.

Insgesamt zeigt das Szenario Ideal, dass die getrennte Grauwassernutzung einen erheblichen Beitrag zur Reduktion des Trinkwasserverbrauchs leisten kann, gleichzeitig jedoch Steuerungs- und Speicherstrategien erforderlich sind, um saisonale Überschüsse sinnvoll zu integrieren.

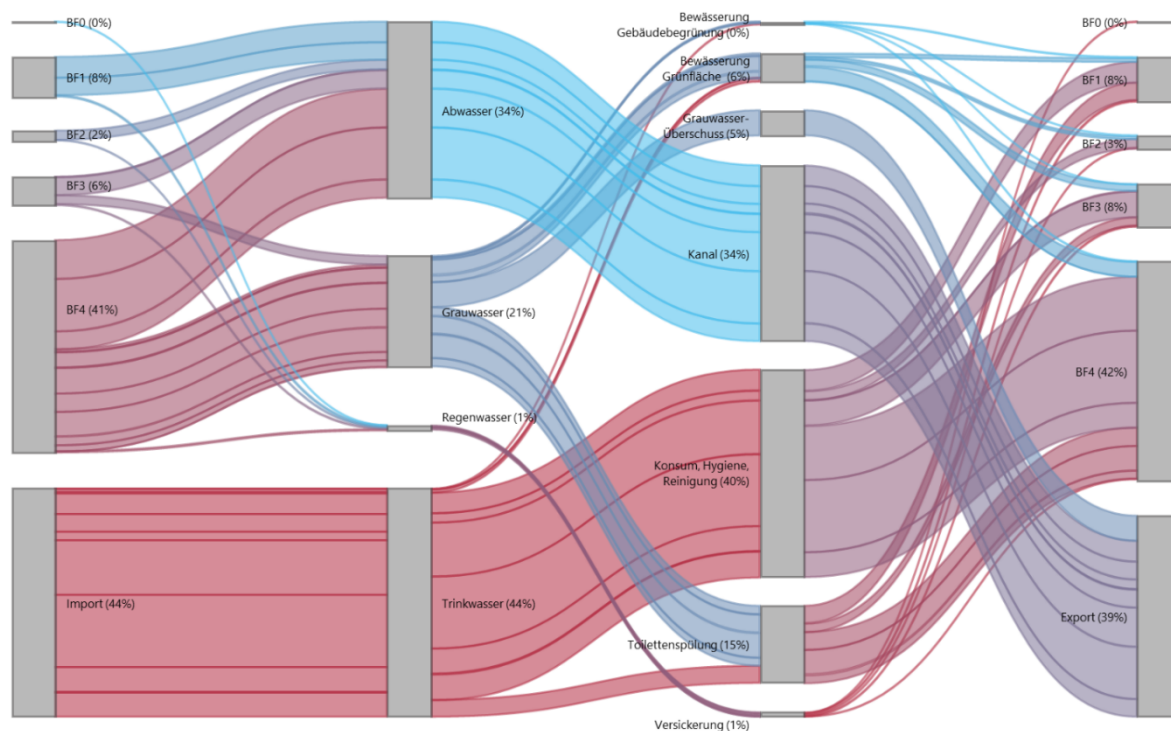


Abbildung 49: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Ressource Wasser im Szenario Ideal (e7)

#### 4.3.4 Kontinuierliches Monitoring der Stoffströme

Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der installierten Systeme sowie zur transparenten Kommunikation der Ressourcenverbräuche gegenüber den Bewohner:innen wurde für das Quartier ein integriertes Mess- und Ressourcenmonitoringkonzept entwickelt. Ziel ist es, die im Rahmen der Planung und Simulation getroffenen Annahmen im Realbetrieb überprüfbar zu machen, eine faire und verursachergerechte Kostenverteilung zu ermöglichen und gleichzeitig eine aktive Steuerung sowie kontinuierliche Optimierung der Betriebsprozesse zu unterstützen.

Die in Abbildung 50 bis Abbildung 55 dargestellten Messschemata visualisieren die Energie- und Ressourcenflüsse sowie die Positionen der in den Szenarien relevanten Mess- und Zählpunkte und bilden damit eine zentrale Grundlage für das Verständnis des Monitoringsystems. Sie stellen die definierten Bilanzgrenzen auf Ebene von Baufeld, Gebäude und Nutzungseinheit dar und zeigen, wie Energie- und Wasserströme systematisch erfasst, bilanziert und ausgewertet werden.

Inhaltlich geht das Monitoring über ein reines Energiemonitoring hinaus und ist als umfassendes Ressourcenmonitoring konzipiert. Neben Wärme-, Kälte-, Strom- und Anergieflüssen werden auch wasserbezogene Stoffströme erfasst, insbesondere aufbereitetes und weitergeleitetes Grauwasser, etwa für Bewässerungszwecke. Diese Ressourcenströme sind in den Schemata gleichwertig zu den Energieflüssen abgebildet und in das Gesamtsystem integriert.

Das Monitoringkonzept ist in zwei Hauptebenen gegliedert, die sich auch in den Schemata widerspiegeln. Das Energiemonitoring bildet die abrechnungsrelevante Ebene und dient der verbrauchsabhängigen Erfassung aller Energieflüsse über die definierten Bilanzgrenzen hinweg. Das technische Monitoring ergänzt diese Ebene um detaillierte Betriebsparameter der Anlagentechnik und ermöglicht die kontinuierliche Bewertung und Optimierung des Anlagenbetriebs. Beide Ebenen sind in den Messschemata zusammengeführt, sodass Abrechnung, Betrieb und Analyse auf einer konsistenten Datengrundlage erfolgen.

Die erfassten Messparameter umfassen Energiemengen und Leistungen, Volumenströme sowie Vor- und Rücklauftemperaturen der relevanten Kreisläufe. Ergänzend werden Wasserverbräuche und -flüsse an definierten Übergabepunkten erfasst. Die Schemata dienen dabei als Referenz für die Lage und Funktion der einzelnen Messpunkte und gewährleisten eine einheitliche und nachvollziehbare Umsetzung über alle Szenarien hinweg.

Die Datenaufzeichnung, -verwaltung und -sicherung erfolgt über ein zentrales Monitoringssystem mit standardisierten Schnittstellen. Die kontinuierlich erhobenen Daten werden langfristig gespeichert, automatisiert plausibilisiert und über rollenbasierte Zugriffsrechte unterschiedlichen Nutzergruppen zur Verfügung gestellt. Personenbezogene Verbrauchsdaten werden anonymisiert verarbeitet. In Verbindung mit den Messschemata schafft das Ressourcenmonitoring damit eine transparente, überprüfbare und betrieblich nutzbare Grundlage für Abrechnung, Betriebsoptimierung und wissenschaftliche Auswertung.

## Szenario Real

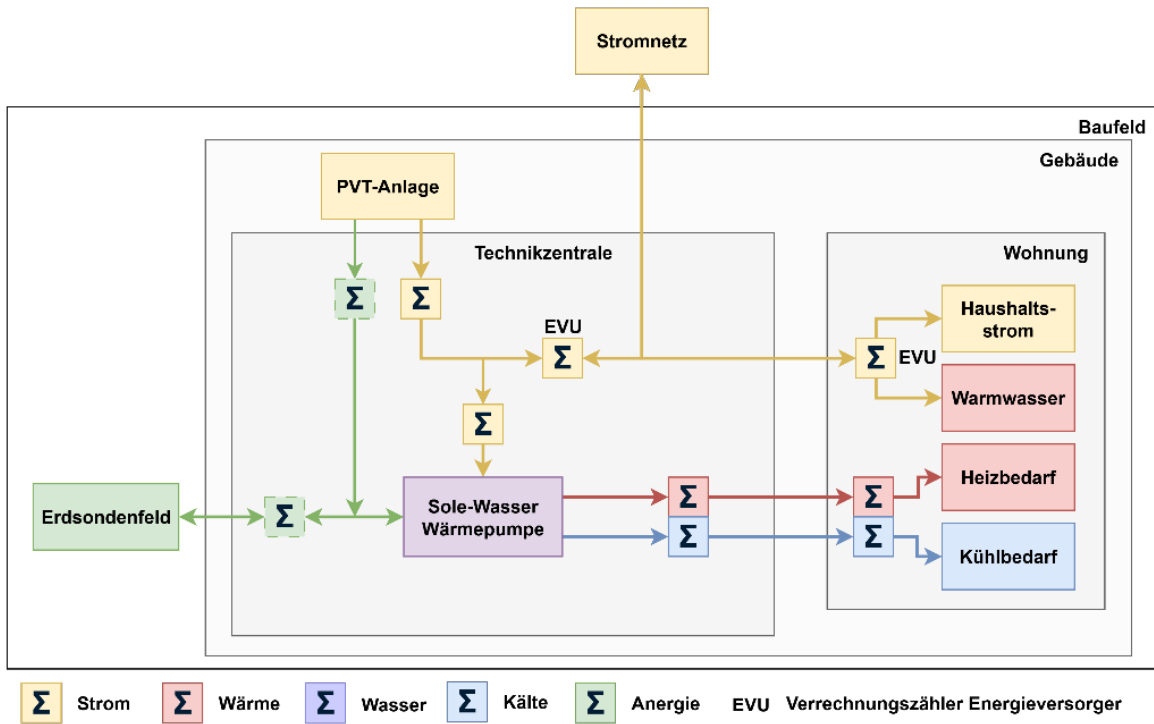


Abbildung 50: Messkonzept Baufeld 1 und 2, Szenario Real (e7)

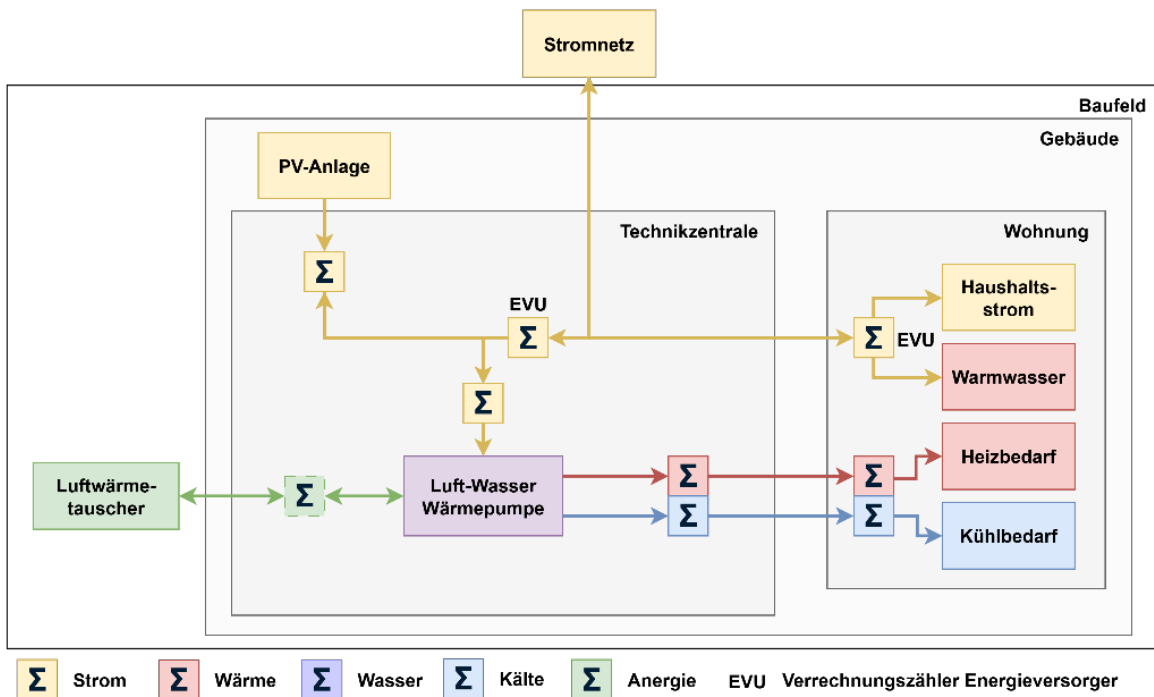


Abbildung 51: Messkonzept Baufeld 3 und 4, Szenario Real (e7)

## Szenario Real+

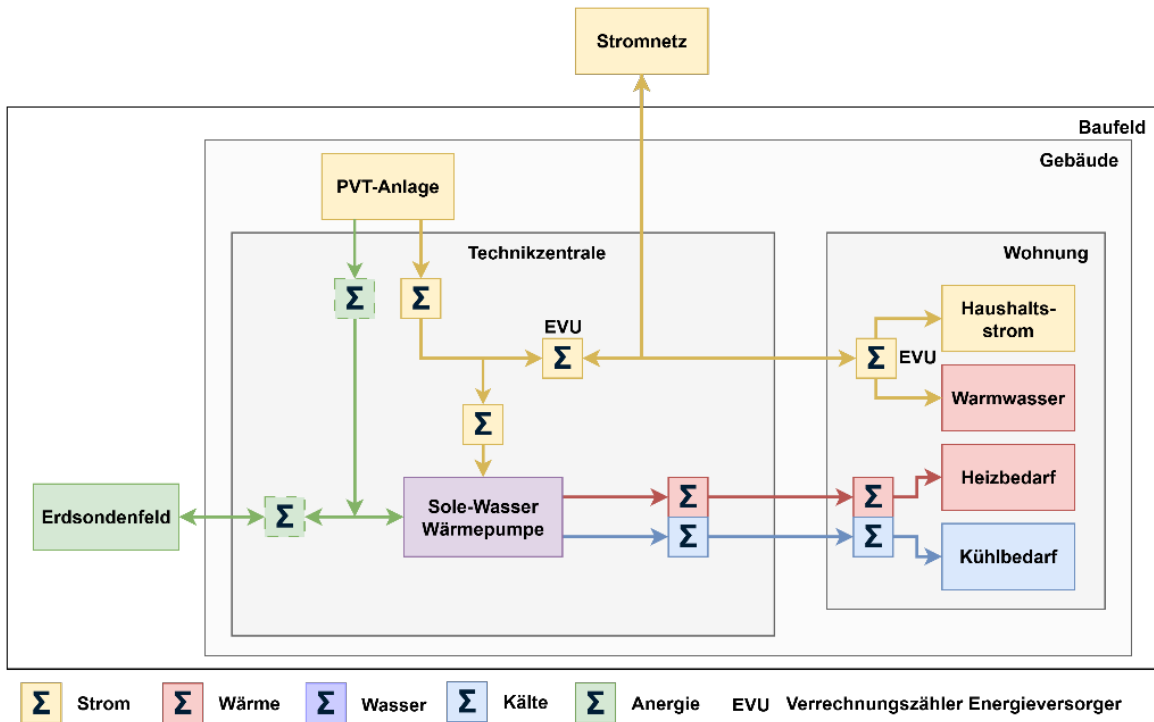


Abbildung 52: Messkonzept Baufeld 1 und 2, Szenario Real+ (e7)

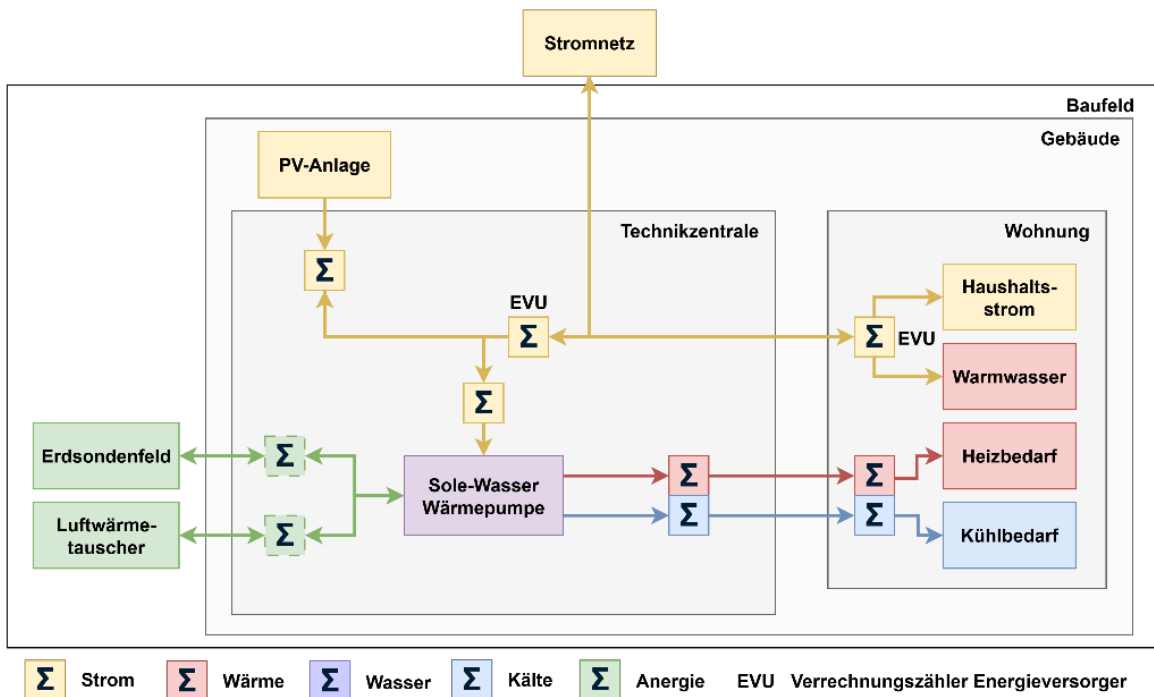


Abbildung 53: Messkonzept Baufeld 3 und 4, Szenario Real+ (e7)

## Szenario Ideal

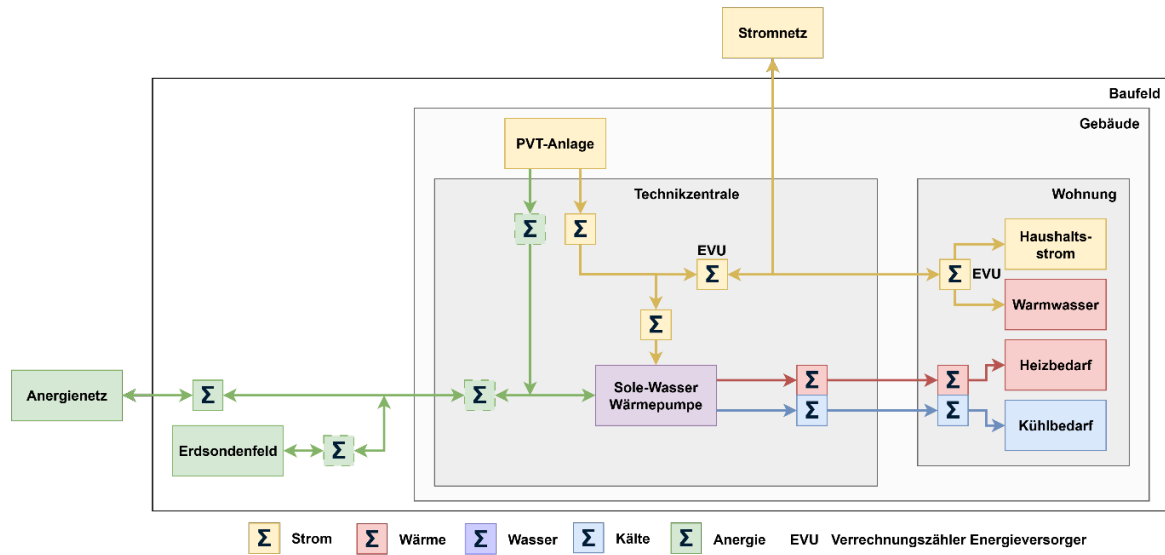


Abbildung 54: Messkonzept Baufeld 1 und 2, Szenario Ideal (e7)

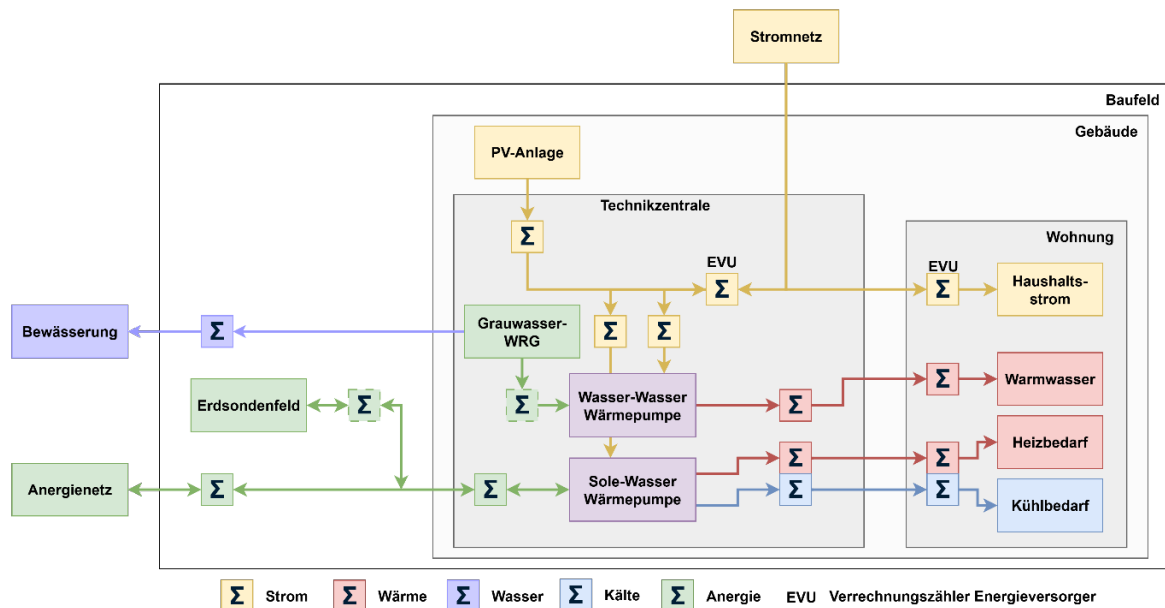


Abbildung 55: Messkonzept Baufeld 3 und 4, Szenario Ideal (e7)

Die dargestellten Monitoring- und Messkonzepte zeigen, dass eine transparente und effiziente Erfassung von Energie- und Ressourcenströmen insbesondere dort von zentraler Bedeutung ist, wo Ressourcen gemeinschaftlich, baufeld- und bauträgerübergreifend genutzt werden. Dies betrifft etwa die Verwendung von aufbereitetem Grauwasser für gemeinsam genutzte Freiräume ebenso wie die Errichtung und den Betrieb eines gemeinsamen Anergienetzes.

Gerade bei solchen kooperativen Versorgungs- und Nutzungskonzepten sind neben den technischen Fragestellungen auch rechtliche und organisatorische Herausforderungen zu berücksichtigen, etwa in Bezug auf Zuständigkeiten, Abrechnung, Haftung und den langfristigen Betrieb. Um Interessierten hierfür einen ersten Orientierungsrahmen zu bieten, wird im Kapitel 5.3 zur Übertragbarkeit der Projektergebnisse in die Umsetzung vertiefend auf mögliche Betreibermodelle von Anergienetzen eingegangen. Ergänzend dazu wird auf den Ergebnisbericht des Sondierungsprojekts „LieBeKlima“ verwiesen, der sich mit der Organisation liegenschaftsübergreifender Begrünung auseinandersetzt.

## 4.4 Quantifizierte Mehrwerte

Da im publizierbaren Endbericht keine projektspezifischen absoluten Mengen und Kostensummen ausgewiesen werden, erfolgt die Darstellung ausschließlich über relative Unterschiede zwischen den Szenarien, parametrische Kostenangaben (z. B. Kosten je m<sup>3</sup> Substrat oder €/t aufbereitetes Material) sowie über prozentuale Abweichungen. Diese Form ermöglicht eine transparente und nachvollziehbare Einordnung der Ergebnisse, ohne vertrauliche oder projektinterne Daten offenzulegen.

### 4.4.1 Kostenvergleich

Die ökonomische Bewertung der untersuchten Szenarien wurde in Form einer Lebenszyklusanalyse über einen Zeitraum von 30 Jahren durchgeführt. Berücksichtigt wurden die Investitionen in die jeweilige Energieversorgung, die laufenden Betriebs- und Energiekosten sowie die Kosten des Wasserbezugs für die Bewässerung der Freiraumflächen. Zusätzlich wurden die Kosten für den Umgang mit Bestandsmaterialien und den Bezug bzw. die Herstellung von Substraten in die Analyse integriert.

#### Energieversorgung

Basierend auf den Annahmen in Kapitel 3.3.4.1 wurde der zeitliche Verlauf des kumulierten Barwerts der Investitions-, Betriebs- und Energiekosten für die untersuchten Szenarien ermittelt (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**Abbildung 58). Die Kostenverläufe weisen über den Betrachtungszeitraum charakteristische Sprünge auf, die auf den Ersatz einzelner Anlagenkomponenten nach etwa 20 Betriebsjahren zurückzuführen sind. Insgesamt unterscheiden sich die Szenarien weniger hinsichtlich der anfänglichen Investitionskosten als im langfristigen Verhältnis von Eigenstromproduktion zu Netzstrombezug, was sich unmittelbar auf die laufenden Energiekosten auswirkt.

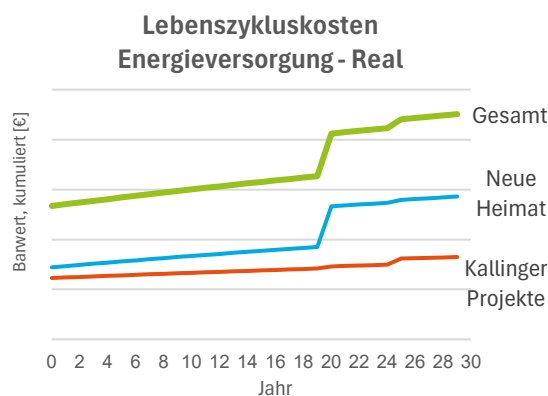


Abbildung 56: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten im Szenario Real über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (e7)

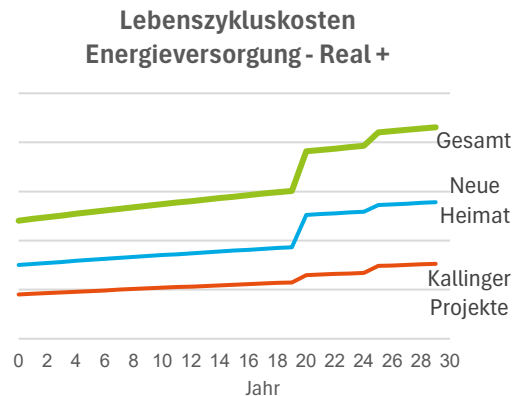


Abbildung 57: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten im Szenario Real+ über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (e7)

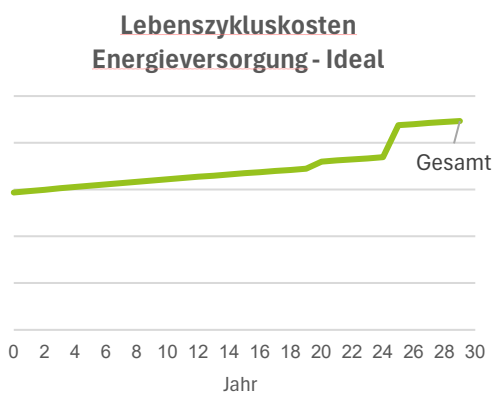


Abbildung 58: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten im Szenario Ideal über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (e7)

Die Lebenszykluskosten (LZK) der Energieversorgung zeigen über alle Baufelder hinweg insgesamt nur moderate Unterschiede zwischen den Szenarien. Im Vergleich zum Basisszenario Real (Geothermie + PVT + großer Wärmespeicher bei Kallinger Projekte) ergeben sich im Szenario Real+ durch die Ergänzung einer Luftwärmepumpe (LWP) zur Spitzenlastabdeckung ein deutlich kleiner dimensionierter Wärmespeicher sowie ein geringerer Bedarf an PVT-Modulen, die dann teilweise durch PV-Module ersetzt werden. Für Kallinger Projekte resultiert daraus über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren eine Kostenreduktion von rund 7 %. Auch in den Gebäuden der „Neuen Heimat“ können durch zusätzliche, primär auf den sommerlichen Kältebedarf ausgelegte Erdsonden sowohl die Luftwärmepumpe als auch der Speicher gemäß Kapitel 4.1.3 kleiner dimensioniert werden. Dadurch ergeben sich im Szenario Real+ im Vergleich zum Szenario Real über 30 Jahre Kosteneinsparungen von rund 3 % für die Energieversorgung der „Neuen Heimat“. Auf Quartiersebene liegt die Einsparung bei etwa 4 %. Mit dem Übergang von Real zu Real+ verändern sich zudem die Kostenanteile. Die anfänglichen, einmaligen Investitionskosten sind um etwa 6 % geringer, während ihr Anteil an den Gesamtkosten nach 30 Jahren mit rund 80 % weitgehend unverändert bleibt (vgl. Tabelle 16).

Die Betrachtung der Gesamtkosten des Szenarios Ideal, in dem sowohl Kallinger Projekte als auch die „Neue Heimat“ auf Geothermie für Heizen und Kühlen setzen, zeigt, dass die Lebenszykluskosten der Energieversorgung (über 30 Jahre, ohne Berücksichtigung der Grauwasseranlage) insgesamt rund 1 % unter jenen des Szenarios Real liegen. Während die Investitionskosten in dieser Betrachtung etwa 2 % über jenen des Szenarios Real liegen, sind die Betriebskosten (Wartung und Instandhaltung) über den Betrachtungszeitraum um rund 10 % geringer.

Die vertiefte Analyse der Grauwassernutzungsanlage zur stofflichen und thermischen Nutzung auf den Baufeldern 3 und 4 zeigt ein differenziertes Bild. Unter Berücksichtigung der Investitionskosten der schlüsselfertigen Anlage inklusive zweitem Leitungsnetz, reduzierter Kosten für die Warmwasserbereitung, jährlicher Wartungskosten sowie potenzieller Betriebskosteneinsparungen ergibt sich eine Amortisationszeit von rund 15 Jahren für eine Anlage im Baufeld 4, während diese im Baufeld 3 über 50 Jahre beträgt. Laut Herstellerangaben liegt die Mindestgröße für eine wirtschaftlich und technisch funktionsfähige Grauwassernutzungsanlage inklusive Wärmerückgewinnung bei etwa 80 Personeneinheiten (PE) bzw. 4,8 m<sup>3</sup>/d. Diese Voraussetzung ist für Halle 10 (Baufeld 3) mit einem prognostizierten Grauwasseranfall von 3,2 m<sup>3</sup>/d nicht erfüllt, womit die sehr lange Amortisationszeit den Erwartungen entspricht. Nicht berücksichtigt sind dabei die geschätzten Re-Investitionskosten in Höhe von etwa 50 % der ursprünglichen Anlagenkosten nach rund 20 Jahren (Generalrevision). Werden diese – ausschließlich für die Grauwasseranlage im Baufeld 4 – in die Betrachtung der Gesamtkosten der Energieversorgung über 30 Jahre einbezogen, liegen die Gesamtkosten etwa 7 % über jenen des Szenarios Real und rund 12 % über jenen des Szenarios Real+. In diesem Fall würde das Szenario Ideal die kostenintensivste Variante darstellen. Hervorzuheben ist jedoch die hohe Unsicherheit der Betriebskosten, die aufgrund der relativen Neuartigkeit solcher Anlagen und der derzeit unzureichenden Datenlage besteht.

### Vergleich Lebenszykluskosten Energieversorgung (Betrachtungszeitraum 30 Jahre)

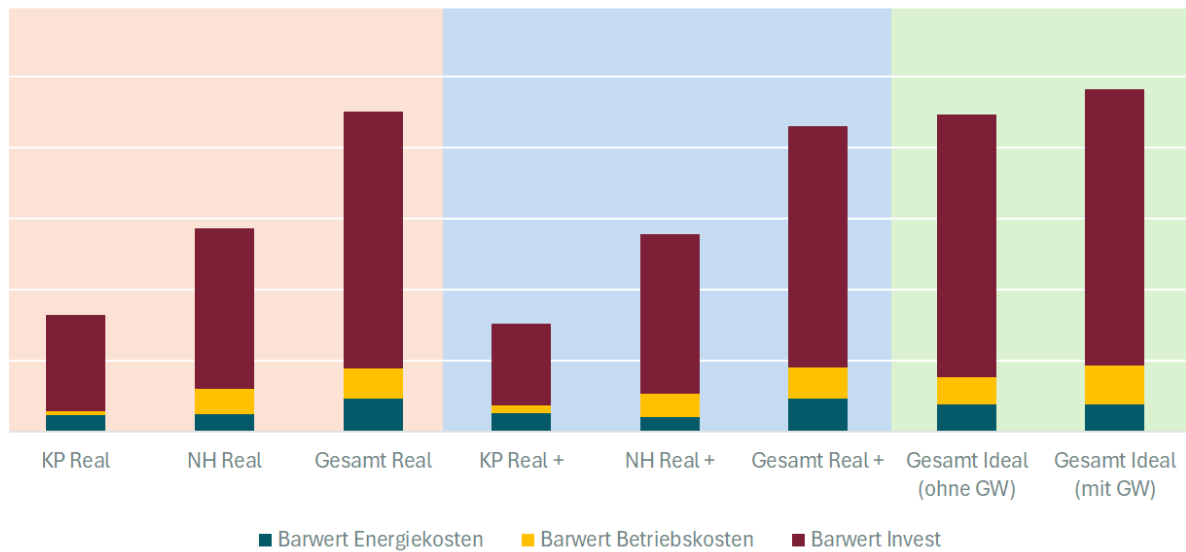


Abbildung 59: Qualitative Gegenüberstellung der Lebenszykluskosten der Energieversorgung, dargestellt als kumulierte Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (GW steht hier für „Grauwassernutzungsanlage“). (e7)

### Ver- und Entsorgung Trink-, Regen- und Abwasser

Für den Verbrauch von Trinkwasser für Konsum, Hygiene und Reinigung ergeben sich zwischen den Szenarien aufgrund identischer Nutzer:innen-Zahlen keine Unterschiede. Einsparungen wären erst durch Effizienzmaßnahmen oder verändertes Nutzer:innen-Verhalten zu erwarten.

Der Bewässerungsbedarf reagiert hingegen stark auf das Freiraumkonzept: Im intensiv begrünten Szenario Real+ steigt der Trinkwasserbedarf für die Bewässerung gegenüber Real um rund 18 %, wobei sich die Auswirkungen zwischen den Bauträgern deutlich unterscheiden. Die „Neue Heimat“ verzeichnet aufgrund größerer Grünflächen eine jährliche Mehrbelastung von etwa 44 %, während sich die Bewässerungskosten bei Kallinger Projekte lediglich um etwa 11 % erhöhen. Im Szenario Ideal zeigt sich der Nutzen der stofflichen Grauwassernutzung deutlich. Obwohl die Toilettenspülung der Baufelder 3 und 4 vollständig über gereinigtes Grauwasser gedeckt wird, entsteht ein erheblicher Überschuss, der für die Bewässerung genutzt werden kann. Dadurch können 84 % des gesamten Bewässerungsbedarfs des Quartiers durch Grauwasser abgedeckt werden. Lediglich in den Sommermonaten ist zusätzlicher Trinkwasserbezug erforderlich, der gleichmäßig auf beide Bauträger verteilt ist. Die verbleibenden Kosten entsprechen lediglich rund 15 % der Bewässerungskosten im Szenario Real+ (int.).

Durch das konsequente Regenwassermanagement ist es in allen Szenarien möglich, das gesamte anfallende Niederschlagswasser auf Eigengrund zu versickern. Dadurch verringert sich die jährliche Kanaleinleitungsgebühr um 0,297 € pro m<sup>2</sup> anzurechnender Bruttogeschossfläche, was im Quartiersmaßstab zu jährlichen Einsparungen im mittleren vierstelligen Bereich führt.

Zusätzlich könnte die Gemeinde durch ein „Gebühren-Splitting“ weitere Anreize für die Kreislaufführung von Wasser schaffen. Ein solches Modell existiert beispielsweise in Wien, wo die Bemessungsgrundlage der Abwassergebühren zwar die bezogene Menge an Trinkwasser ist, jedoch durch einen geeichten Subzähler nachgewiesen werden kann, dass ein Teil des Wassers nicht in den Kanal gelangt – etwa bei Bewässerung von Grünflächen, der Nutzung für Toilettenspülungen oder im Falle eines Rohrbruchs. In diesen Fällen können die Abwassergebühren entsprechend reduziert werden. Ein derartiges Modell würde insbesondere im Szenario Ideal weiteres Einsparpotenzial eröffnen: Jeder Kubikmeter gereinigten Grauwassers, der im Quartier genutzt und nicht in den Kanal eingeleitet wird, könnte zu einer Kostenreduktion von rund 2 €/m<sup>3</sup> führen und die Wirtschaftlichkeit der kreislauforientierten Wasserstrategie zusätzlich verbessern.

### **Ver- und Entsorgung Rückbaumaterialien, Aushub und Substrate**

Der Umgang mit den im Bestand anfallenden Materialien unterscheidet die Szenarien wesentlich und hat sowohl ökologische als auch ökonomische Auswirkungen. Während im Szenario Real sämtliche rückgebauten Ziegel und der Bodenaushub vollständig entsorgt werden – was hohe Transport- und Deponiekosten verursacht – setzen die Szenarien Real+ und Ideal auf eine sortenreine Trennung und lokale Aufbereitung einiger Materialien. Die spezifischen Kosten für den ersten Brech- und Siebvorgang liegen erfahrungsgemäß im Bereich von etwa 25–30 €/t und steigen mit jedem weiteren Aufbereitungsschritt an.

Wird die Aufbereitung auf die tatsächlich nutzbare Fraktion, beispielsweise Ziegelsplitt (2/12), bezogen, ergeben sich spezifische Aufbereitungskosten von etwa 125 €/t im Szenario Real+, was nahezu dem Preis eines externen Zukaufs entspricht. Im Szenario Ideal halbieren sich die spezifischen Kosten auf etwa 65–70 €/t, was einer potenziellen Einsparung von rund 45–50 % entspricht. Dieser Vorteil entsteht insbesondere dadurch, dass im Idealszenario zusätzlich geeignete Bodenaushubmaterialien in die Substratmischungen eingebunden werden können.

Für kontaminierte Böden besteht keine Differenz zwischen den Szenarien, da diese unabhängig vom Ansatz gemäß Klassifizierung entsorgt werden. Für nicht kontaminierten Bodenaushub hingegen entstehen je nach Deponie spezifische Entsorgungskosten zwischen etwa 10 und 27 €/m<sup>3</sup>. Da im Szenario Ideal rund 23 % weniger Aushubmaterial abtransportiert werden müssen, reduzieren sich die erforderlichen LKW-Fahrten und damit die Entsorgungskosten deutlich. Die Beschaffung bzw. Herstellung der Substrate stellt einen weiteren zentralen Kostenfaktor dar. Die spezifischen Kosten je Kubikmeter liegen im Szenario Real – bei vollständigem externen Bezug – im Bereich von etwa 200 €/m<sup>3</sup>. Im Szenario Real+ (ext.), in dem Substratkomponenten zugekauft und anschließend gemischt sowie zertifiziert werden, steigen die spezifischen Kosten auf etwa 11 % über das Niveau von Real (ext.). Werden hingegen alle Substrate selbst gemischt, wie im intensiv begrünten Freiraumkonzept Real+, erhöhen sich durch größere Materialmengen und zusätzliche Prozessschritte die spezifischen Kosten nochmals beträchtlich und liegen etwa 42 % über dem vollständigen Zukauf aller Komponenten.

Im Szenario Ideal, das neben Ziegelbruch auch Bodenaushub als Substratbestandteil einsetzt, reduziert sich der Zukaufbedarf im Vergleich zu Real+ (int.) um rund 17 %. Dennoch liegen die spezifischen Kosten aufgrund des höheren Substratvolumens im intensiven Freiraumkonzept weiterhin etwa 22 % über jenen des Szenarios Real (int.), bei dem sämtliche Substrate extern bezogen werden. Die zusätzlichen Aufwendungen für Mischung und Güteprüfung belaufen sich – abhängig vom Gesamtgewicht – auf spezifische Kosten im Bereich weniger Euro pro Tonne und sind somit im Verhältnis zu Materialkosten moderat, verstärken aber dennoch die Differenz zwischen den Szenarien.

Insgesamt zeigt der Vergleich, dass sich lokale Aufbereitungsprozesse insbesondere dann wirtschaftlich darstellen, wenn sowohl Ziegel als auch Bodenaushub in nennenswertem Umfang in der Substratherstellung verwertet werden können. Während die Eigenaufbereitung im Szenario Real+ gegenüber dem externen Bezug nur geringe wirtschaftliche Vorteile aufweist, führt die kombinierte Nutzung mehrerer lokaler Materialströme im Szenario Ideal zu deutlich niedrigeren spezifischen Materialkosten sowie zu einer signifikanten Reduktion des Entsorgungsaufwands.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass zusätzliche Kosteneinsparungen erzielt werden können, wenn Aushub- und Recyclingmaterialien nicht ausschließlich für die Substratherstellung, sondern auch für weitere bauliche Zwecke – etwa zur Hinterfüllung, für den Unterbau oder vergleichbare Anwendungen – eingesetzt werden. In diesem Fall können ins-

besondere Kosten für Abtransport, Deponierung und externe Materialzukäufe weiter reduziert werden, was die Wirtschaftlichkeit lokaler Aufbereitungs- und Verwertungsprozesse zusätzlich erhöht. Zentral für weiterführende Untersuchungen ist zudem eine konsequente kostenorientierte Optimierung der Substratherstellung. Eigenhergestellte Substrate sollten insbesondere dort zum Einsatz kommen, wo mit einem geringen Anteil an zuzumischenden Primär- oder Zusatzstoffen gearbeitet werden kann. In Fällen mit hohem Zumischbedarf kann der externe Bezug wirtschaftlich vorteilhafter sein. Eine differenzierte, anwendungsbezogene Betrachtung der Substratanforderungen stellt daher einen wesentlichen Hebel zur weiteren Reduktion der Kosten und zur zielgerichteten Nutzung lokaler Materialressourcen dar.

### **Gesamtvergleich**

Für einen umfassenden Vergleich der Szenarien wurde der unterschiedliche Umgang mit den Bestandmaterialien Ziegel und Bodenaushub sowie die jeweiligen Strategien zur Beschaffung oder Herstellung der benötigten Substrate gesamthaft betrachtet. Dazu wurden alle relevanten Kostenbestandteile – bestehend aus Abtransport, Aufbereitung und dem Bezug von Substraten bzw. Substratkomponenten – zu einer Gesamtsumme je Szenario zusammengeführt. Im gleichen Balkendiagramm (s. Abbildung 60) werden auch die Investitions-, Betriebs- und Energiekosten integriert, was den ganzheitlichen Vergleich zwischen den Szenarien ermöglicht.

### Gesamtvergleich Lebenszykluskosten (Betrachtungszeitraum 30 Jahre)

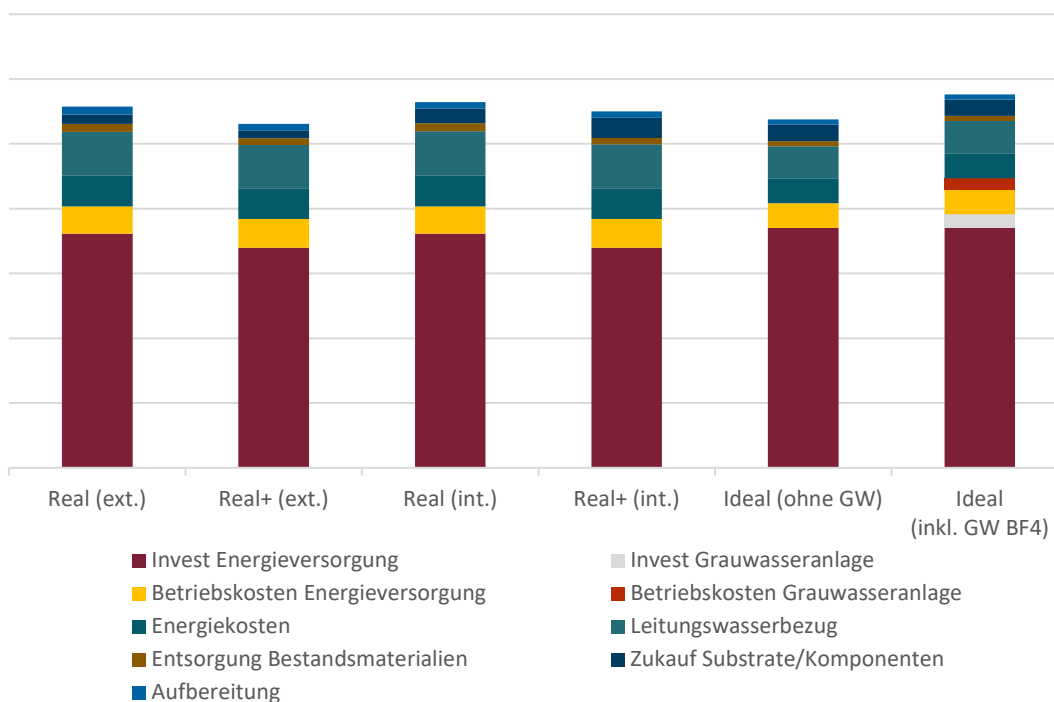


Abbildung 60: Qualitative Gegenüberstellung der ermittelten Lebenszykluskosten der Szenarien Real (ext./int.), Real+ (ext./int.) und Ideal (mit/ohne Grauwasseranlage) (e7)

Tabelle 16: Prozentuale Anteile der Kostenkomponenten an den Lebenszykluskosten der untersuchten Szenarien über 30 Jahre

	Real (ext.)	Real (int.)	Real+ (ext.)	Real+ (int.)	Ideal (ohne GW)	Ideal (inkl. GW)
<b>Invest Energieversorgung</b>	65%	64%	64%	62%	69%	64%
<b>Invest Grauwasseranlage</b>	-	-	-	-	-	4%
<b>Betriebskosten Energieversorgung</b>	8%	7%	8%	8%	7%	7%
<b>Betriebskosten Grauwasseranlage</b>	-	-	-	-	-	3%
<b>Energiekosten</b>	9%	8%	9%	8%	7%	7%
<b>Leitungswasserbezug</b>	12%	12%	13%	12%	9%	9%
<b>Entsorgung Bestandsmaterialien</b>	2%	2%	2%	2%	1%	1%
<b>Zukauf Substrate/Komponenten</b>	3%	4%	2%	6%	5%	4%
<b>Aufbereitung Substrate</b>	2%	2%	2%	2%	1%	1%
<b>Vergleich zu Real (ext./int)</b>	-	-	- 5 %	- 2 %	- 5 %	+ 2 %

Die vergleichende Kostenanalyse der untersuchten Szenarien zeigt, dass sich die Lebenszykluskosten maßgeblich aus dem Zusammenspiel von Freiraumkonzept, Substratstrategie, Wasserbewirtschaftung und Energieversorgung ergeben. Im extensiven Freiraumkonzept führt das Szenario Real+ gegenüber dem Szenario Real zu einer Reduktion der LZK von rund 5 %. Beim intensiven Freiraumkonzept, das einen deutlich höheren Substratbedarf aufweist (+64 %), liegen die Lebenszykluskosten des Szenarios Real+ etwa 2 % unter jenen des Szenarios Real, während das Szenario Ideal eine Reduktion von rund 5 % erreicht. Nicht berücksichtigt sind dabei die Pflegekosten, die bei einem intensiver begrüntem Freiraumkonzept entsprechend höher ausfallen und die Gesamtwirtschaftlichkeit zusätzlich beeinflussen (aber unter den Szenarien gleich sind).

Die Kostenanalyse der Materialien zeigt, dass die Wahl der Substratstrategie und der Umgang mit Bestandsmaterialien einen wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Szenarien haben. Besonders deutlich wird, dass die Aufbereitung vor Ort und das selbstständige Mischen von Substraten nicht in jedem Fall ökonomisch vorteilhaft ist. Ein zentrales Optimierungspotenzial besteht darin, die Eigenherstellung auf jene Substrate zu konzentrieren, die zu einem hohen Anteil aus lokal anfallenden Materialien erzeugt werden können. Während beispielsweise die Mineraldrainage der Dachbegrünungen im Szenario Real+ vollständig aus lokal gewonnenem Ziegelmaterial hergestellt werden kann, weist der Schotterrasenanteil trotz Eigenmischung einen Zukaufanteil von rund 88 % auf. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Materialkreisläufe insbesondere dann ökonomisch wirksam werden, wenn sowohl Ziegel als auch Bodenaushub substanziell in Substraten eingesetzt werden können.

Auch in der Energieversorgung zeigen sich klare Kostentreiber und Einsparpotenziale. Kostenvorteile ergeben sich insbesondere durch die Abdeckung von Spitzenlasten mittels Luftwärmepumpen anstelle groß dimensionierter Wärmespeicher, durch eine optimierte Nutzung der Dachflächen – mit PVT-Anteilen lediglich in jenem Umfang, der für die Regeneration des Erdreichs erforderlich ist – sowie durch die gebäudeübergreifende Nutzung von Erzeugung und Lasten im Rahmen eines gemeinschaftlichen Energienetzes. Auffällig ist zudem, dass sich für die Gebäude der „Neuen Heimat“ die Kombination aus Erdsonden und Luftwärmepumpe über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren als wirtschaftlich günstiger erweist als eine ausschließlich auf Luftwärmepumpen basierende Lösung. Die zusätzliche Berücksichtigung der stofflichen und thermischen Nutzung von Grauwasser im Szenario Ideal (Baufeld 4) führt – basierend auf einer überschlägigen Lebenszykluskostenabschätzung gemäß Kapitel 3.3.4.1 – zu Mehrkosten von rund 2 % gegenüber dem Szenario Real im

intensiven Freiraumkonzept. Diese zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten stehen jedoch erheblichen betrieblichen Einsparungen durch die Substitution von Trinkwasser gegenüber.

Insgesamt zeigt sich, dass integrierte, kreislauforientierte Lösungen in den Bereichen Wasser, Materialien und Energie nicht zwingend mit höheren Lebenszykluskosten verbunden sind. Vielmehr liegen die wesentlichen wirtschaftlichen Potenziale in einer gezielten Systemoptimierung, einer standortspezifischen Auswahl der Maßnahmen sowie in der abgestimmten Kombination einzelner Technologien. Das abschließende Gesamtergebnis der Lebenszykluskosten wird im finalen Fazit am Ende des Berichts dargestellt, in dem die ökonomischen und ökologischen Ergebnisse zusammengeführt und gesamthaft bewertet werden.

#### **4.4.2 Ökobilanzieller Vergleich**

Die ökobilanzielle Bewertung der Szenarien erfolgt auf Grundlage der in Kapitel 3.3.4.2 beschriebenen Methodik und umfasst die Emissionen der Energieversorgung, des Umgangs mit Bestandsmaterialien wie Ziegeln und Bodenaushub, der Substratbeschaffung sowie des Ressourcenverbrauchs im Betrieb. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse werden qualitative Balkendiagramme herangezogen, die die Umweltindikatoren nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT), Erderwärmungspotenzial (GWP) und Versauerungspotenzial (AP) gegenüberstellen. Da diese Indikatoren unterschiedliche Einheiten aufweisen, wurden sie durch konstante Skalierungsfaktoren normiert; GWP wurde mit dem Faktor 10 und AP mit dem Faktor 2000 multipliziert, während PENRT unverändert eingeht.

##### **Herstellung und Ersatz von Energieversorgungsanlagen**

Nachfolgend sind die Emissionen der Herstellung (A1-3) sowie dem Ersatz (B4) von Anlagen(komponenten) im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren dargestellt. Ein direkter Vergleich der Balkendiagramme ist auf Grund der nicht einheitlich dargestellten Skala nur eingeschränkt möglich. Zudem stehen die ausgewiesenen Emissionen in direktem Zusammenhang mit der jeweiligen Vordimensionierung der Anlagen, die – wie in Kapitel 4.1.3 beschrieben – zwischen den Szenarien deutlich variiert. Ein belastbarer Vergleich kann daher ausschließlich auf Basis der aggregierten Herstellungs- und Ersatzemissionen erfolgen (vgl. Abbildung 69).

**Herstellung und Ersatz (A1-3, B4)  
Photovoltaik**

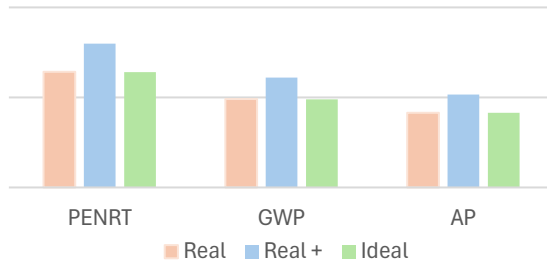


Abbildung 61: Qualitative

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten PV-Anlagen (e7)

**Herstellung und Ersatz (A1-3, B4)  
Photovoltaik-Thermie**

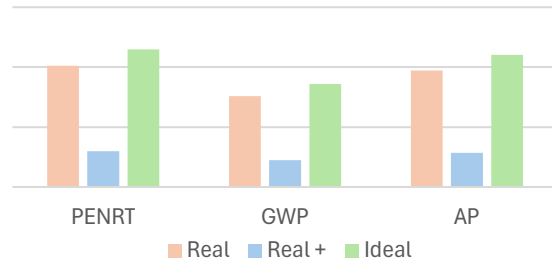


Abbildung 62: Qualitative

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP, AP der vordimensionierten PVT-Anlagen (e7)

**Herstellung und Ersatz (A1-3, B4)  
Luft-Wasser-Wärmepumpe**

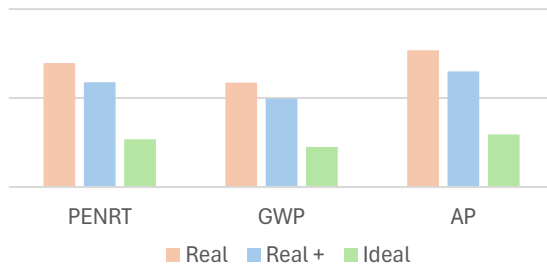


Abbildung 63: Qualitative

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Luft-Wasser-Wärmepumpen (e7)

**Herstellung und Ersatz (A1-3, B4)  
Sole-Wasser-Wärmepumpe**

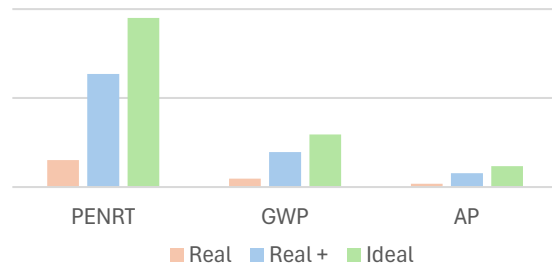


Abbildung 64: Qualitative

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Sole-Wasser-Wärmepumpen (e7)

**Herstellung und Ersatz (A1-3, B4)  
Erdsonden**

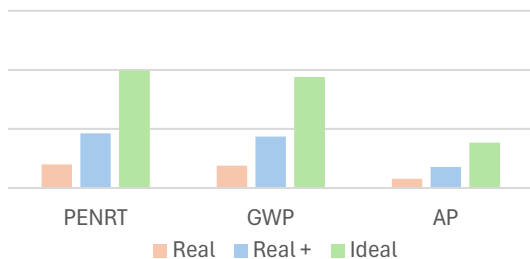


Abbildung 65: Qualitative

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Erdsonden (e7)

**Herstellung und Ersatz (A1-3, B4)  
Erdkollektoren**

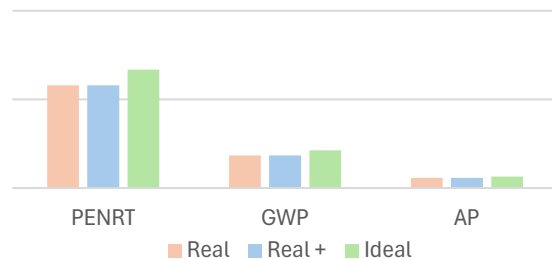


Abbildung 66: Qualitative

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Erdkollektoren (e7)

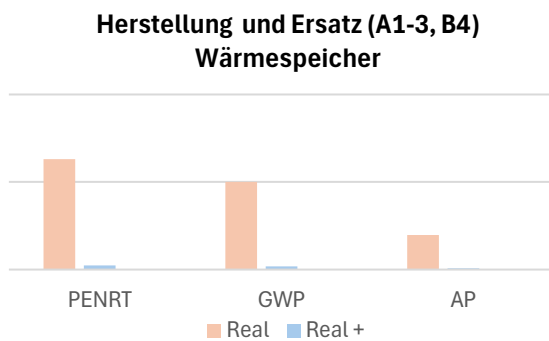


Abbildung 67: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Wärmespeicher (e7)

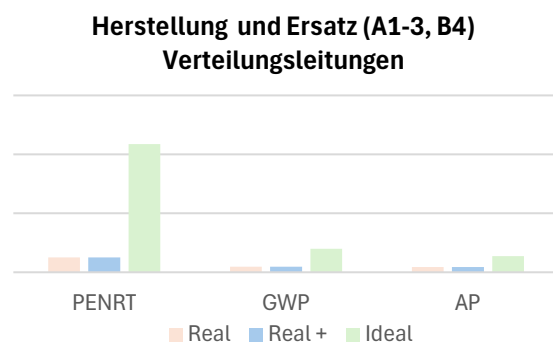


Abbildung 68: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Verteilungsleitungen

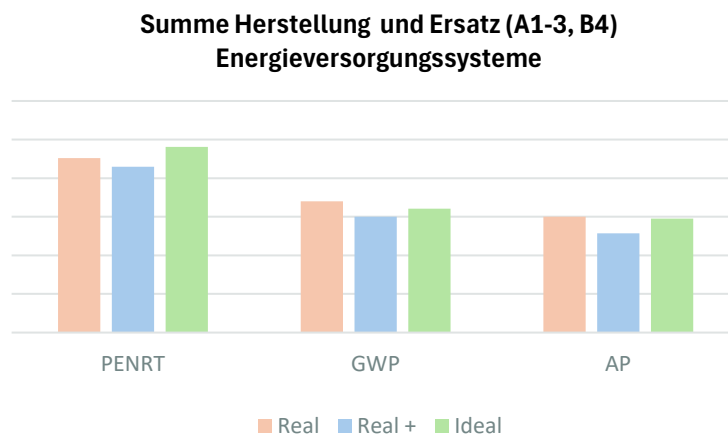


Abbildung 69: Summierte Emissionen zufolge Herstellung (A1-3) und Ersatz (B4) der Energieversorgungskomponenten über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren (e7)

Die Ergebnisse zu den Herstellungs- und Ersatzemissionen der haustechnischen Anlagen zeigen, dass sich die Umweltauswirkungen der betrachteten Szenarien trotz der technologischen Unterschiede in einem vergleichbaren Bereich bewegen. Das Szenario Real+ weist hierbei die geringsten Herstellungswerte auf (rund - 5 % gegenüber Real), während das Szenario Ideal aufgrund der zusätzlichen PVT-Kollektoren, eines höheren Anteils an Sole-Wasser-Wärmepumpen und der größeren Leitungslängen des Anergienetzes höhere Emissionen (etwa + 6 % im Vergleich zu Real) verursacht. Das Szenario Real liegt bei PENRT und GWP tendenziell höher und erreicht beim AP die höchsten Werte. Im folgenden Abschnitt werden die betrieblichen Emissionen analysiert, die – wie in Abbildung 79 und Tabelle 20 zusammengefasst – in jenen Szenarien mit höheren Herstellungs- und Ersatzemissionen tendenziell geringer ausfallen.

## Ressourceneinsatz im Betrieb

Es erfolgt zunächst eine separate Betrachtung der einzelnen Energie- und Ressourcenflüsse. Ein direkter Vergleich der Balkendiagramme aus Abbildung 70 bis Abbildung 72 untereinander ist auf Grund der fehlenden Skala jedoch nicht möglich. Dadurch entsteht beispielsweise der Eindruck, dass die Emissionen aus PV-Strom höher ausfallen als jene des Netzstrombezugs, was gemäß Tabelle 18 nicht zutrifft. Zur Einordnung: wie in Kapitel 4.3.2 dargestellt, werden in den Szenarien Real und Real+ rund 39 % und im Szenario Ideal rund 30 % des Strombedarfs aus dem Netz bezogen - trotz dieses vergleichsweise geringen Anteils verursacht der Netzstrombezug in allen Szenarien rund 94 % der Betriebsemissionen. Ein aussagekräftiger Vergleich ist daher ausschließlich auf Basis der summierten Darstellung (Abbildung 73) möglich.

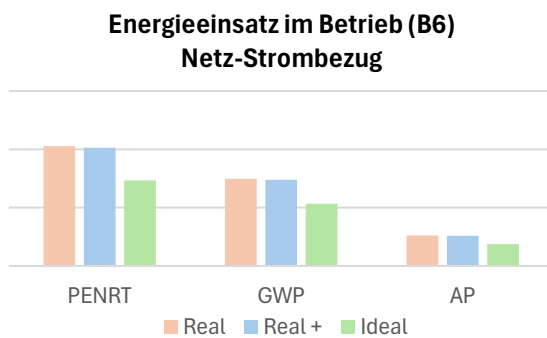


Abbildung 70: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge Netzstromnutzung im Betrieb (E6) über 50 Jahre (e7)

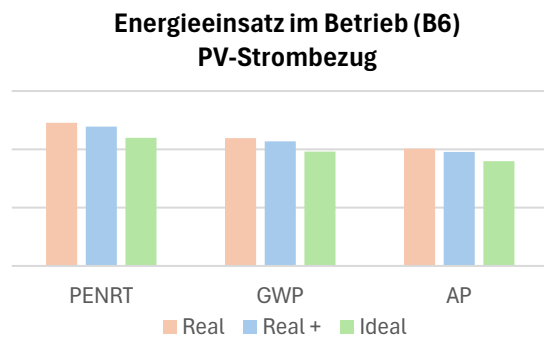


Abbildung 71: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge PV-Stromnutzung im Betrieb (E6) über 50 Jahre (e7)

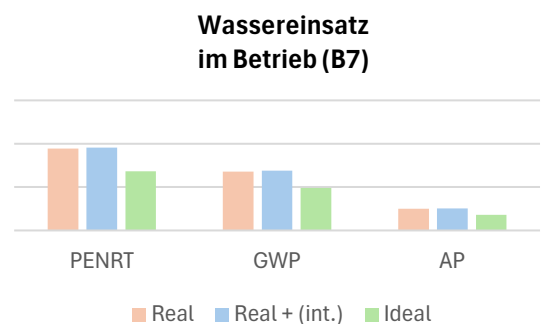


Abbildung 72: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge Leitungswasserbezug im Betrieb (B7) über 50 Jahre (e7)

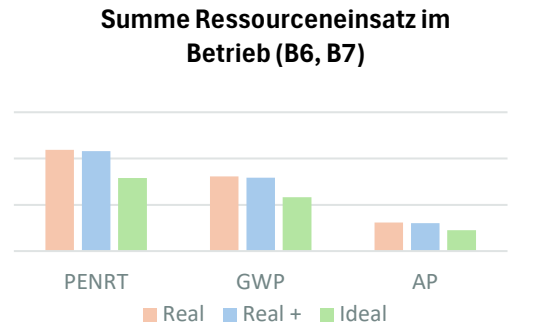


Abbildung 73: Summierte Gegenüberstellung des Ressourceneinsatz im Betrieb (B6, B7) über 50 Jahre (e7)

Die prozentualen Anteile der Betriebsemissionen an den Gesamtemissionen unterscheiden sich zwischen den Szenarien nur geringfügig (vgl. Tabelle 18). Während das Szenario Real+ marginal unter den Betriebsemissionen des Szenarios Real liegt (- 1 %), können im Szenario

Ideal durch gemeinschaftliche Energieversorgung und Grauwassernutzung deutlich höhere Einsparungen erzielt werden. Insgesamt sinken die Betriebsemissionen im Ideal-Szenario gegenüber Real um etwa 28 %. Über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren bestätigt sich erwartungsgemäß, dass die Betriebsphase den maßgeblichen Einfluss auf die Umweltwirkungen hat: Szenarienübergreifend entfallen etwa 60 - 70 % der Gesamtemissionen auf die Ressourcennutzung im Betrieb. Der größte Anteil dieser Betriebsemissionen ist in allen Szenarien auf den Netzstrombezug zurückzuführen (rund 94 %). Der Beitrag des Leitungswasserbezugs bleibt mit etwa 2 % vergleichsweise gering, während die Nutzung von PV- bzw. PVT-Strom je nach Szenario 4 – 6 % der Betriebsemissionen verursacht. Durch die höhere Eigenstromproduktion sowie die stoffliche und thermische Grauwassernutzung im Szenario Ideal verringern sich die Emissionen des Netzstrombezugs um etwa 29 % und jene der PV-Stromnutzung um rund 11 % gegenüber dem Referenzszenario Real.

### Umgang mit Bestandsmaterialien und Substratbeschaffung

Im Szenario Real erfolgt der vollständige Abtransport von Ziegeln und Bodenaushub; sämtliche benötigte Substrate werden zugekauft. Im Szenario Real+ werden Ziegelbruchfraktionen vor Ort aufbereitet und als Substratbestandteil eingesetzt, wodurch sich die externen Beschaffungsmengen reduzieren. Gleichzeitig werden weiterhin zusätzliche Substratbestandteile zugekauft und angeliefert. Das Szenario Ideal erweitert diesen Ansatz durch die zusätzliche Aufbereitung geeigneter Bodenaushubmaterialien. Dadurch sinken der externe Zukaufbedarf und Abtransport weiter.

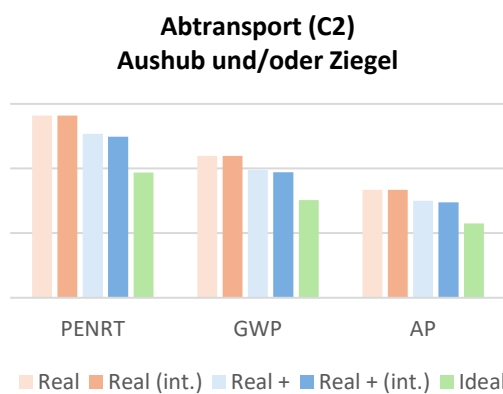


Abbildung 74: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge des Abtransports (C2) der Bestandsressourcen (Aushub und/oder Ziegel) (e7)

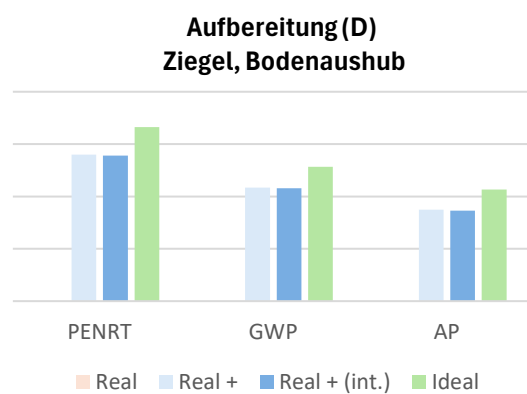


Abbildung 75: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge der Aufbereitung von Ziegel und/oder Bodenaushub mit einer mobilen Anlage (inkl. Anlieferung) (e7)

Das Szenario Real ist in der Abbildung 75 nicht enthalten, da weder Ziegel noch Bodenaushub aufbereitet, sondern vollständig entsorgt (C2, s. Abbildung 74) werden. Die zusätzlichen Aufbereitungsprozesse im Szenario Ideal führen zu rund 19 % höheren Emissionen gegenüber dem Szenario Real+, was primär der Nutzung des Bodenaushubs geschuldet ist.

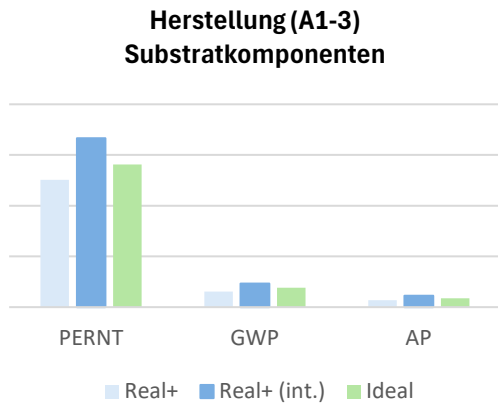


Abbildung 76: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge der Herstellung von extern bezogenen Substratkomponenten (e7)

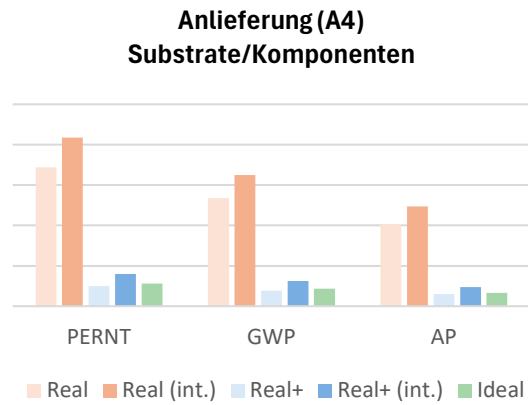


Abbildung 77: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge der Anlieferung von extern bezogenen Substraten bzw. -komponenten (e7)

In den intensiver begrünten Freiraumkonzepten (Suffix „int.“), die einen deutlich erhöhten Substratbedarf aufweisen, steigen die Herstellungsemissionen der Substratkomponenten erwartungsgemäß an. Trotz eines um 64 % höheren Substratbedarfs erhöhen sich die Emissionen aus Herstellung und Anlieferung im Szenario Real+ (int.) jedoch nur um 34 % und im Szenario Ideal lediglich um 12 % gegenüber Real+ (ext.). Da für Fertigsubstrate bislang keine belastbaren Ökobilanzdaten vorliegen, können deren Herstellungsemissionen nicht in den Gesamtvergleich integriert werden.

Der Vergleich der selbstgemischten Substrate in Abbildung 76 zeigt, dass das Szenario Real+ (int.) leicht höhere Emissionen verursacht als Ideal, da ohne den Einsatz von Bodenaushub mehr Substratkomponenten zugekauft und angeliefert werden müssen. Werden ausschließlich die Abtransporte der Bestandmaterialien (Ziegel und Aushub) sowie die Anlieferung von Substraten bzw. Substratkomponenten sowie die mit der Aufbereitung (Brechen, Sieben, Mischen) verbundenen Emissionen, ergeben sich die Abbildung 78 dargestellten Summen.

**Summe Materialien**  
(ohne A1-3 Substrate)

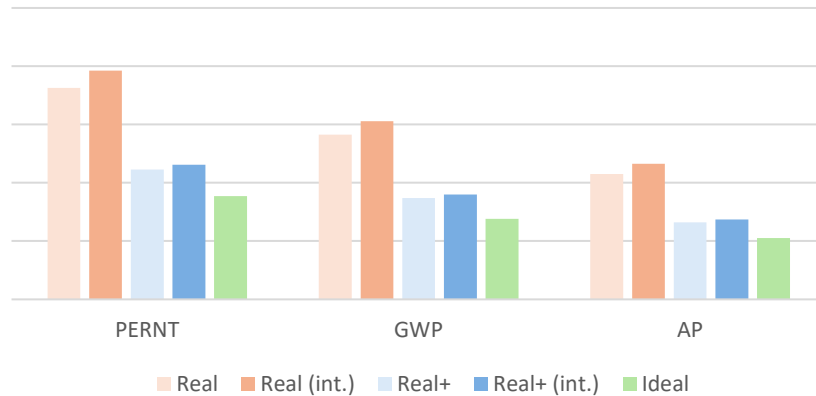


Abbildung 78: Aufsummierte qual. Gegenüberstellung der Umweltauswirkungen PENRT, GWP und AP zufolge des Umgangs mit Bestandsressourcen (Ziegel, Aushub) und der Beschaffung von Substraten bzw. Substratkomponenten; ohne Beachtung deren Herstellungsemissionen (A1-3) (e7)

Der Vergleich der Gesamtemissionen der Szenarien mit reduziertem Freiraumkonzept zeigt, dass durch die Aufbereitung von Ziegel und den Einsatz in Substraten (Real+) eine Emissionsreduktion von 39 % gegenüber dem Szenario Real erzielt wird. In den intensiv begrünten Varianten ergeben sich Einsparungen von 41 % im Szenario Real+ (int.) sowie von 55 % im Szenario Ideal gegenüber dem vollständigen Zukauf fertiger Substrate im Szenario Real (int.).

### Gesamtvergleich

Die Gesamtbetrachtung aller Emissionen in Abbildung 79 verdeutlicht das ökologische Potenzial zirkulärer Quartiersentwicklungen. Berücksichtigt sind dabei die Herstellungsemissionen der Energieversorgungssysteme (A1-3) sowie deren Ersatz im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren, der Abtransport von Ziegel und/oder Aushub (C2) bzw. deren Aufbereitung zum Einsatz in Substraten (D) sowie die Anlieferung von Substraten bzw. zugekauften Substratkomponenten (A4). Auf Grund der unzureichenden Datenlage zu bereits gemischten Substraten konnten deren Herstellungsemissionen sowie jene zugekaufter Substratkomponenten (A1-3) nicht in die Gesamtbetrachtung integriert werden. Die schraffiert dargestellten Flächen zeigen die aufsummierten Betriebsemissionen aus Energie- und Wassereinsatz über den gesamten Betrachtungszeitraum von 50 Jahren.

**Gesamtemissionen**  
**Herstellungs- und Errichtungsphase (ohne Herstellung Substrate)**  
**+ Nutzungsphase (50 Jahre)**

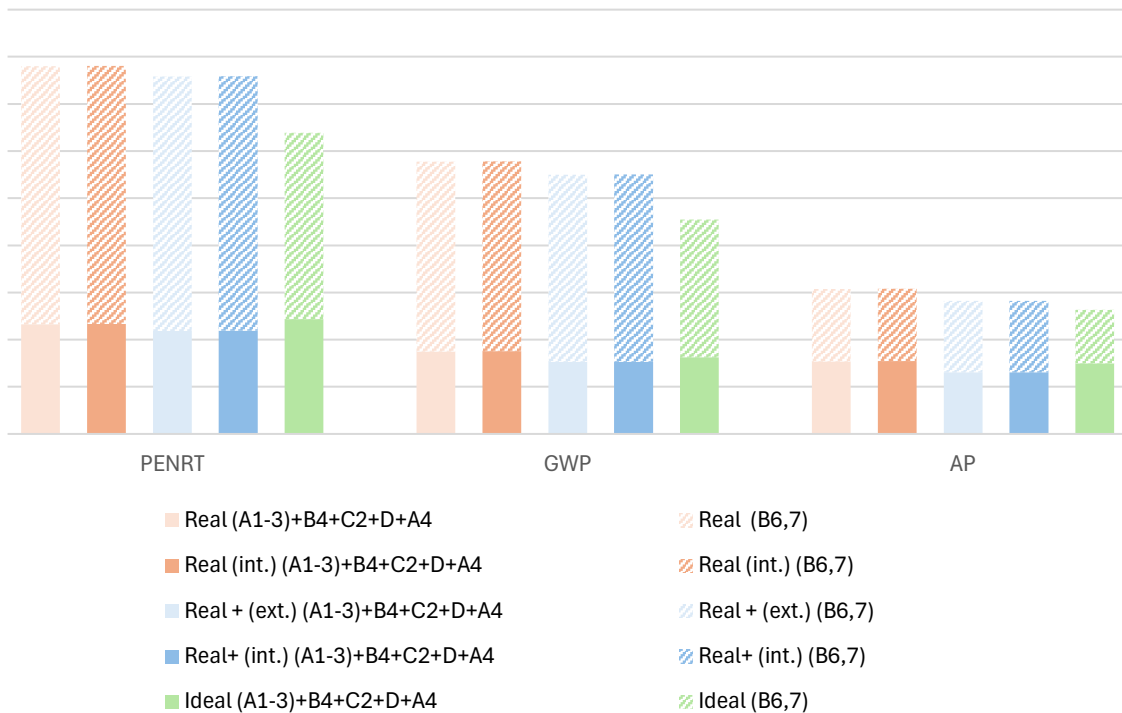


Abbildung 79: Qualitative Gegenüberstellung der finalen Umweltauswirkungen PENRT, GWP und AP aufgeteilt in Herstellungs- und Betriebsemissionen zwischen den Szenarien.

Für beide Freiraumkonzepte ergibt sich im Szenario Real+ eine Reduktion der Gesamtumweltauswirkungen um rund 3 % gegenüber dem Szenario Real. Obwohl das Szenario Ideal in der Herstellung aufgrund zusätzlicher Infrastruktur zunächst höhere Emissionen verursacht, liegen seine Gesamtemissionen dennoch rund 18 % unter jenen des Szenarios Real (int.) und etwa 16 % unter Real+ (int.). Diese deutlichen Einsparungen sind vor allem auf die Geothermienutzung in BF 3 und 4 sowie die gemeinschaftliche Energieversorgung über das Anergienetz sowie die stoffliche und thermische Nutzung von Grauwasser zurückzuführen. Dadurch fallen die jährlichen Betriebsemissionen über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg rund 27 % niedriger aus als in den beiden anderen Szenarien.

Zur vertiefenden Einordnung der Ergebnisse werden in Tabelle 17 bis Tabelle 19 die prozentualen Emissionsanteile dargestellt. Die Auswertung erfolgt zunächst kategoriespezifisch (Energieversorgung, Betrieb sowie Materialien/Substrate) und anschließend als Anteil an den Gesamtemissionen über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren (vgl. Tabelle 20). Es zeigt sich, dass die Herstellungsemissionen (inklusive des zweifachen Ersatzes im Betrachtungszeitraum) der Solartechnologien PV und PVT einen wesentlichen Anteil der Gesamtemissionen aufweisen. Ihr Anteil an den Emissionen der Energieversorgung liegen bei rund

80 % und bei 23 % (Real, Real+) bzw. 29 % (Ideal) an den Gesamtemissionen über den gesamten Betrachtungszeitraum. Demgegenüber sind die Emissionsbeiträge der Geothermie (Erdsonden- und Erdkollektorrohe) sowie der Verteilungsnetze aufgrund der langen Nutzungsdauern und der einmaligen Anrechnung vergleichsweise gering und für die Gesamtbilanz von untergeordneter Bedeutung. Die mit der Herstellung der Wärmepumpen verbundenen Emissionen machen im Szenario Real rund 6 % der Emissionen der Energieversorgung bzw. etwa 2 % der Gesamtemissionen aus. Im Szenario Real+, in dem verstärkt auf Geothermie und Sole-Wasser-Wärmepumpen setzt, erhöhen sich diese Anteile auf rund 18 % (Energieversorgung) bzw. 5 % (Gesamtemissionen). Im Szenario Ideal, in dem nahezu ausschließlich Geothermie eingesetzt wird, steigen diese Werte auf rund 21 % bzw. 8 %. Trotz dieser höheren relativen Anteile liegen die Gesamtemissionen dieses Szenarios rund 18 % unter jenen des Szenario Real. Dies ist unter anderem auf die mit dem Wärmespeicher verbundenen Emissionen zurückzuführen: während diese im Referenzszenario etwa 14 % der Herstellungsemissionen der Energieversorgung bzw. 4 % der Gesamtemissionen verursachen, kann ihr Anteil im Szenario Real+ durch die Integration von Luft-Wärmepumpen zur Spitzenlastabdeckung auf rund 0,5 % bzw. 0,2 % reduziert werden.

Tabelle 17: Prozentuale Anteile der Herstellungs- und Ersatzemissionen an der Kategorie „Energieversorgung“ über den 50-jährigen Betrachtungszeitraum

	<b>Real (ext.)</b>	<b>Real (int.)</b>	<b>Real+ (ext.)</b>	<b>Real+ (int.)</b>	<b>Ideal (int.)</b>
<b>PV-Anlagen</b>	56,8%	56,8%	74,3%	74,3%	53,3%
<b>PVT-Anlagen</b>	22,4%	22,4%	6,9%	6,9%	23,9%
<b>Luft/Wasser-WP</b>	3,1%	3,1%	2,7%	2,7%	1,1%
<b>Sole/Wasser-WP</b>	3,3%	3,3%	14,8%	14,8%	19,8%
<b>Wärmespeicher</b>	13,9%	13,9%	0,5%	0,5%	-
<b>Geothermie</b>	0,3%	0,3%	0,6%	0,6%	1,0%

Tabelle 18: Prozentuale Anteile der Betriebsemissionen über den 50-jährigen Betrachtungszeitraum

	<b>Real (ext.)</b>	<b>Real (int.)</b>	<b>Real+ (ext.)</b>	<b>Real+ (int.)</b>	<b>Ideal (int.)</b>
<b>Netz-Strom</b>	93,8%	93,8%	93,8%	93,8%	92,7%
<b>PV-Strom</b>	4,5%	4,5%	4,4%	4,4%	5,6%
<b>Leitungswasser</b>	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%	1,7%

Tabelle 19: Prozentuale Verteilung der Emissionen aus Abtransport, Anlieferung und Aufbereitung von Materialien (für Substrate)

	<b>Real (ext.)</b>	<b>Real (int.)</b>	<b>Real+ (ext.)</b>	<b>Real+ (int.)</b>	<b>Ideal (int.)</b>
<b>Anlieferung</b>	55,0%	59,7%	13,4%	20,0%	16,9%
<b>Abtransport</b>	45,0%	40,3%	67,9%	62,5%	58,2%
<b>Aufbereitung</b>	-	-	18,7%	17,4%	25,0%

Tabelle 20: Prozentuale Anteile an den Gesamtemissionen über den 50-jährigen Betrachtungszeitraum

	<b>Real (ext.)</b>	<b>Real (int.)</b>	<b>Real+ (ext.)</b>	<b>Real+ (int.)</b>	<b>Ideal (int.)</b>
<b>PV-Anlagen</b>	16,5%	16,5%	21,1%	21,0%	20,1%
<b>PVT-Anlagen</b>	6,5%	6,5%	2,0%	2,0%	9,0%
<b>Luft/Wasser-WP</b>	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	0,4%
<b>Sole/Wasser-WP</b>	1,0%	1,0%	4,2%	4,2%	7,4%
<b>Wärmespeicher</b>	4,0%	4,0%	0,2%	0,2%	
<b>Geothermie</b>	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,4%
<b>Verteilungsnetz</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
<b>Netz-Strom</b>	65,8%	65,8%	66,8%	66,7%	57,4%
<b>PV-Strom</b>	3,2%	3,1%	3,1%	3,1%	3,4%
<b>Leitungswasser</b>	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,1%
<b>Anlieferung</b>	0,4%	0,5%	0,1%	0,1%	0,1%
<b>Abtransport</b>	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%
<b>Aufbereitung</b>	-	-	0,1%	0,1%	0,1%
<b>Vergleich zu Real (ext./int)</b>	-	-	<b>- 3 %</b>	<b>- 3 %</b>	<b>- 18 %</b>

Die Herstellungsemissionen der Substratkomponenten entsprechen in ihrer Größenordnung in etwa den Emissionen eines Betriebsjahres des Szenarios Real, während jene der Anlagentechnik - je nach Szenario - zwischen 19 und 22 Betriebsjahren des Referenzszenarios liegen. Diese Relationen verdeutlichen, dass sowohl die Herstellungs- als auch die Betriebsemissionen systematisch in Planungs- und Entscheidungsprozesse integriert werden sollten. Gleichzeitig wird ersichtlich, dass belastbare Ökobilanzdaten zu Fertigsubstraten und Substratkomponenten eine wesentliche Grundlage für fundierte ökologische Bewertungen darstellen würden – ein klarer Auftrag an Hersteller, entsprechende Daten künftig transparent und standardisiert bereitzustellen.

### 4.4.3 klimaaktiv Zertifizierung

#### klimaaktiv Gebäudezertifizierung

Der klimaaktiv Kriterienkatalog 2025 zeigt eine klare Weiterentwicklung hin zu mehr Klimaschutz, Kreislaufwirtschaft und Anpassung an die EU-Taxonomie. Während die Muss-Kriterien in den Grundzügen stabil blieben, wurden sie inhaltlich präzisiert und in einigen Bereichen verschärft (z. B. Energiekennzahlen, Schadstofffreiheit, Sommerkomfort). Damit stellt der Katalog eine Erhöhung des Qualitätsstandards dar und macht Gebäude zukunftsfit für Klimaneutralität und Ressourcenschonung. Für die Abschätzung der Erfüllung der Muss-Kriterien bedeutet dies zwar einen etwas höheren Planungs- und Dokumentationsaufwand, die grundsätzliche Erreichbarkeit der Muss-Kriterien bleibt jedoch realistisch und ist auch für geförderte Wohnbauten erreichbar.

#### klimaaktiv Kriterienkatalog für Siedlungen und Quartiere

Im Projekt ResourceRevival wurden im Excel-Tool für das Werk Möllersdorf vorhandene Daten vor allem für die Bereiche Gebäude, Städtebau, Wärme-Strom, Trinkwasser, Abfall und Mobilität eingegeben. Im Bereich Qualitätsprüfung wurden Abschätzungen zur möglichen Erreichungsgraden bestimmter Maßnahmen eingegeben.

In der Auswertung ergeben diese Angaben derzeit ein Gesamterfüllungsgrad für das Quartier von 55 %. Zwei der sechs Handlungsfelder (Kommunikation und Mobilität) liegen nach momentaner Einschätzung unter dem Mindestwert von 50 %. Dadurch ergibt sich mittelfristig ein Nachholbedarf in Punkten Partizipation und Bewusstseinsbildung sowie ein Verbesserungsbedarf bei ÖV-Anbindung bzw. beim Aufbau von E-Mobilitäts-/Sharing-Angeboten (Themen, die im jetzigen Stadium der Projektentwicklung auch noch nicht relevant waren). Stärken bestehen hingegen in den Bereichen Management, Versorgung und Städtebau. Die geschätzten Punkte beinhalten auch Zusatzpunkte, die durch Joker-Maßnahmen erreicht werden können (hier in den Handlungsfeldern A, D und E).

Die derzeitige Auswertung stellt – aufgrund des frühen Planungsstand - eine sehr grobe Bewertung des Quartiers Werk Möllersdorf dar. Im Zuge der weiteren Planung werden mehr Daten vorhanden sein, die eine genauere Auswertung zulassen. Dennoch zeigt sich eine Tendenz, welche Handlungsfelder bzw. Kriterien für eine erfolgreichen Siedlungs- und Quartiersentwicklungen auch schon in diesem Planungsstadium genauer betrachtet bzw. nicht vergessen werden dürfen. Für eine weitere Detaillierung bzw. die Vervollständigung der Daten im Bewertungs-Excel-Tool wurde eine Tabelle „Übersicht offene Themen“ angelegt. Sie zeigt die offenen Themen, Zuständigkeiten und eine Abschätzung des Aufwands. Es wird besonders darauf hingewiesen, dass die Auswertung eine Momentaufnahme ist, und

der Quartierscheck als Grundlage für die Optimierung einer Siedlungs- und Quartiersentwicklungen herangezogen werden soll. Da der Quartierscheck für die alle Deklarationsstufen „Planung“, „Fertigstellung“ und „in der Nutzung“ verwendet werden kann, ist eine kontinuierliche Optimierung des Quartiers entlang seiner Entwicklung möglich.

Das Werk Möllersdorf weist vielversprechende Voraussetzungen für die Erlangung einer klimaaktiv-Gebäude-Zertifizierung auf und erfüllt grundsätzlich die Anforderungen der Quartierskriterien. In den Bereichen Kommunikation und Mobilität sollten entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, um die Integration nachhaltiger Lösungen zu gewährleisten. Mittelfristig ist es erforderlich, Nachweise für die Energiekennzahlen, die Ökobilanz sowie die Materialqualität zu erbringen. Mit einer konsequenten Weiterentwicklung der Maßnahmen und einer strukturierten Umsetzung der erforderlichen Schritte ist eine Auszeichnung auf Quartiersebene durchaus realistisch. Durch die fortlaufende Optimierung der Prozesse und die Integration von nachhaltigen Aspekten in allen Bereichen des Projekts kann das Werk Möllersdorf die angestrebten Klimaziele erreichen und die Zertifizierung erfolgreich abschließen.

# 5 Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Projekts wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt und zentrale Erkenntnisse gewonnen, die eine Überführung der Ergebnisse in die Umsetzung sowie deren Anwendung in weiteren Projekten unterstützen sollen. Das folgende Kapitel bündelt diese Erkenntnisse mit dem Ziel, ihre Übertragbarkeit, Anwendbarkeit und praktische Relevanz aufzuzeigen. Kapitel 5.1 behandelt die Übertragbarkeit der Projektergebnisse insbesondere im Hinblick auf den Einsatz von Ziegelsplitt und Bodenaushub in Substraten. Anhand einer Einschätzung des Marktpotenzials – auf Ebene Österreichs und mit besonderem Fokus auf vergleichbare Industriebranchen – wird das Potenzial für eine breitere Anwendung dargestellt. In Kapitel 5.2 wird der im Projekt entwickelte Leitfaden für Bauträger:innen vorgestellt, der aufzeigt, wie eine kreislauforientierte Planungsvorbereitung gelingen kann. Dieser umfasst einen skizzierten Prozess, potenzielle Zielkriterien sowie beispielhafte Ausschreibungstexte. Kapitel 5.3 widmet sich schließlich möglichen Betreibermodellen von Anergienetzen, da die damit verbundenen rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen häufig wenig bekannt sind und in der Praxis als Herausforderung wahrgenommen werden.

## 5.1 Übertragung der Erkenntnisse auf Österreich

### 5.1.1 Marktpotenzial für Ziegelsplitt

#### **Bedeutung und Bedarf**

Ziegelsplitt ist ein etabliertes Material, das als Gerüstkorn in Substraten und Dränschichten eine entscheidende Rolle in der Herstellung von Gründächern bzw. Vegetationstrageschichten spielt. Vegetationssubstrate für Bauwerksbegrünung müssen spezifische Eigenschaften wie hohes Porenvolumen, Wasserkapazität, Strukturstabilität und der Vegetation entsprechende Nährstoffgehalte aufweisen. Weiters ist u.a. auf die Grenzwerte des Salzgehaltes und des pH-Wertes des Substrates zu achten. Die Anforderungen werden in der ÖNORM L 1131 – Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken festgelegt. Ziegelsplitt, sofern er den Qualitätsanforderungen der Recycling-Baustoffverordnung (RBV) und der EU-Bauprodukte-Verordnung (EU-BauPVO) entspricht, ist dafür ein geeigneter Recycling-Baustoff. Er kann aus gebrochenen Mauerziegeln, Dachziegeln, Produktionsresten der Ziegelindustrie oder bereits verbauten Ziegeln gewonnen und aufbereitet werden. Ziegelsplitt kann sowohl als Mischungskomponente für Vegetationssubstrate sowie als Drainageschicht-Schüttstoff

verwendet werden. Besonders wichtig ist dabei die Materialzusammensetzung, Wasserspeicherfähigkeit, Stabilität und die Frosthärte. Der Marktbedarf für Ziegelsplitt hat jedoch bereits zu Rohstoffengpässen geführt, wobei die östlichen Regionen Österreichs besonders stark betroffen sind. Annahmen für das Jahr 2022 zeigten, dass bei einem Anteil von 20 bis 40 % am Substratvolumen der Bedarf an Ziegelsplitt zwischen 23.000 und 46.000 m<sup>3</sup> liegt. Der Ziegelsplittmarkt könnte, unter der Annahme, dass die jährliche Wachstumsrate von 10 % beibehalten wird, bis 2025/26 auf 30.000 bis 60.000 m<sup>3</sup> ansteigen, was ein signifikantes Wachstumspotenzial bedeutet. Die Nachfrage nach Ziegelsplitt wird vor allem durch den Ausbau von Dachbegrünungen, grünen Infrastrukturen (z.B. Baumgruben, Staudenbeete und Schwammstadtsysteme) weiter steigen. Die zunehmende Knappheit des Rohstoffs Ziegelsplitt wird in den kommenden Jahren weiterhin zu Preisanstiegen führen und gleichzeitig eine verstärkte Suche nach alternativen Quellen oder Recyclingmethoden auslösen.

Laut Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V. fallen in Deutschland jährlich insgesamt rund 214,6 Millionen Tonnen mineralische Bauabfälle an. Mehr als die Hälfte davon entfällt auf Bodenaushub, Baggergut und Gleisschotter. Etwa 90 Millionen Tonnen bestehen aus Bauschutt, Straßenaufbruch, Gips- und Baustellenabfällen. Innerhalb dieser Fraktion machen Abbruchziegel und ziegelreiche Stoffgemische rund 10 Millionen Tonnen aus. Dies entspricht einem Anteil von 4,7 % am gesamten mineralischen Bauabfallaufkommen und 11,1 % am ziegelhaltigen Bauschutt. In Österreich fallen jährlich rund 11,7 Millionen Tonnen mineralische Bau- und Abbruchabfälle an. Aushubmaterialien sind in dieser Zahl nicht einberechnet (Umweltbundesamt 2019). Überträgt man den deutschen Anteil von rund 11,1 % Ziegelbruch an Bauschutt, ergibt sich ein jährliches Potenzial von etwa 1,3 Millionen Tonnen ziegelhaltiger Abbruchmaterialien. Diese Zahl stellt jedoch eine abgeleitete Schätzung dar, die als Näherungswert zu verstehen ist. In der Praxis muss berücksichtigt werden, dass die Qualität und Reinheit des Ziegelmaterials stark variieren kann und somit nur ein Teil des theoretischen Potenzials tatsächlich stofflich verwertbar ist. Zudem unterscheiden sich die Bauweisen in Österreich und Deutschland deutlich: Während in Deutschland häufiger Mischbauweisen und Betonanteile überwiegen, ist der Ziegelanteil in österreichischen Gebäuden traditionell höher, was die Vergleichbarkeit beeinflusst. Das ausgewiesene Potenzial sollte daher als orientierende Größenordnung verstanden werden, die durch detaillierte Materialflussanalysen und Qualitätsbewertungen weiter präzisiert werden müsste. Dennoch stellt dieses Volumen ein Marktpotenzial für die Wiederverwendung und Aufbereitung von Ziegelbruch dar – insbesondere für den Einsatz als Recyclingbaustoff bzw. Substratzuschlag im Sinne einer zirkulären Bauwirtschaft. Ein exemplarisches Beispiel dafür ist das Projekt ResourceRevival am Standort Möllersdorf.

Das Projekt zeigt auf, wie durch die systematische Erfassung und Aufbereitung von Abbruchziegeln im Rahmen von Pre-Deconstruction-Audits neue Materialkreisläufe erschlossen werden können. Die so gewonnenen Rohstoffe können in vielfältigen Anwendungsbereichen eingesetzt werden – etwa in Substraten für Bauwerksbegrünungen, in Retentionskörpern oder im Rahmen von Schwammstadt-Konzepten. Damit verdeutlicht ResourceRevival, wie Urban Mining den Engpass bei mineralischen Substratrohstoffen entschärfen kann. Gleichzeitig wird aufgezeigt, dass Recyclingmaterialien wie aufbereitete Ziegel das Potenzial haben, einen neuen Marktstandard für Substratrohstoffe zu etablieren und die Bauwerksbegrünung als Schlüsseltechnologie einer klimaresilienten Stadtentwicklung noch nachhaltiger zu gestalten.

### **Marktentwicklung und Prognosen**

Der Umsatz im österreichischen Markt für Bauwerksbegrünung lag 2018 bei rund 95,8 Mio. € und stieg bis 2022 deutlich an. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von rund 7–8 %. Setzt sich die Wachstumsdynamik fort, ist für 2025/26 ein Marktvolumen von etwa 130–140 Mio. € realistisch. Besonders der Dachsubstratmarkt zeigt einen hohen Bedarf an mineralischen Zuschlagstoffen. Da Ziegelsplitt als bewährtes Gerüstkorn zunehmend knapp wird, steigt die Relevanz von Recyclingmaterialien. Für 2025/26 kann angenommen werden, dass bis zu 10 % der eingesetzten Substratrohstoffe aus recycelten Quellen stammen werden – mit steigender Tendenz. Projekte wie ResourceRevival positionieren sich hier als Wegbereiter und zeigen auf, wie Recyclinglösungen technisch und wirtschaftlich etabliert werden können. Für 2030 wird – auch getrieben durch EU-Richtlinien zur Kreislaufwirtschaft und nationale Klimastrategien – ein noch höherer Anteil erwartet, sodass Recyclingmaterialien mittelfristig einen festen Platz in der Substratproduktion einnehmen werden.

### **5.1.2 Marktpotenzial für Bodenaushub**

Bodenaushub kann grundsätzlich auch in Dachsubstraten eingesetzt werden, sofern er die Anforderungen der ÖNORM L 1131 erfüllt. Diese Norm legt die technischen Standards für Vegetationssubstrate fest, darunter Korngrößenverteilung, Dichte, Drainagefähigkeit, Wasserspeichervermögen sowie Schadstofffreiheit. Durch gezielte Aufbereitung und strenge Qualitätskontrolle lässt sich dieser Massenstrom somit als nutzbarer Rohstoff für Dachsubstrate erschließen.

Die praktische Umsetzung ist jedoch mit einem erheblichen Aufbereitungs- und Prüfaufwand verbunden, um die dauerhafte Qualität sicherzustellen und Transportwege gering zu

halten. Deshalb findet Bodenaushub aktuell bevorzugt Anwendung in alternativen Einsatzfeldern. Besonders interessant sind naturbasierte Lösungen im Rahmen von Schwammstadt-konzepten, etwa Retentionskörper, Mulden oder Vegetationsflächen. Auch in integrierten Quartierslösungen – wie Versickerungsflächen, Freiraumbegrünungen oder urbaner Wasserrückhaltung – bietet Bodenaushub großes Potenzial. Das Projekt ResourceRevival zeigt exemplarisch, wie ein bislang als problematisch eingestuft Abfallstrom durch systematische Aufbereitung zu einer wertschöpfenden Ressource wird – sowohl als Beimischung in Dachsubstraten, wenn die Normkonformität nachgewiesen ist, als auch in vielfältigen naturbasierten Lösungen im Erd- und Freiraum.

Im Jahr 2022 lag der Bedarf an Bodenaushub als Substratbeimischung bei rund 11.600 bis 34.800 Kubikmetern, basierend auf einer Mischquote von zehn bis dreißig Prozent in den insgesamt verkauften Substraten. Im Jahr 2025 könnte dieses Volumen auf etwa 15.000 bis 45.000 Kubikmeter anwachsen, wenn man von einer jährlichen Wachstumsrate von rund zehn Prozent ausgeht. Für 2026 wird schließlich ein Bedarf zwischen 18.000 und 50.000 Kubikmetern prognostiziert, vorausgesetzt der Trend zu grüner Infrastruktur und nachhaltigem Bauen setzt sich fort.

Damit wird deutlich: Bodenaushub kann – bei entsprechender Qualitätssicherung – nicht nur im Bereich der Dachsubstrate eine Rolle spielen, sondern insbesondere in großvolumigen Anwendungen naturbasierter Lösungen zu einem wichtigen Baustein der urbanen Kreislaufwirtschaft werden.

### **5.1.3 Übertragbarkeit auf vergleichbare Industriebrachen in Österreich**

Österreich verfügt über eine erhebliche Zahl leerstehender Flächen – von Wohnungen über Geschäftsflächen bis hin zu industriell/gewerblichen Brachen. Eine einheitliche, österreichweite Leerstandsdatenbank ist der Zeit noch nicht öffentlich zugänglich. Das Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK) arbeitet bereits an einem Brachflächenkataster, der Leerstände und Industriebrachen systematisch erfassen wird. Damit wird eine Lücke geschlossen, die bislang den Überblick erschwerte – bisherige Zahlen mussten über Einzelstudien (z.B. NÖ-Brachflächen-erhebung, Umweltbundesamt) mühsam zusammengetragen oder konservativ hochgerechnet werden. Mit dem Start dieses bundesweiten Monitorings wird es künftig möglich sein, Leerstände und Industriebrachen nicht nur qualitativ zu beschreiben, sondern auch quantitativ regelmäßig zu erfassen und transparent darzustellen (BMLUK, 2025).

Im Handelsbereich zeigt sich der Strukturwandel besonders deutlich: Laut dem City Retail Health Check 2025 stieg die Leerstandsquote in den 24 größten Innenstadtbereichen auf 5,5 %, in Kleinstädten sogar auf 15,6 %, mit einzelnen Bezirksstädten über 20 % (Standort+Markt & Handelsverband, 2025). Auch im Wohnbereich wird die Dimension sichtbar: Studien und Schätzungen gehen von rund 230.000 leerstehenden Wohnungen/Häusern in Österreich aus (Die Presse, 2019; Greenpeace Österreich, 2020; Wiener Zeitung, 2020). Für Industriebrachen ist die Datenlage besser dokumentiert. Laut Umweltbundesamt fallen jährlich rund 1.100 ha ehemals industriell oder gewerblich genutzte Flächen neu brach – das entspricht fast der Hälfte des jährlichen Flächenbedarfs Österreichs (Umweltbundesamt, 2004). Damit sind Industriebrachen nicht nur ein städtebauliches, sondern auch ein ökologisches und ökonomisches Schlüsselthema.

Die Brachflächenerhebung NÖ 2023/24 erfasste 705 Standorte mit zusammen ~920 ha. Davon sind ~111,6 ha als gewerbliche/industrielle Brache klassifiziert (der Rest Widmungsreserven/sonstige). 38 % der insgesamt erfassten Flächen gelten als grundsätzlich wieder verwertbar; Rücklauf der Gemeinden: 67 % (Umweltbundesamt & Land NÖ, 2024). Diese Daten bilden die wichtigste Referenzbasis für eine bundesweite Hochrechnung.

### Hochrechnung auf Österreich

1. **Anpassung NÖ-Wert auf Vollerhebung:** Die NÖ-Industriestückzahl/-fläche wird konservativ mit dem Rücklauf (67 %) korrigiert.
2. **Skalierung auf Österreich:** Hochrechnung proportional zur Bevölkerung (robust gegenüber Flächengröße, sachlogisch für standortbezogene Nachfrage). Für 2025/24: NÖ ~1,70 Mio. Einwohner, Österreich ~9,16 Mio. ⇒ Skalierungsfaktor ~5,39.
3. **Verwertbarkeit:** Der NÖ-Anteil „direkt verwertbar“ (38 % bezogen auf alle Kategorien) dient als konservativer Proxy, um eine untere Schranke des sofort aktivierbaren Industrie-Segments zu erhalten. (Transparenzhinweis: In der NÖ-Präsentation ist der 38 %-Wert für den Gesamtpool ausgewiesen, nicht ausschließlich für die Kategorie „gewerblich/industriell“; die Übertragung ist daher bewusst konservativ.)

### Abschätzung der Übertragbarkeit

#### A. Bestandsgröße industrieller Brachen (Stock, heute):

- NÖ gegebene Industrie-Brache: ~111,6 ha ⇒ bereinigt um Rücklauf ≈ ~166,5 ha.
- Hochrechnung auf Österreich (× 5,39): ~900 ha industrielle Brache (heute vorhandener Stock; konservative Unterkante).

## **B. „Sofort aktivierbarer“ Teil (direkt verwertbar):**

- NÖ-Proxy (38 % auf Gesamtpool angewandt): ≈ ~64 ha direkt verwertbare Industrie-Brache in NÖ (bereinigt um Rücklauf).
- Hochrechnung auf Österreich: ~345 ha sofort aktivierbare industrielle Brache.

## **C. Geschätzte Standortzahl („Deal-Flow“):**

- NÖ zeigt ~194 direkt verwertbare Standorte gesamt; proportional nach Flächenanteil Industrie (~12 % der Gesamtfläche) und bereinigt um Rücklauf ergibt das ~35 direkt verwertbare Industrie-Standorte in NÖ (konservativer Näherungswert).
- Hochrechnung auf Österreich ⇒ ~190 direkt verwertbare Industrie-Standorte (als Größenordnung für kurzfristig adressierbare Projekte).

*Einordnung: Diese ~900 ha (Stock) liegen unter dem vom Umweltbundesamt genannten jährlichen (!) Neu-Anfall (≈ 1.100 ha/Jahr) für ehemals industriell/ gewerblich genutzte Flächen. Das zeigt: Unsere NÖ-basierte Hochrechnung ist konservativ und bildet eher die Unterkante des adressierbaren Markts ab.*

## **Politischer Rahmen und künftige Datenlage**

Die politische Stoßrichtung bestätigt die Relevanz der ResourceRevival-Konzepte. Im Regierungsprogramm 2025–2029 bekennt sich die Bundesregierung klar zum Vorrang von Flächenrecycling vor Neuwidmung und zur Sanierung vor Neubau. Zudem soll Leerstand in Ortskernen reduziert werden, indem rechtliche Rahmenbedingungen verbessert und Bürokratie abgebaut werden. Die Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) wird beauftragt, Modelle für bundesweite Leerstands- und Brachflächen-Datenbanken zu entwickeln (Republik Österreich, 2025). Parallel dazu wird im Rahmen des Brachflächen-Dialogs unter Federführung des Umweltbundesamts gemeinsam mit BMK und den Bundesländern ein Brachflächenkataster aufgebaut. Damit wird es künftig erstmals möglich sein, Leerstände und Industriebrachen bundesweit systematisch digital zu erfassen (Umweltbundesamt, 2023). Dies schafft für Projekte wie ResourceRevival eine belastbare Datengrundlage und erhöht die Planungs- und Investitionssicherheit.

## **Implikationen für die Übertragbarkeit von ResourceRevival**

ResourceRevival zielt auf die ökologische, funktionale und wirtschaftliche Reaktivierung brachliegender Industriegelände (z.B. Bestandsrecycling, natur-basierte Lösungen, kluge Widmungen, Kreislaufbaustoffe, grüne Infrastruktur). Wesentliche Erfolgsfaktoren sind in Österreich breit übertragbar:

- **Innenentwicklung vor Außenentwicklung** als kommunale Leitlinie.
- **Instrumentenmix & Widmungsmanagement** (Umwidmungen, städtebauliche Verträge, Förderkulissen).
- **Zwischennutzungen** (Kultur, Kreativwirtschaft, soziale Infrastruktur) zur Aktivierung.
- **Umwelt- & Altlastenmanagement** (Sanierung, Rückbau, ReUse).

## 5.2 Leitfaden für ressourcenorientierte Planungsvorbereitung

Im Zuge des Projekts wurde ein Leitfaden für Projektentwickler:innen erstellt, die aus einem bestehenden Quartier ein zukunftsfähiges Quartier gestalten wollen. Es wird aufgezeigt, welche Vorbereitungsarbeiten in der frühen Entwicklungsphase notwendig sind, damit möglichst viele Ressourcen aus dem Bestand für die künftige Quartiersplanung nutzbar gemacht werden können. Dabei werden sowohl die Ebene des einzelnen Gebäudes als auch die des Quartiers adressiert. Während auf Gebäudeebene die Auswahl von Materialien, Rückbaupotenziale oder Energieeffizienz im Vordergrund stehen, treten auf Quartiers-ebene zusätzliche Dimensionen wie Infrastrukturen, Mobilität, Freiräume oder soziale Aspekte hinzu. Beide Ebenen sind eng miteinander verknüpft und müssen komplementär betrachtet werden, um ganzheitliche Lösungen zu entwickeln.

Zentrale Schritte für eine gute Vorbereitung in der Projektentwicklungsphase sind

- **Erarbeitung einer Vision**, was aus dem bestehenden Areal entstehen soll: Die Entwicklung dieser Vision sollte für ein modernes Quartier thematisch breit aufgestellt sein – etwa in den Bereichen Lebensqualität, Menschen, Umwelt, Klimaschutz, Klimawandelanpassung, Digitalisierung, moderne Lebensrealitäten und Inklusion – und möglichst alle relevanten Stakeholder einbeziehen, wie Bauträger:innen, Stadt, künftige Nutzer- und Anrainer:innen.
- **Ableitung konkreter Projektziele bzw. -anforderungen** aus dieser Vision: Auch wenn diese in dieser Phase noch grob bleiben, können bereits Indikatoren definiert werden, anhand derer die Zielerreichung später überprüft werden können. Dies ist insbesondere hilfreich, um zu erkennen, welche Informationen noch erhoben werden müssen, um die Anforderungen mit konkreten Zielwerten zu hinterlegen.
- **Einholung von Informationen und Entscheidungsgrundlagen**, damit die zuvor definierten Anforderungen präzisiert und belastbar gemacht werden können.
- **Konkretisierung der Anforderungen**, um die nächsten Schritte gezielt umsetzen zu können: Zu diesen Schritten zählen beispielsweise Widmungsverfahren, bei denen ambitionierte Ziele hilfreich sein können, ebenso wie Gespräche mit Investor:innen oder die Durchführung von Gestaltungswettbewerben bzw. Ausarbeitung von Planungsverträgen inkl. deren Leistungsbilder.

## 5.2.1 Visionsentwicklung

Am Beginn eines jeden Sanierungs- oder Transformationsprojekts steht die Entwicklung einer klaren Vision. Diese Vision bildet das Leitbild für alle weiteren Planungs- und Entscheidungsprozesse und dient als gemeinsamer Orientierungsrahmen für die beteiligten Akteurinnen und Akteure. Sie beschreibt ein Zukunftsbild, das über die rein technische Sanierung hinausgeht und ökologische, ökonomische, städtebauliche und soziale Dimensionen integriert.

Immer wichtiger bei der Formulierung einer Vision für ein zukunftsfähiges Gebäude bzw. Quartier ist der Bezug zur Kreislaufwirtschaft. Gebäude und Quartiere sollen nicht mehr als lineare Verbrauchsobjekte betrachtet werden, sondern als Teil zirkulärer Materialströme. Dies umfasst die Schonung endlicher Ressourcen, die Minimierung von Abfall, die Wiederverwendung und Wiederverwertung von Materialien sowie die Reduktion von Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Die Vision wird nicht im Alleingang entwickelt, sondern in erster Form gemeinsam mit relevanten Stakeholdern. Dazu zählen insbesondere die Eigentümerinnen und Eigentümer sowie – sofern bereits bekannt – die Bewohner- und Nutzer:innen. Auch die Stadtgemeinde als Rahmengeberin und mögliche Fördermittelgeberin sowie Investorinnen und Investoren sind frühzeitig einzubinden, um ein gemeinsames Verständnis zu schaffen und Akzeptanz für die weitere Projektentwicklung sicherzustellen.

Aus dieser frühen Auseinandersetzung entstehen **erste grobe Zielrichtungen**, die im weiteren Verlauf konkretisiert und überprüft werden. Häufig betreffen diese:

- **Energieeffizienz:** deutliche Reduktion des Energieverbrauchs im Betrieb, gekoppelt mit erneuerbaren Energien.
- **Wiederverwendung von Produkten und Materialien:** systematische Berücksichtigung von Rückbaupotenzialen, Materialpässen und Sekundärbaustoffen.
- **Soziale Nachhaltigkeit:** Sicherung von Wohnqualität, Leistbarkeit und Akzeptanz für unterschiedliche Nutzergruppen.
- **Attraktivität und Resilienz:** ein Projekt, das auch langfristig nutzbar bleibt und auf zukünftige Herausforderungen wie Klimawandel und Ressourcenknappheit vorbereitet ist.
- **Bestandserhalt und Ressourcenschonung:** der Wert der bestehenden Bausubstanz wird bewahrt und in die weitere Entwicklung integriert.

Für den ehemaligen Industriestandort Werk Möllersdorf wurde vom Bauträger Kallinger Projekte bereits 2021 eine solche Vision in Form eines 10-Schwerpunkte-Plans für das Quartier erarbeitet. Dabei standen folgende 10 Punkte im Fokus:

- Urbane Transformation
- Klimawandel und Umwelt
- Infrastruktur und Mobilität
- Stadtstruktur im Wandel
- Digitalisierung, neue Arbeitswelt, soziale Chancen
- Energiekonzept für umweltgerechte Zukunft
- Vielfalt und Individualisierung
- Beitrag für ältere Menschen
- Migration
- Vermeidung von Segregation

Damit wird die Vision zu einem kompakten Orientierungsrahmen, der Attraktivität, Leistbarkeit, Resilienz, Ressourcenschonung und Bestandsorientierung gleichermaßen umfasst. Sie schafft die Grundlage, um im nächsten Schritt konkrete Ziele zu formulieren und auf belastbaren Entscheidungsgrundlagen aufzubauen.

### **5.2.2 Zieldefinition (erste Fassung)**

Die erste Zieldefinition übersetzt die Projektvision in klar strukturierte Themenfelder, die als Grundlage für spätere Überprüfbarkeit dienen. Sie legt noch keine exakten Anforderungen fest, zeigt jedoch auf, in welchen Bereichen ergänzende Informationen erforderlich sind, um messbare Ziele zu formulieren.

Zur systematischen Zielformulierung werden übergeordnete und projektspezifische Ziele unterschieden: Erstere beziehen sich auf strategische Leitlinien wie Klimaneutralität, Kreislaufwirtschaft oder Leistbarkeit, während Letztere konkrete Vorhaben auf Gebäude- oder Quartiersebene beschreiben, etwa die Nutzung von Sekundärbaustoffen oder die Reduktion des Energieverbrauchs. Eine Zielhierarchie aus Muss-, Soll- und Kann-Zielen schafft Transparenz über Prioritäten und Entscheidungsspielräume.

Damit die Zielerreichung überprüfbar ist, werden Indikatoren und Messgrößen definiert, beispielsweise Recyclingquoten, Lebenszykluskosten oder Nutzer:innen-Zufriedenheit. Da

Zielkonflikte – etwa zwischen Kosten und Qualität oder sozialer und ökonomischer Nachhaltigkeit – unvermeidlich sind, ist es entscheidend, diese frühzeitig offenzulegen und die getroffenen Abwägungen nachvollziehbar zu machen.

### Potenzielle Zielkriterien

Im folgenden Kapitel werden Zielkriterien beschrieben, die in der Projektentwicklungs- und Vorbereitungsphase konkrete Tätigkeiten auslösen. Der Fokus liegt dabei auf der Nutzung des Bestands und seiner verbauten Materialien sowie auf der Erschließung lokal verfügbarer erneuerbarer Ressourcen im geplanten Quartier. Es werden bewusst keine Kriterien für einen kreislauffähigen Neubau oder die spätere Gebäude- und Quartiersplanung genannt. Vielmehr geht es darum, jene Tätigkeiten zu definieren, die in der frühen Phase erforderlich sind, um die notwendigen Informationen für fundierte Entscheidungen zu gewinnen. Dadurch wird sichergestellt, dass Bestandsressourcen optimal genutzt, Projektziele präzisiert und die Grundlagen für eine qualitätsvolle spätere Planung bereitgestellt werden können.

Aufgeteilt sind die nachfolgenden Tabellen in die Themenfelder Städtebauliche und Architektonische Qualität, Kreislaufwirtschaft, Klimawandelanpassung und Grün-Blau Infrastruktur sowie Energieeffizienz und Erneuerbare Energie. In Fettschrift sind dabei jene Entscheidungsgrundlagen hervorgehoben, die im Anhang A detaillierter beschrieben und durch Textbausteine für die Ausschreibung ergänzt werden.

Tabelle 21: Beispielhafte Zielkriterien der Städtebaulichen und Architektonischen Qualität

Kategorie	Beispielhafte Anforderung	Relevante Informationen für weitere Entscheidung	Grundlagenerhebung und Entscheidungsgrundlagen
<b>Architektonische Identität</b>	Die architektonische Identität sollte möglichst dem Bestandsquartier entsprechend erhalten bleiben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kultureller Umgebungskontext (ehemalige Nutzung, Bautypologie)</li> <li>• Physischer Umgebungskontext (Größe, Lage, ehem. Nutzung)</li> <li>• Gesetzlicher Kontext (z.B. Denkmalschutz, Baurecht, Förderrichtlinien)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standortanalyse</li> </ul>
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandsmieter halten</li> <li>• Leistbaren Wohnraum schaffen</li> <li>• Künftige Eigentumsstrukturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmensphilosophie der Bauräger:innen</li> <li>• Vorstellung der Stadt, aktuelle/zukünftige Widmung,</li> <li>• vorhandene Infrastruktur,</li> <li>• Budgetärer Rahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visionsarbeit</li> <li>• sozio-ökonomische Analyse</li> <li>• Stakeholder-Gespräche</li> </ul>

<b>Geplanter Nutzungsmix</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• %/BGF Wohnen</li> <li>• %/BGF Gewerbe</li> <li>• %/BGF Bildung,</li> <li>• Gemeinschaftsräume,</li> <li>• Grün- und Freiräume,</li> <li>• Freizeitangebote etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkreter Raumbedarf, Nutzungsfläche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung Raum- und Funktionsprogramm</li> </ul>
<b>Image und Bauliche Qualität</b>	Ein lebenswertes Quartier mit hoher Energieeffizienz, geschlossenen Stoffkreisläufen und Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel.	Gemeinsame Linie/ Harmonisierung mit Stakeholdern (z.B. Stadt, Investor:innen, Käufer:innen, Mieter:innen, Anrainer:innen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stakeholder-Gespräche</li> <li>• ggf. Überlegungen, ob ein Nachhaltigkeits-label angestrebt werden soll.</li> </ul>

Tabelle 22: Beispielhafte Zielkriterien zur Kreislauffähigkeit

Kategorie	Beispielhafte Anforderung	Relevante Informationen für weitere Entscheidung	Grundlagenerhebung und Entscheidungsgrundlagen
<b>Bestmögliche Nutzung des Altbestands</b>	Priorisierung Erhalt des Bestandes (z.B. Rohbau)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Künftige Nutzung des Bestandes</li> <li>• Qualität des Bestandes</li> <li>• rechtliche Anforderungen an Bestand nach Sanierung z.B. Barrierefreiheit, Brandschutz, Entwässerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzial-Analyse Bestandsnutzung z.B. Ertüchtigungs-, Erweiterungs- und Umnutzungsmöglichkeiten für die geplante Nutzung</li> </ul>
	Selektiver (Teil-) Rückbau		
	Wiederverwendungsquote von Bauteilen (z.B. 1 % [von...] nachweislich wiederverwendet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Bauteile sind in welcher Menge und Qualität verfügbar?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Schad- und Störstofferkundung</b></li> <li>• <b>Rückbaukonzept gem. RBV</b></li> <li>• <b>Pre-Deconstruction-Audit</b></li> <li>• <b>Bauteilkatalog</b></li> </ul>
<b>Einsatz von Recyclingmaterialien</b>	Verkauf/Einlagerung von Bauteilen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Lagerungs-möglichkeiten gibt es auf dem Bestandsquartier bzw. in der Nähe?</li> <li>• Wie kann die Logistik zwischen Abbruch bis zur Wiederverwendung aussehen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhebung Logistikmöglichkeiten</li> </ul>
	Bereitstellung hochqualitativer Sekundärrohstoffe aus Bestand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Materialien sind in welcher Menge und Qualität verfügbar?</li> <li>• Welche Materialien können als Sekundärrohstoffe für künftiges Gebäude genutzt werden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entscheidungsgrundlagen gem. Kriterium „Wiederverwendungsquote“</li> <li>• Nutzungshinweise und Beispiele für vorhandene Materialien z.B. Nutzung von Ziegelsplit und/oder Aushub für Substrate</li> </ul>
	Minimierung von Bau- und Abbruchabfällen (kg/m <sup>2</sup> BGF)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ressourceninventar Materialien (Bilanzielle Gegenüberstellung Ressourcenaufwand und -verfügbarkeit)</b></li> <li>• <b>Rückbaukonzept gem. RBV</b></li> </ul>

Tabelle 23: Beispielhafte Zielkriterien zur Klimawandelanpassung und Grün-Blauen Infrastruktur

Kategorie	Beispielhafte Anforderung	Relevante Informationen für weitere Entscheidung	Grundlagenerhebung und Entscheidungsgrundlagen
<b>Resilienz gegen Extremwetter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Quartier soll künftigen Klimaereignissen möglichst resilient gegenüber sein.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Wetterextreme werden auf dem Standort auftreten – insbesondere für angedachte Nutzung?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risiko- und Vulnerabilitätsanalyse</li> <li><b>Mikroklimasimulation und -analyse</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachhaltiges Regenwassermanagement (z.B. Retentions- und Versickerungsflächen, Zisternen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit welchen Regenmengen (Abfluss) ist zu rechnen?</li> <li>Welche Möglichkeiten der Nutzung, Versickerung, Rückhalt gibt es?</li> <li>welche Gebäude- und Freiflächen stehen für das Regenwasser-management zur Verfügung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Strategisches Grün- und Freiraumkonzept für künftiges Quartier</b></li> <li>Kontaminierungsplan</li> <li>Geotechnisches und Hydrogeologisches Gutachten</li> <li><b>Ressourceninventar Regenwasser</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzwassermanagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie viel Nutzwasser für weitere Verwendung (Bewässerung, WC-Spülung) fällt in welchen Gebäuden an?</li> <li>Für welche Nutzungen und in welchen Bereichen kann (aufbereitetes) Nutzwasser verwendet werden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ressourceninventar Nutzwasser</b></li> </ul>

Tabelle 24: Beispielhafte Zielkriterien des Themenfelds „Energieeffizienz und Erneuerbare Energie“

Kategorie	Beispielhafte Anforderung	Relevante Informationen für weitere Entscheidung	Grundlagenerhebung und Entscheidungsgrundlagen
<b>Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energie-Ressourcen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduktion des Energieverbrauchs (z. B. -50 % gegenüber Bestand)</li> <li>Konkreter Energiestandard (z.B. Niedrigstenergie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderungen hinsichtlich Denkmalschutz, rechtliche Rahmenbedingungen, Förderung</li> <li>Technische Möglichkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sanierungskonzept inkl. potenzieller Sanierungsmöglichkeiten und Kostenschätzung (Lebenszykluskostenanalyse)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz erneuerbarer Energien (z. B. PV-Anlagen, Solarthermie, Umweltwärme, Abwärme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarfsabschätzung auf Basis von Raum- und Funktionsprogramm</li> <li>Abschätzung Energiebereitstellungsflächen auf Basis des architektonischen Konzeptes und strategischen Freiraumkonzeptes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Machbarkeitsstudie für Energieversorgungsvarianten (inkl. Lebenszykluskostenanalyse)</b></li> </ul>

### 5.2.3 Entscheidungsgrundlagen

Der Schwerpunkt des Projekts lag auf der Untersuchung der machbaren Kreislaufführung der vorhandenen lokalen Ressourcen Materialien, Wasser und Energie. Entsprechend wurden Entscheidungsvorlagen erarbeitet, die aufzeigen, wie diese Ressourcen aus dem bestehenden Quartier im zukünftigen Quartier bestmöglich genutzt werden können.

Um die im Projekt gewonnenen Erfahrungen auch für künftige Entwicklungen nutzbar zu machen, wurden Qualitätskriterien und Ausschreibungstexte für die entsprechenden Untersuchungen und Ingenieurdienstleistungen formuliert. Sie sollen sicherstellen, dass die Leistungen in hoher Qualität erbracht werden und ein ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis bieten. Da diese Untersuchungen sowohl zusätzlichen Personalaufwand als auch Budgetmittel erfordern, ist es wesentlich, dass sie den beteiligten Projektentwickler:innen einen klaren Mehrwert liefern, der ihren Ressourceneinsatz rechtfertigt.

Für folgende Dienstleistungen bzw. Entscheidungsgrundlagen, welche u.a. im Projekt ResourceRevival durchgeführt wurden, wurden Qualitätsvorgaben bzw. Ausschreibungstexte entwickelt (siehe Anhang A)

- Schad- und Störstofferkundung
- Erstellung von Bauteilkatalog und Rückbaukonzept gem. Rückbauverordnung bzw. Pre-Deconstruction-Audit
- Erstellung eines Ressourceninventar der vorhandenen Bauteile und Baustoffe, Regen- und aufbereitetem Nutzwasser
- Durchführung Mikroklimasimulation inkl. Analyse
- Erstellung eines strategischen Freiraumkonzeptes als Basis für das Ressourceninventars
- Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur karbonfreien Energieversorgung des gesamten Quartiers sowie einzelner Liegenschaften.

### 5.2.4 Konkretisierte Zieldefinition

Die im vorherigen Schritt definierten groben Ziele sind nun mit den vorliegenden Informationen aus den Entscheidungsgrundlagen zu konkretisieren und in messbare, eindeutige und überprüfbare Zielkriterien zu überführen. Dabei sollten sowohl Ziele für den Umgang mit den Bestandsgebäuden als auch Vorgaben für die Neugestaltung des Quartiers formuliert werden. So können etwa spezifische Anforderungen an die Wiederverwendung von Materialien oder die Energieeffizienz festgelegt werden. Auch Vorgaben für die Gestaltung

der neuen Gebäude und das gesamte Quartier können auf Grundlage dieser Informationen detailliert ausgearbeitet werden. Als Basis für eine solche Kriteriendefinition können auch bestehende Zertifizierungssysteme wie klimaaktiv, ÖGNI, ÖGNB, LEED oder BREEAM herangezogen werden. Es ist aber wichtig zu bedenken, dass nicht jedes Label den Themenschwerpunkt Kreislaufwirtschaft bereits so umfassend ausgearbeitet hat, dass alle angestrebten Ziele auch dort als Kriterium ausreichend verankert sind. Es ist zu prüfen, ob die Anforderungen mit der angestrebten Qualität auch dort zu finden sind und diese ggf. dahingehend anzupassen oder ein projekt-spezifisches Kriterium zu entwickeln.

Diese definierten Kriterien sollen dann Grundlage für die weitere Planung sein. Im Idealfall liegen diese bereits bei der Suche nach dem Planungsteam (bspw. bei Wettbewerbsausschreibungen) vor. Es ist von zentraler Bedeutung, dass die konkretisierten Ziele eindeutig und verständlich formuliert werden, sodass alle Beteiligten – von den Projektentwickler:innen, den Investor:innen über die Planenden bis hin zu den späteren Nutzenden und weiteren Stakeholdern – dieselbe Vorstellung von den Anforderungen haben und diese auf einer gemeinsamen Grundlage weiterverfolgen können.

### 5.3 Mögliche Betreibermodelle von Anergienetzen

Anergienetze können auf verschiedene Weise betrieben werden – abhängig von Eigentumsverhältnissen, Finanzierungsstruktur und der Frage, wer für Errichtung, Betrieb und Energieverkauf verantwortlich ist. Die wichtigsten Betriebsmodelle sind:

- **Hauseigentümermodell:** Ein oder mehrere Eigentümer:innen errichten und betreiben das Anergienetz gemeinschaftlich.
- **Genossenschaftsmodell** (Wärmeenergiegemeinschaft bzw. Wärmebetriebsgemeinschaft): Gebäudeeigentümer:innen oder Nutzer:innen schließen sich in einer gemeinschaftlich betriebenen Organisation zusammen.
- **Energiedienstleistungsmodell** (Contracting-Modell): Ein externer Energiedienstleister übernimmt Errichtung und Betrieb des Netzes und verrechnet Wärme an die Nutzer:innen.
- **Stadtwerkmodell:** Ein kommunales Unternehmen übernimmt Planung, Bau und Betrieb des Netzes als Teil der öffentlichen Energieinfrastruktur.
- **Public-Private-Partnership (PPP-Modell):** Ein privater Investor errichtet die Infrastruktur, während die öffentliche Hand (z. B. Gemeinde oder Stadtwerk) als Betreiber und/oder Eigentümer auftritt.

Für das Werk Möllersdorf wären besonders das Hauseigentümermodell und das Genossenschaftsmodell innovative und neue Herangehensweisen, die eine interessante Umsetzungsoption wären. Da die Frage nach geeigneten Betreibermodellen von Anergienetzen auch für weitere Bauträger:innen relevant ist, sollen diese beiden im Folgenden weiter erläutert werden. Alle anderen Liefermodelle sind mehr oder weniger State of the Art und werden hier nicht im Detail aufgezeigt.

### **Hauseigentümermodell**

In diesem Modell errichtet und betreibt einer der beiden Grundstückseigentümer:innen das Anergienetz, der/die andere Eigentümer:in beteiligt sich durch Anschluss und Nutzung. Wenn Bauvorhaben in mehreren Etappen realisiert werden, liegt es nahe, dass der Bauträger der ersten Bauphase auch die Errichtung des Anergienetzes übernimmt. Um den Betrieb langfristig abzusichern – insbesondere im Hinblick auf spätere Verkäufe von Wohnungen oder Baufeldern – sind vertragliche und rechtliche Regelungen notwendig. Auf Seiten des Anergienetzerrichters bedeutet dies die Sicherstellung der Betriebspflicht zum Beispiel durch eine Servitutseintragung oder Verpflichtung im Grundbuch. Für weitere Bauträger bzw. zukünftige Wohnungseigentümer:innen bedeutet das die Verpflichtung zur Nutzung des Anergienetzes (z. B. als Teil von Kauf- oder Mietverträgen).

### **Genossenschaftsmodell (Wärmeenergie- oder Wärmebetriebsgemeinschaft)**

In diesem Modell schließen sich die beteiligten Eigentümer:innen zu einer gemeinschaftlichen Wärmebetriebsgemeinschaft zusammen. Diese übernimmt Planung, Errichtung, Finanzierung und Betrieb des Anergienetzes. Investitionskosten werden anteilig getragen; im Gegenzug profitieren die Beteiligten von langfristig stabilen, kostendeckenden Wärmepreisen. Die Vorteile dieses Modells sind die gleichberechtigte Mitbestimmung beider Partner sowie die transparente Kostenverteilung und das gemeinsame Interesse am effizienten Betrieb. Herausfordernd können ein erhöhter organisatorischer und rechtlicher Aufwand sowie die Notwendigkeit klarer Regeln zu Entscheidungsprozessen, Eigentumsanteilen und Haftung sein.

### **Allgemeine Hinweise zur Verrechnung von Kosten**

Die Errichtungskosten können anteilig nach Anschlussleistung pro Baufeld aufgeteilt werden. Zu den gemeinschaftlich genutzten Komponenten zählen:

- Erdsondenfeld
- Primärnetz inkl. Verteilinfrastruktur
- PVT-Kollektoren, die zur Regeneration des Erdreichs beitragen

Wärmepumpen und Sekundärnetze (Gebäudeintern) werden von jedem Eigentümer individuell errichtet und finanziert. Bei errichteten PVT-Anlagen empfiehlt es sich, nur die Mehrkosten gegenüber einer Standard-PV-Anlage als gemeinschaftliche Errichtungskosten zu werten, da nur die Solarthermie (das T in PVT) zur Regeneration des gemeinsam genutzten Erdreichs beiträgt.

Wenn die Bebauung in Etappen erfolgt, kann auch die Anergie-Infrastruktur modular errichtet werden. Dafür ist eine vorausschauende technische Planung notwendig. Rechtlich muss die etappenweise Umsetzung aufgrund der gestaffelten Einbindung neuer Gebäude ebenfalls geregelt sein. Für reine Neubaugebiete existieren hierzu bereits erprobte Lösungen. Die Betriebskosten pro Baufeld können nach dem Heizkostenabrechnungsgesetz verbrauchsabhängig abgerechnet werden. Dies fördert eine verursachergerechte und faire Kostenverteilung.

Sollte in zusätzlich eine Energiegemeinschaft für Strom geplant sein, kann diese prinzipiell auch den Betrieb des Anergienetzes (Wärme) übernehmen – etwa als erweiterte Energiegenossenschaft. In diesem Fall sind rechtliche Klärungen zur Nutzung des öffentlichen Raums (z. B. Servitute) und zur Betreiberverantwortung notwendig.

## **5.4 Weitere Aktivitäten zur Vernetzung und dem Ergebnistransfer**

Die Dissemination des Projekts ResourceRevival erfolgte kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit hinweg und richtete sich an ein breites Fach- und Praxispublikum aus den Bereichen Bauwirtschaft, Stadtentwicklung, Kreislaufwirtschaft, Verwaltung, Forschung sowie interessierte Öffentlichkeit. Ziel war es, sowohl den Projektfortschritt als auch zentrale Erkenntnisse, Methoden und Ergebnisse transparent darzustellen, zur Reproduktion der Konzepte des Projektes ResourceRevival anzuregen und den fachlichen Diskurs zu stärken.

Bereits zu Projektbeginn im September 2024 wurde ResourceRevival über mehrere Kanäle sichtbar gemacht. Die Nachlese zur Standortbesichtigung im Werk Möllersdorf wurde am 3. September 2024 über den GRÜNSTATTGRAU-Newsletter veröffentlicht und bot einen ersten Einblick in Zielsetzung und Praxisbezug des Projekts. Parallel dazu erschienen am 4. und 5. September 2024 Projektbeschreibungen und Kurzfassungen auf der Website von e7 sowie auf der GRÜNSTATTGRAU-Homepage. Ergänzend wurde der Projektauftritt samt Standortbesichtigung über den Renowave-Newsletter kommuniziert.

Im weiteren Verlauf wurde das Projekt regelmäßig im Rahmen von Fachveranstaltungen und Netzwerktreffen präsentiert. Dazu zählte unter anderem der TIKS-Vernetzungsworkshop des BMK im Oktober 2024, bei dem ResourceRevival in einen breiteren Kontext klimaneutraler Stadtentwicklung eingebettet wurde. Im November 2024 folgte eine Projektvorstellung auf der Website von BauKarussell, wodurch insbesondere Zielgruppen aus Rückbau, Re-Use und sozialökologischer Kreislaufwirtschaft adressiert wurden.

Ein wichtiger Bestandteil der Dissemination war die direkte Wissensvermittlung vor Ort. Im Jänner 2025 fand eine Exkursion mit Studierenden der WU Wien und Prof. Giljum zum Werk Möllersdorf statt, begleitet von Projektpartnern aus e7, BauKarussell und Kallinger Projekte. Diese Exkursion wurde anschließend über die BauKarussell-Website dokumentiert und trug zur Einbindung junger Akademiker:innen bei.

Im weiteren Projektverlauf wurde ResourceRevival regelmäßig in fachlichen Abstimmungsprozessen, Arbeitsgruppen und Netzwerkformaten eingebracht. Bereits früh erfolgten Projektvorstellungen und inhaltliche Diskussionen im Rahmen der GREENPLANOUT-Projektabsimmung (Workshop am 18.02.2025) sowie in zwei Projektabsimmungen mit GREENKRAFT (am 08.10.2024 und am 18.02.2025), bei der insbesondere naturbasierte Lösungen (NBS) im Hinblick auf ihre Finanzierbarkeit bewertet wurden. Darüber hinaus wurde das Projekt in der „NBS Task Force 1“, einer internationalen Austauschgruppe am 02.07.2025, vorgestellt und diskutiert, wodurch eine Einbettung der Projektergebnisse in einen internationalen Fachdiskurs erfolgte.

Weitere inhaltliche Abstimmungen fanden unter anderem mit dem Projekt Strasshof sowie mit SCALE, CONCLAR und MADASTER statt. Diese Gespräche, teilweise auch im Kontext der Habitat2030-Gruppen, dienten insbesondere dem Abgleich von Methoden, Datenanforderungen und Skalierungspotenzialen im Bereich zirkuläres Bauen und Materialdaten. Ergänzend wurden projektbezogene Gespräche mit MAG Climate und MAG Soil geführt, um Schnittstellen zu boden- und klimabezogenen Strategien auf kommunaler Ebene auszuloten.

Im Frühjahr 2025 stand das Thema „zirkuläres Bauen im Quartier“ im Fokus der BAUZ!-Reihe. ResourceRevival wurde im Rahmen eines Workshops an der TU Wien vorgestellt und gemeinsam mit Fachpublikum wurden an Thementischen Energie, Materialströme und Blau-Grüne Infrastrukturen diskutiert. Die Inhalte wurden mehrfach nachbereitet, wie z.B. durch eine Nachlese auf der GRÜNSTATTGRAU-Homepage, einen Beitrag auf der BauKarussell-Website sowie durch die Aufnahme in den offiziellen Tagungsband von BAUZ!.

Beim GSG-Netzwerkpartnertag im Mai 2025 in Salzburg wurde ResourceRevival vorgestellt und mit Vertreter:innen aus Planung, Kommunen und Wirtschaft diskutiert. Die Veranstaltung sowie ihre Inhalte wurden im Nachgang über den GRÜNSTATTGRAU-Newsletter kommuniziert. Darüber hinaus wurde das Projekt in eine Vielzahl weiterer thematisch relevanter Fachformate eingebracht darunter die Veranstaltungsreihe Klimagärtner (28.–30.01.2025), der Workshop Kreislaufwirtschaft – Forschungsbedarf (04.03.2025) sowie die SALZ21-SFO-Podiumsdiskussion am 05.03.2025, begleitet von zahlreichen vorbereitenden Fachgesprächen. Auch politische und institutionelle Formate wurden gezielt adressiert, etwa durch einen Vortrag bei den NEOS (01.04.2025), einen Deep Dive bei der ÖGNI (01.04.2025) sowie eine Diskussion im Rahmen von ARCHIKON (08.04.2025).

Auf internationaler Ebene wurde das Projekt im 16. - 18. September 2025 im Rahmen der CiBen-Konferenz in Tampere (Finnland) präsentiert. Damit erreichte ResourceRevival auch ein internationales Fachpublikum im Bereich Circular Economy und Circular Built Environment.

Zudem wurde eine kontinuierliche Social-Media-Dissemination umgesetzt. Zwischen August und September 2025 erschienen mehrere Beiträge auf Instagram, LinkedIn, Facebook sowie im WhatsApp-Kanal von GRÜNSTATTGRAU (siehe Anhang B). Ergänzend dazu wurden LinkedIn-Beiträge durch BauKarussell sowie Reposts durch GRÜNSTATTGRAU veröffentlicht, wodurch die Reichweite innerhalb der Fachcommunity weiter erhöht wurde. Zusätzlich wurden im September 2025 Factsheets über die IG Lebenszyklus veröffentlicht, um die Inhalte auch strukturiert und zielgruppenspezifisch aufzubereiten.

Insgesamt zeigt sich, dass ResourceRevival über eine breit angelegte, zeitlich gestaffelte und medienübergreifende Disseminationsstrategie kommuniziert wurde. Die Kombination aus Online-Formaten, Fachveranstaltungen, Exkursionen, Publikationen und Social Media stellte sicher, dass sowohl kurzfristige Sichtbarkeit als auch langfristige Wissensverankerung erreicht wurden.

## 6 Ausblick und Empfehlungen

Das Sondierungsprojekt ResourceRevival konnte zentrale Fragestellungen zur Wiederverwendung von Materialien aus dem Gebäuderückbau fundiert beantworten. Im Fokus standen dabei insbesondere Ziegelbruch und nicht kontaminierter Bodenaushub sowie deren Einsatz in Substraten naturbasierter Lösungen wie Dach- und Fassadenbegrünungen, Versickerungselementen oder Schotterrasen. Die Untersuchungen umfassten technische, rechtliche, organisatorische, ökologische und ökonomische Aspekte und wurden durch Analysen zur Marktentwicklung, Übertragbarkeit und Skalierbarkeit ergänzt.

Ein wesentliches Ergebnis ist die Bestätigung, dass der Einsatz von aufbereitetem Ziegelbruch als Sekundärrohstoff in Vegetationssubstraten technisch etabliert, normativ zulässig und ökologisch sinnvoll ist. Gleichzeitig zeigte sich, dass der Markt für Ziegelsplitt bereits heute durch regionale Verknappung und steigende Preise geprägt ist. Insbesondere in den östlichen Regionen Österreichs stößt die Versorgung zunehmend an Grenzen, während die Nachfrage durch Bauwerksbegrünung, Schwammstadt-Konzepte und grüne Infrastruktur weiter steigt. Vor diesem Hintergrund gewinnt die systematische Rückgewinnung von Ziegelmaterial aus Rückbau-, Abbruch- und Umbauprojekten deutlich an Bedeutung. Das Projekt verdeutlicht, dass Urban-Mining-Konzepte auch bei Bestandsgebäuden – insbesondere bei industriellen und gewerblichen Strukturen mit hohem Ziegelanteil – ein relevantes Potenzial zur regionalen Rohstoffsicherung bieten. Der Markt für Ziegelsplitt-Rezyklate ist damit kein ökologisches Nischenfeld, sondern entwickelt sich zunehmend zu einem kritischen Versorgungssegment für die Bauwerksbegrünung. Mittelfristig ist davon auszugehen, dass aufbereiteter Ziegelsplitt einen festen Platz im Markt einnehmen wird, sofern Qualitätssicherung, Normkonformität und Lieferfähigkeit gewährleistet sind. Eng damit verknüpft ist das Thema Leerstand und Industriebrachen. Der hohe Bestand an leerstehenden Gebäuden und brachliegenden Arealen stellt nicht nur eine raumplanerische Herausforderung dar, sondern bildet zugleich eine substanzielle Rohstoffreserve im urbanen Raum. Leerstände fungieren als „Materiallager“, deren systematische Erfassung künftig an Bedeutung gewinnen wird. Der im Aufbau befindliche österreichweite Brachflächen- und Leerstandskataster schafft hierfür erstmals eine belastbare Datengrundlage und erhöht die Planungs- und Investitionssicherheit für Projekte, die auf Bestandsrecycling und Re-Use setzen.

Die Übertragbarkeit der im Projekt entwickelten Ansätze ist grundsätzlich hoch. Erfolgsfaktoren wie frühzeitige Projektvorbereitung, systematische Materialerfassung, klare Zieldefinitionen, Einbindung relevanter Akteur:innen sowie die Verknüpfung von Architektur-, Freiraum- und Energiekonzepten sind nicht standortspezifisch, sondern auf viele vergleichbare Kontexte anwendbar.

Neben dem Materialmanagement zeigt ResourceRevival, dass ein kreislauffähiges Quartier nicht allein über Re-Use-Strategien definiert ist, sondern wesentlich von der gemeinsamen Nutzung lokaler Energie- und Ressourcenpotenziale abhängt. Die untersuchten Energiekonzepte belegen die Mehrwerte eines Energienetzes: Durch die quartiersübergreifende Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energien wie Geothermie, Solarenergie und Grauwasser können die absoluten Betriebsemissionen signifikant reduziert werden. Trotz teilweise höherer Herstellungsaufwendungen zeigt sich über den Lebenszyklus hinweg ein klarer ökologischer Vorteil.

Die Ökobilanzuntersuchungen zeigen insgesamt ein differenziertes Bild mit gewissen Trade-offs. Maßgeblicher Treiber der Gesamtemissionen ist der Strombezug aus dem Netz. Eigen erzeugter Strom aus PV- und PVT-Anlagen weist deutlich geringere Betriebsemissionen auf, ist jedoch mit relevanten Herstellungsemissionen verbunden. Rein bilanzieller Ökostrombezug ist dabei jedoch nicht als „easy fix“, sondern nur eingeschränkt als Klimaschutzmaßnahme zu bewerten.

Die Gegenüberstellung von Lebenszykluskosten und Umweltwirkungen zeigt eine strukturelle Asymmetrie: Während über einen Zeitraum von 30 Jahren rund 62–69 % der Kosten bereits zu Beginn als Investitionskosten anfallen, machen die Herstellungsemissionen der Anlagentechnik rund 28 % der Gesamtemissionen (über 50 Jahre) aus. Umgekehrt entfallen im Betrieb nur 7–9 % auf die Kosten der Energienutzung, jedoch 60–70 % der Emissionen (im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren). Beim Wasserbezug zeigt sich ein ähnliches Missverhältnis: Er verursacht zwar nur etwa 2 % der Gesamtemissionen auf 50 Jahre, aber zwischen 9–13 % der Gesamtkosten (Betrachtungszeitraum 30 Jahre).

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Kosten- und Emissionslogiken nicht deckungsgleich sind und Entscheidungen auf Basis von Lebenszykluskosten allein keine hinreichende ökologische Optimierung ermöglichen. Gleichzeitig wurde deutlich, dass sowohl bei der ökobilanziellen Bewertung von Substraten als auch der ökonomischen Bewertung von Grauwassernutzungsanlagen relevante Unsicherheiten bestehen, die maßgeblich auf eine unzureichende Datenlage zurückzuführen sind. Während im Bereich der Substrate insbesondere

fehlende Umweltproduktdeklarationen die Bewertung einschränken, bestehen bei Grauwassernutzungsanlagen Unsicherheiten vor allem hinsichtlich Lebensdauer, Wartungsaufwand und Re-Investitionszyklen. Daraus ergibt sich ein zweifacher Handlungsbedarf: Einerseits sind Hersteller gefordert, transparente und standardisierte Umwelt- und Produktdaten – etwa in Form belastbarer Ökobilanzdaten für Substrate – bereitzustellen. Andererseits sind Gemeinden und Städte zentrale Akteur:innen, um durch geeignete Anreizsysteme, beispielsweise eine Gebührensplittung im Wasserbereich, die verbleibenden wirtschaftlichen Unsicherheiten bei Grauwassernutzungsanlagen abzufedern und deren Einsatz als Bestandteil integrierter Quartierslösungen zu fördern.

Die Stoffstromanalysen zeigen, dass der Einsatz von Ziegelbruch und Bodenaushub in Substraten die Re-Use-Quote vor Ort auf rund 8 Vol.-% steigert, jedoch nur einen begrenzten Einfluss auf die Gesamtstoffströme eines Quartiers hat. Volumen- und massenmäßig dominieren Betonbruch und Kies, die zusammen rund 28 Vol.-% der Gesamtmaterialien des gegenständlichen Rückbaus ausmachen. Daraus ergibt sich die Empfehlung, weitere Anwendungsfelder – etwa als Hinterfüllmaterial oder als Zuschlagstoff in Recyclingbeton – systematisch zu untersuchen und den Einfluss auf die Gesamtstoffströme zu quantifizieren. Gleichzeitig sollte die Selbstmischung von Substraten gezielt dort erfolgen, wo ein hoher Anteil an eigenem, aufbereitetem Material genutzt werden kann.

Die Untersuchungen von ResourceRevival liefern eine erste belastbare Grundlage für die Frage, ob und wie ein „ressourcenneutrales Quartier“ realisierbar ist. Aufbauend darauf sollten zukünftige Forschungsprojekte insbesondere untersuchen, wie neue Baukonstruktionen mit Bauteilen aus dem Bestand umgesetzt werden können und welche Auswirkungen dies auf Bauqualität, Treibhausgasemissionen und Kosten hat. Beispielhaft zeigt die Wiener Ausschreibung „PAGA – Neubau einer Volksschule“ (2025), wie Re-Use-Potenzialkataloge bereits in der Wettbewerbssphase verbindlich integriert werden können. Darüber hinaus ist zu bemerken, dass der Ressourceneinsatz in der Betriebsphase bislang nicht vollständig erfasst und bewertet ist. Eine systematische Analyse und Optimierung betrieblicher Ressourcenströme, etwa im Bereich des Abfallmanagements, stellt daher ein relevantes Forschungsfeld dar, um das Ziel eines ressourcenoptimierten Quartiers ganzheitlich zu bewerten.

**Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:**

- Frühzeitige Voruntersuchungen (Variantenstudien, Ressourceninventare) sollten als Standard in der Quartiersentwicklung etabliert werden
- Schad- und Störstofferkundungen sollten nicht nur als gesetzliche Pflicht, sondern als strategisches Planungsinstrument verstanden werden
- Regionale Stoffstrompotenziale sollten systematisch erfasst und mit lokalen Märkten verknüpft werden
- Kommunale Anreizsysteme (z. B. im Wasser- und Energiebereich) können Investitionsrisiken reduzieren und Innovation fördern
- Die FTI-Politik sollte die Entwicklung von standardisierten Ökobilanzdaten, digitalen Materialkatastern und praxisnahen Demonstrationsprojekten gezielt (weiter) unterstützen

Abschließend zeigt ResourceRevival, dass ein ressourcenoptimiertes – perspektivisch ressourcenneutrales – Quartier maßgeblich davon abhängt, lokal verfügbare Material-, Energie- und Wasserressourcen frühzeitig zu erkennen, systematisch zu bewerten und gemeinschaftlich zu nutzen. Urban Mining sowie gemeinschaftliche Energiesysteme erweisen sich dabei als zentrale strategische Hebel für die Transformation des Bausektors. Das Projekt liefert eine belastbare Grundlage für die Weiterentwicklung von Marktmodellen, Förderinstrumenten und regulatorischen Rahmenbedingungen und unterstreicht die zentrale Bedeutung einer systematischen Projektvorbereitung für nachhaltige Quartiersentwicklungen.

## Anhang

### A. Qualitätskriterien und Ausschreibungstexte

Im Projekt ResourceRevival wurden alle **fettgedruckten** Tätigkeiten aus Tabelle 21Tabelle 24 für das Quartier Werk Möllersdorf durchgeführt, um ausreichend Informationen für weitere Entscheidungen und Schritte zu liefern. Da die Erkenntnisse aus solchen Entscheidungsgrundlagen stark die Entscheidungen (beispielsweise die Wahl des künftigen Energiesystems) beeinflussen, ist es wichtig, dass diese Entscheidungsgrundlagen belastbare Informationen beinhalten.

In den folgenden Kapiteln werden deshalb für Projektentwickler:innen Qualitätskriterien bzw. Ausschreibungstexte formuliert, um solche Entscheidungsgrundlagen bei Planenden und/oder Ingenieurbüros abzufragen und zu beauftragen.

Idealerweise werden alle Qualitätsanforderungen in gleicher **Struktur** aufbereitet wie z.B.

- **Anwendungsfall und Nutzen:** Hinweis für die AG-Seite, unter welchen Bedingungen eine solche Analyse sinnvoll ist und welcher Nutzen daraus für die weiteren Schritte entsteht
- **Zieldefinition bzw. Fragestellung:** Der AG muss wissen, welche Informationen er braucht, um weitere Entscheidungen zu treffen. Welche Informationen sind das? Welche Fragestellung hat er?
- Welche **Grundlagen bzw. Vorarbeiten** sind dafür notwendig?
- **Vorgehensweise:** Welche Inhalte müssen die folgenden Entscheidungsgrundlagen oder Grundlagenanalysen beinhalten?
- **Bericht:** Welche Art von Ergebnis/Bericht erwartet man sich?

## Schad- und Störstofferkundung

### Anwendungsfall und Nutzen

Gesetzliche Grundlage: Die Durchführung einer Schad- und Störstofferkundung ist nach der **Recycling-Baustoffverordnung (RBV)** verpflichtend, wenn Rückbau- oder Abbrucharbeiten geplant sind. Die Verankerung ist EU-weit beispielgebend.

Sie dient sowohl als **Planungsinstrument** (ermöglicht belastbare Rückbaukonzepte, Verwertungsstrategien und Kostenabschätzungen) als auch als **Arbeitssicherheitsinstrument** (verhindert Gefährdungen von Arbeiter:innen und Umwelt durch Schadstoffe wie Asbest, PCB, PAK oder Mineralfasern).

Es gibt lt. ÖNORM B3151:2022 zwei Arten der Erkundung:

- **orientierende Schad- und Störstofferkundung:**  
*Ermittlung von Schad- und Störstoffen durch eine rückbaukundige Person*
- **umfassende Schad- und Störstofferkundung:**  
*Ermittlung von Schad- und Störstoffen gemäß ÖNORM EN ISO 16000-32 unter Zugrundelegung der Schadstoffe gemäß ÖNORM EN ISO 16000-32 und der Störstoffe gemäß dieser ÖNORM jeweils durch eine externe, befugte Fachperson oder Fachanstalt*

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand hängt von **Größe, Baujahr, Bauweise, Betriebszeiten und Zugänglichkeit** des Objekts ab. Spannbreite:

- Kleinere Gebäude: 1-2 Tage Vor-Ort-Erhebung, wenige Proben erforderlich, Analysezeit von bis zu ca. 4 Wochen.
- Komplexe Bestandsobjekte oder Großbauten: 4-8 Wochen Aufwand durch umfangreiche Probenahmen und Laborketten.

Die Kosten variieren je nach Umfang stark. Eine funktionelle Ausschreibung dieser Leistung ist eine Basis für eine aussagekräftiges Ergebnis. Planerisch ist es sinnvoll, **immer ausreichend Vorlauf** einzuplanen, um Laborergebnisse und fertige Berichte rechtzeitig vor Ausschreibung oder Vergabe der Rückbauleistungen vorliegen zu haben.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

- **Bestandspläne:** Statik-, Ausführungs- und Haustechnik- und Einbautenpläne erleichtern die zielgerichtete Untersuchung.

- **Gebäudealter:** ermöglicht die Eingrenzung typischer Schadstoffgruppen (z.B. Asbest in Fassadenplatten, PCB in Fugenmassen, PAK in Teerpappen). Bestimmte Schadstoffe können so mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen und der Leistungsumfang der Erkundung reduziert werden.
- **Zugang:** Vollständiger Zugang zu allen relevanten Gebäudeteilen ist notwendig (Dachräume, Kellerräume, Installationsschächte, Bodenaufbauten).
- **Zeitfaktor:** Für Laborprüfungen sind ca. 4 Wochen einzuplanen; je nach Analysen kann die Bearbeitungszeit variieren.
- **Abstimmung mit Bauherrschaft und Planungsteam:** Klare Definition, welche Gebäudeteile untersucht werden, welche Fragen beantwortet werden müssen und in welcher Detailtiefe.

### Aufgabenstellung

Entsprechend dem Ziel der RBV, der Förderung der Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz, sind in der Schad- und Störstofferkundung Art und Verortung dieser Materialien zu erkunden. Das Vorgehen und Inhalte definieren die RBV und die begleitende ÖNORM B 3151:2022.

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

- **Begehung und visuelle Erhebung:** Erste Identifizierung von potenziellen Schad- und Störstoffen anhand von Material, Baujahr und Einbausituation.
- **Probenahme:** Entnahme von Materialproben aus verdächtigen Bauteilen (z.B. Putze, Estriche, Kleber, Dämmstoffe, Fugenmassen).
- **Laboranalyse:** Prüfung auf Schadstoffgehalte (z. B. Asbest, Schwermetalle, PAK, PCB).
- **Bewertung und Dokumentation:** Erstellung eines Berichts mit Lageplänen, Fotodokumentation und eindeutigen Handlungsempfehlungen.
- **Integration von Re-Use-Aspekten:** Parallel zur Schadstofferkundung sollen auch Bauteile mit Wiederverwendungspotenzial erfasst werden. Dies ist bereits in der RBV vorgesehen und kann durch Subauftragnehmer:innen unterstützt werden.
- **Qualifikation der Anbieter:** Vor Beauftragung Referenzen und Fachkunde nach RBV prüfen; Anbieter:innen sollen Erfahrungen mit vergleichbaren Projekten nachweisen.

Eine umfassende Untersuchung reduziert Unsicherheiten, bietet eine solide Grundlage für die Planung und schützt vor nachträglichen Kosten. Ab 750 t Abfall und über 3.500 m<sup>3</sup> BRI ist diese verpflichtend.

### Inhalt abzugebender Bericht

Gem. RBV sind dies entweder die "orientierende Schad- und Störstofferkundung", oder "die umfassende Schad- und Störstofferkundung".

## Rückbaukonzept und Pre-Deconstruction-Audit

### Anwendungsfall und Nutzen

Das **Rückbaukonzept** ist nach **Recycling-Baustoffverordnung (RBV)** verpflichtend und bildet die Grundlage für den geordneten Rückbau sowie die Steuerung von Massenströmen. Es beschreibt, *was, wie* und *wohin* Materialien beim Abbruch oder bei der Sanierung geführt werden. Im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist das Rückbaukonzept eine Planungsgrundlage für die Potentiale und Möglichkeiten von Sekundärmaterialien.

In Österreich wird das Rückbaukonzept in ÖNORM B 3151:2022 wie folgt definiert: strukturierte, schriftliche Dokumentation der geplanten Maßnahmen zum Rückbau.

Demnach hat es zu beinhalten:

- **Objektbeschreibung** als Basis f. Rückbau (wird der Ausschreibung beigelegt) lt. Formblatt Anhang A (vormals ÖNORM B 2251)
  - beschreibt Art, Umfang und Organisation des Rückbaus
  - regelt Aufgaben, Maßnahmen und Verantwortungsbereiche der Beteiligten und der Organisation in allen Phasen des Rückbaus
  - beinhaltet Massenabschätzung der Hauptbestandteile
  - enthält konkrete Maßnahmen zur Trennung der Hauptbestandteile
- Überprüfung Wiederverwendung von Bauteilen (Re-Use)

In der Praxis bestehen Begriffsüberschneidungen: Auf EU-Ebene, in deutschen Leitfäden und internationalen Anleitungen verschwimmen die Bezeichnungen *Rückbaukonzept*, *Pre-Deconstruction Audit*, *Schadstofferkundung* und *Re-Use-Erhebung* (vergleiche Ergebnisbericht E2.2 Supply-Demand Auswertung für Varianten, Kap 2.1f). Obwohl sie inhaltlich eng verwandt sind, unterscheiden sich Fokus und Zielsetzung:

- **Rückbaukonzept:** Erfassung, Bewertung und Dokumentation aller Material- und Massenströme mit Entsorgungs- und Verwertungswegen.
- **Pre-Demolition (Deconstruction) Audit** (EU, Standards): vorbereitende Maßnahme vor dem Abbruch, um Informationen über die Qualitäten und Mengen von zu erwartenden Abfällen aus dem Rückbau zu erhalten. Dieser Begriff wird dzt. auch von der DIN SPEC 91484 verwendet, welche sich inhaltlich jedoch auf die Wiederverwendung fokussiert.
- **Schad- und Störstofferkundung:** Grundlage für sichere Durchführung (Gefahrenabwehr).
- **Re-Use-Erhebung:** Identifikation wiederverwendbarer Bauteile.

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand richtet sich nach **Projektgröße, Gebäudetyp, Erfassungsumfang** und **Datenlage**. Grobe Bandbreite:

- Mittlere Gebäude (z. B. mehrgeschoßiger Wohnbau): ca. 1–2 Wochen (inkl. Abstimmungen, Mengenmodell, Massenberechnungen).
- Großprojekte (z. B. Büro-, Gewerbe-, Schulbauten): 3–4 Wochen, ggf. mit Teamarbeit (Erhebungen, Planmodellierung, Stoffstromanalysen).

Aufwand kann reduziert werden, wenn:

- bereits eine umfassende **Schad- und Störstofferkundung** vorliegt.
- **Bestandspläne und Bauakten** vollständig vorhanden sind.
- digitale Gebäudemodelle (BIM) verfügbar sind.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

- **Bestandsunterlagen:** Grundrisse, Schnitte, Details, Baualter, Materialbeschreibungen.
- Ergebnisse der Schad- und Störstofferkundung: zur Abgrenzung von kontaminierten Massen.
- **Baustofflisten / Bauteilkataloge**, sofern vorhanden (z. B. aus früheren Projekten oder Materialpässen).
- **Zugang zum Gebäude:** Begehung zur Verifizierung von Materialien und Mengen.
- **Geotechnische Informationen:** bei Bedarf, wenn Untergrund- oder Bodenmaterial mitbetroffen ist (z. B. bei Aushub, Fundamentrückbau).
- **Zieldefinition:** Soll das Rückbaukonzept nur gesetzlichen Vorgaben genügen oder auch **Re-Use-Strategien und ökologische Optimierungen** abbilden?

### Aufgabenstellung

Das Rückbaukonzept beschreibt gem. RBV strukturiert die geplanten Maßnahmen zum Rückbau.

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

#### **Datenerhebung**

- Sichtung der Planunterlagen, Bauakten und Schadstoffberichte.
- Begehung zur Materialverifizierung.
- Aufnahme der Materialschichten je Bauteil (Dach, Wand, Boden, Ausbau).

#### **Mengenermittlung**

- Ermittlung der **Massenströme** je Materialgruppe gemäß RBV (z. B. Beton, Ziegel, Holz, Metalle).
- Zuordnung zu **Entsorgungs- oder Verwertungswegen** (Deponie, Recycling, Re-Use).

### **Bewertung und Klassifizierung**

- Kennzeichnung nach Verwertungsfähigkeit, Gefährdungspotenzial, Wiederverwendbarkeit.
- Dokumentation der Stoffströme in Tabellenform (Material, Menge, Entsorgungsweg, Klassifizierung).

### **Integration von Re-Use-Potenzialen**

- Ergänzung durch Bauteile mit Wiederverwendungspotenzial.
- Bei Bedarf Zusammenarbeit mit spezialisierten Re-Use-Erheber:innen.

### **Dokumentation**

- Erstellung eines **Rückbaukonzepts gemäß RBV** mit folgenden Bestandteilen:
  - Projektbeschreibung und Zieldefinition
  - Übersicht der Bauteile und Materialien
  - Schad- und Störstoffübersicht
  - Massenströme und Entsorgungswege
  - Maßnahmenempfehlungen (Sortierung, Trennung, Wiederverwendung)
- Integration in die Planungs- und Ausschreibungsunterlagen.

### **Inhalt abzugebender Bericht**

Zur Berichtsstruktur finden sich Vorgaben in der RBV und der ÖNORM B 3151:2022.

## Bauteilkatalog

### Anwendungsfall und Nutzen

Ein Bauteilkatalog ist ein Instrument zur Präsentation und Beschreibung von wiederverwendbaren Bauteilen und Bauprodukten. Der Begriff selbst ist derzeit nicht normativ geregelt. Dementsprechend werden die Inhalte von Bereitstellern individuell und nicht abgestimmt erarbeitet. Im Kern geht es um eine umfassende Produktbeschreibung (analog zu jener von Neuprodukten).

Der Bauteilkatalog ist das Planungsinstrument für Auftraggebende und Planende um zu entscheiden, ob Re-Use-Bauteile in eine Planung integriert werden. Er kann auch als Beilage in einem Wettbewerb mitgegeben werden (Bauteil bauherrnseitig bereitgestellt) und/oder als Vermittlungsinstrument für Bauvorhaben von Dritten eingesetzt werden (Re-Use in anderen Bauvorhaben).

Folgende Attribute unterstützen die Vermittlung: Zustand, Produktinformationen des ursprünglichen Herstellers, Baujahr, Marke, Material, Gewicht, Farbe, Maße, Menge, Verfügbarkeitszeitraum, minimale Abnahmemenge, notwendige Sicherheitsprüfungen. Die Attributliste verändert sich je nach Quell- und Zielprojekt.

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand richtet sich nach der Anzahl der zu dokumentierenden Bauteile und damit nach **Projektgröße, Gebäudetyp, Erfassungsumfang** und **Datenlage**. Die Kosten für diese Dienstleistung können mittels Ausschreibung von bspw. einer fix nachgefragten Grundmenge und optionalen Kosten für weitere X Produkte zu ermitteln.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

- **Bestandsunterlagen:** Grundrisse, Schnitte, Details, Baualter, Materialbeschreibungen.
- Ergebnisse der Schad- und Störstofferkundung: zur Abgrenzung von kontaminierten Massen.
- **Zugang zum Gebäude:** Begehung zur Verifizierung von Materialien und Mengen.
- **Zieldefinition:** An welche Zielgruppe(n) richtet sich der Bauteilkatalog? Diese Entscheidung ist mit dem Bauherrn zu treffen.

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

Unabhängig ob analog oder digital, die Präsentation der potenziellen Re-Use-Bauteile ist ein arbeitsintensiver Schritt und umfasst Recherchetätigkeiten im Projekt, in der Literatur und im Internet. Unter Umständen sind exemplarische Rückbauten notwendig, um die Eignung

festzustellen. Dabei sind auch Wiedereinsatz einschränkungen aus anderen Verwaltungsrechten zu untersuchen (z.B. Inverkehrsetzung von Elektrogeräten).

### **Aufgabenstellung**

Der Bauteilkatalog soll alle im Bestand identifizierten Bauteile mit Wiederverwendungspotenzial systematisch erfassen, bewerten und in einer für Planung und Ausschreibung nutzbaren Form dokumentieren. Ziel ist es, eine transparente Entscheidungsgrundlage für den Wiedereinsatz von Bauteilen im eigenen oder in anderen Projekten zu schaffen. Dabei sind Art, Menge, Zustand, Verfügbarkeit und gegebenenfalls notwendige Prüfungen der Bauteile darzustellen sowie Einschränkungen hinsichtlich Wiederverwendung, Lagerung oder Transport zu berücksichtigen.

### **Inhalt abzugebender Bericht**

Ein Bauteilkatalog beschreibt die Produkteigenschaften von potentiell wiederverwendbaren Bauteilen, die in einem Rückbauobjekt identifiziert wurden. Die Inhalte orientieren sich inhaltlich an Produktbeschreibungen für Neuprodukte umfassen jedoch auch Informationen zu dzt. Zustand, Einbausituation, Zeitfenster, Mengen.

## Ressourceninventar Materialien

### Anwendungsfall und Nutzen

Das Ressourceninventar ist ein zentrales Instrument zur bilanzierenden Erfassung und Bewertung von Ressourcenströmen im Planungsprozess. Es dient als Brücke zwischen Bestandserhebung, Rückbauplanung und Neubauplanung.

Dieses ist in **ÖNORM S 2093: Erfassung und Beurteilung des Umweltzustandes von vorge-nutzten Flächen bei der Liegenschaftsbewertung** verankert.

Ziel ist die **Gegenüberstellung von Ressourcenangebot und -bedarf**:

- Welche Materialien und Stoffe stehen **am Standort** oder aus dem Bestand zur Verfügung?
- Welche Ressourcen werden für die geplante Bebauung neu benötigt?

Dadurch entsteht eine **stoffliche Bilanz**, die Aussagen über Ressourceneffizienz, Materialkreisläufe und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale ermöglicht.

**Nutzen für Planer:innen:**

- Planungshilfe für **zirkuläre Materialstrategien** und ressourcenschonende Bauweisen.
- Grundlage für die Ermittlung von Massenbilanzen im Sinne der RBV, des Bundes-Abfallwirtschaftsplans und der Deponieverordnung.
- Entscheidungsgrundlage für Materialsubstitution, Re-Use, Recycling oder Downcycling.
- Frühzeitige Identifikation von **lokalen Ressourcenkreisläufen** (z.B. Aushubmassen, Betonrecycling).

Der im Rahmen des Rückbaus oder der Baugrunderkundung anfallende Bodenaushub ist als Ressource für die Freiraumgestaltung zu bewerten. Geeignete Materialien (z.B. bindige Böden, Ziegelsplitt, Bauschutt) sind – nach Untersuchung gemäß Bodenaushubverordnung – möglichst ortsnah wiederzuverwenden. Einsatzmöglichkeiten umfassen Geländemodellierungen, Substrataufbauten oder technische Schichten in wasserführenden Strukturen. Ziel ist, Stoffkreisläufe zwischen Gebäude und Freiraum herzustellen und Deponiemengen zu minimieren.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft dient das Ressourceninventar als Werkzeug, das Deponiekosten reduziert, Transportwege minimiert, Materialeinsatz optimiert und die **ökologische Gesamtbilanz** des Projekts verbessert.

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand hängt stark von der Projektgröße, der Komplexität der Bauaufgabe sowie vom Vorhandensein von Bestandsdaten ab.

Synergien entstehen, wenn bereits Rückbaukonzept, Schadstofferkundung und Bauteilkatalog vorliegen – diese liefern Vorinformationen zur Materialmenge und -qualität.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

**Bestandsdaten:** Pläne, Materialbeschreibungen, Schadstofferkundung, Rückbaukonzept.

**Bodenerkundung:** Erfassung der Bodenarten, Belastungsklassen, Einbaueignung und Wiederverwertbarkeit gemäß **ÖNORM S 2126: *Grundlegende Charakterisierung von Aushubmaterial vor Beginn der Aushub- oder Abräumtätigkeit.***

Abbildung A.1: Einordnung von Bodenaushub in Deponieklassen gem. ÖNORM S 2126

**Probenahmen und Laboranalysen**, sofern Boden oder Bestandmaterialien wiederverwendet oder ortsnah verwertet werden sollen.

**Mengen- und Flächenangaben** aus Bauplanung und Entwurf (für den Ressourcenbedarf der Neubaukomponenten).

#### **Rechtliche Grundlagen:**

- Recycling-Baustoffverordnung (RBV) – Vorgaben zur Massenstromerfassung und Nachweisführung.
- Bundes-Abfallwirtschaftsplan – Kriterien für Verwertung und Entsorgung.
- Deponieverordnung – Anforderungen an Aushubmaterial, Klassifizierung und Wiederverwendung.

### **Definition der Bilanzgrenzen:**

- Betrachtungsrahmen (z. B. nur Baukörper oder gesamter Standort).
- Berücksichtigung von Energie- und Wasserressourcen (integraler Ansatz).

### **Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung**

#### **Materialien aus dem Bestand / am Standort**

- Erfassung der vorhandenen **Material- und Stoffmengen** gemäß Rückbaukonzept.
- Bewertung nach Wiederverwendungspotenzial, Aufbereitungseignung, Recyclingfähigkeit, thermischer Verwertung und Deponierungspflicht.

#### **Ressourcenbedarf für die künftige Bebauung**

- Gegenüberstellung der benötigten Materialien für den Neubau mit den im Bestand vorhandenen.
- Ziel: Substitution von Primärmaterialien durch Sekundärressourcen.

#### **Materialgruppen (nach RBV und Bundes-Abfallwirtschaftsplan)**

- Gleichwertige Verwendung als Baumaterial (direktes Re-Use oder Bauteilwiederverwendung).
- Verwendung nach Aufbereitung (z. B. RC-Beton, recycelte Ziegelgranulate).
- Recycling (stoffliche Verwertung, z. B. Metall, Glas).
- Substrate (z. B. Bodenaushub, Komposte, Zuschlagstoffe).
- Thermische Verwertung (z. B. Holzreste, Kunststoffe).
- Deponierung (nur nicht verwertbare Fraktionen, dokumentiert gemäß RBV).

#### **Bodenressourcen**

- Bilanzierung der **Aushubmassen**: Wiederverwendung am Standort, Aufbereitung, externe Verwertung oder Entsorgung.
- **Beurteilungsnachweis** erstellen lassen (z. B. Z-Klassen, Einbaueignung).

#### **Integration in Planung und Bewertung**

- Ergebnisse dienen als Grundlage für:
  - **Zirkularitätsbewertungen** (z. B. ZiFa, CE-Indikatoren).
  - Ökobilanzierung (LCA).
  - Entscheidungen zur Materialwahl und Bauweise.

### **Aufgabenstellung**

Das Ressourceninventar soll eine umfassende Bilanz der im Bestand vorhandenen und für die zukünftige Bebauung benötigten Materialien erstellen. Ziel ist es, die vorhandenen Res-

sourcenmengen, -qualitäten und Verwertungsmöglichkeiten zu erfassen, diesen den zukünftigen Materialbedarf gegenüberzustellen und daraus Substitutionspotenziale abzuleiten. Auf Basis dieser Bilanz sind Empfehlungen zur ortsnahen Wiederverwendung, Aufbereitung oder stofflichen Verwertung zu formulieren.

### **Inhalt abzugebender Bericht**

Der Bericht zum Ressourceninventar fasst die erhobenen Daten zu Material- und Bodenressourcen zusammen und stellt sie in einer nachvollziehbaren, bilanziellen Gegenüberstellung von Bestand und geplanter Neubebauung dar. Er enthält eine Übersicht der erfassten Materialmengen und -qualitäten, deren potenzielle Wiederverwendung oder Verwertung sowie den substituierbaren Bedarf an Primärmaterialien für das geplante Quartier. Ergänzend sind die Ergebnisse der Bodenbewertung, die Zuordnung zu Materialgruppen gemäß RBV sowie Empfehlungen zur ortsnahen Wiederverwendung oder Aufbereitung darzustellen. Tabellen und Diagramme verdeutlichen Stoffströme, Substitutionspotenziale und CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Der Bericht schließt mit einer Bewertung der Ressourcen-effizienz und einer Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen für die weitere Planung.

## Mikroklimasimulation und -analyse

### Anwendungsfall und Nutzen

Um die klimatischen Bedingungen in einem Projektgebiet besser beurteilen zu können, ist es sinnvoll, zunächst eine Mikroklimasimulation mit anschließender Analyse durchzuführen. Für die Bewertung der mikroklimatischen Wirkung sind die wesentlichen Kenngrößen Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, Luftfeuchtigkeit und Strahlungsbilanz heranzuziehen. Ziel ist die Optimierung der thermischen Behaglichkeit in den geplanten Aufenthalts- und Bewegungsräumen des Quartiers. Es ist eine Simulation durchzuführen, die Temperaturspitzen, Strahlungseffekte und Windströmungen unter Berücksichtigung der geplanten Begrünungs- und Wasserflächen analysiert. Auf Grundlage dieser Analyse sollen Anpassungsmaßnahmen (Verschattung, Baumstandorte, Windlenkung, Materialwahl) festgelegt werden. Als Richtwert gilt: mindestens 40 % der Aufenthaltsflächen sollen an Hitzetagen wirksam verschattet sein; eine Temperaturreduktion von  $\geq 2$  K gegenüber vollversiegelten Referenzflächen ist anzustreben (vgl. STEP 2035 Stadt Wien, Fachkonzept Grün- und Freiraum).

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand einer solchen Simulation und Analyse hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab:

- Räumlicher Umfang:
- Handelt es sich um einzelne Gebäude oder ein Quartier? Es muss die angrenzende Umgebung immer miteinbezogen werden. Durch ein größeres Bearbeitungsgebiet steigert sich die reine Simulationsdauer (wenige Tage bis 2 Wochen oder länger)
- Inhaltlicher Umfang:
- Welche Auflösung ist gewünscht? Die Auflösung ist für die Simulationsdauer maßgeblich. (wenige Tage bis 2 Wochen oder länger)
- Organisatorischer Umfang:
- Welche Unterlagen sind vorhanden und welche Untersuchungen/Unterlagen (z.B. Materialien Gebäude, Wetterdaten) werden benötigt? Welche Parameter sollen ausgewertet werden? Dies bedarf einer Abstimmung mit dem Auftraggeber.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

Für eine Mikroklimasimulation und -analyse sind folgende Informationen notwendig:

- Vorhandene Pläne und digitale Modelle der Architektur (wenn vorhanden)
- Aktuelle Klimadaten des Gebietes und Angaben zum Windfeld

- räumliche Abgrenzung (Gebäudegrenze, Grundstücksgrenze, Baufeld- und Quartiersgrenzen)
- Zukünftige Nutzung und erstes Raum- und Funktionsprogramm inkl. grober Flächeneinteilung (Anteil begehbarer Fläche, befahrbare Fläche, Grünfläche)
- Vision, Ziele für das Gebäude/Quartier

### **Aufgabenstellung**

Für die Durchführung der Mikroklimasimulation wird in zwei Szenarien unterschieden. Der Status quo bezieht sich auf Bestandspläne. Das Planungsszenario baut auf Masterplanebene auf. Wichtig ist bei beiden Szenarien, dass der Planstand komplett ist. Sobald dieser digitalisiert ist und in ein Modell übernommen wird, lassen sich nachträgliche Änderungen nur noch mit erheblichem Aufwand einpflegen. Jede nachträgliche Änderung führt zu einer Verzögerung im Arbeitsablauf. Daher ist es wichtig, dass alle relevanten Planungsgrundlagen (Gebäudehöhen, Bodenbeläge, Vegetationsflächen) vorab abgestimmt wurden.

### **Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung**

Folgende Herangehensweise ist bei einer Mikroklimasimulation und -analyse notwendig:

#### **Vorbereitung der Simulation:**

- Grundlagenerhebung (Vor-Ort-Begehung, Sichtung der Pläne, Energieausweise, etc.)
- Auswahl geeigneter Simulationssoftware (z.B. ENVI-met, RayMan, etc.)
- Digitalisierung des Projektgebietes inklusive der unmittelbaren Umgebung. Für Projekte in Niederösterreich und Wien dienen hierzu bereits Gelände- und Gebäudemodelle sowie Mehrzweckkarten von amtlicher Seite.
- Zuweisung der Oberflächenstrukturen der Gebäude und Oberflächen
- Erhebung Klimadaten (Tages Temperaturverlauf, Windrichtung, durchschnittliche Windgeschwindigkeit, etc.)
- Berücksichtigung unterschiedlicher Varianten (Worst-Case, Planungsvariante, Bebauungsstudie)

#### **Auswertung der Simulation (Mikroklimaanalyse)**

- Definition von Parametern, welche ausgewertet werden (Hitze, Windintensität, PET-Physiological Equivalent Temperature etc.)
- Vergleich von tageszeitlichen Unterschieden
- Aufbereitung und Interpretation der Analysekarten
- Identifikation kritischer Bereiche (Überhitzungspunkte, Windfelder, etc.)
- Maßnahmenempfehlungen (Begrünung, Verschattung, Wasserflächen, Durchlüftungskorridore, Versickerung, Entsiegelung)

### Inhalt abzugebender Bericht

Die Mikroklimasimulation bzw. Mikroklimaanalyse ist als aufbereitete Präsentationsmappe (PDF oder PPT) abzugeben. Sie kann darüber hinaus auch als Diskussionsgrundlage bzw. Erläuterung für andere Konzepte ergänzend eingesetzt werden. Die Grafiken werden als WMF-Datei ausgegeben.

Eine **Präsentationsmappe** enthält:

- Quellenverzeichnis falls notwendig
- Legende und Klasseneinteilung der dargestellten Parameter
- Höchst- und Tiefsttemperatur; Höchstgeschwindigkeit und geringste Windgeschwindigkeit etc.
- Darstellung der analysierten Varianten, z. B. Worst-Case vs. Planung-variante
- Gegenüberstellung der Ergebnisse zu unterschiedlichen Tageszeiten
- Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse sowie des Tageszeitenvergleichs
- Nordpfeil

Der Bericht der Mikroklimaanalyse ist u.a. auch für die klimaaktiv Bewertung bedeutend. Der klimaaktiv Kriterienkatalog sieht vor, dass für eine gesamthafte Analyse der Gebäudewirkungen auf das Mikroklima (Temperatur, Durchlüftung, Windverhältnisse) 10 Punkte vergeben werden können. Berücksichtigt die Mikroklimaanalyse auch für den Standort, aufgrund des Klimawandels, zukünftig erwartbare Klimaszenarien, können weitere 10 Punkte vergeben werden. Nachweise für die klimaaktiv-Punktevergabe sind: Berechnung, Elementdokumentation, planliche Darstellung, Analyse des Mikroklimas durch Berechnung und Modellierung sowie Fotodokumentation.

## Strategisches Freiraumkonzept für künftiges Quartier

### Anwendungsfall und Nutzen

Das Freiraumkonzept ist so zu gestalten, dass es ökologische, klimatische und soziale Funktionen gleichermaßen erfüllt. Freiräume sind multifunktional zu planen – sie dienen als Aufenthaltsräume, Klimapuffer, Wasserretentionsflächen und ökologische Trittsteine.

Wesentliche Qualitätskriterien sind:

- Klimafunktion: Begrünung, Verschattung und Verdunstung zur Reduktion von Hitzeinseln
- Biodiversitätsfunktion: Verwendung standortgerechter, artenreicher Vegetationsstrukturen mit hoher Habitatqualität
- Soziale Funktion: Aufenthaltsqualität, Barrierefreiheit, soziale Interaktion
- Wirtschaftsfunktion: Minimierter Pflegeaufwand, Integration von Regenwassernutzung

Dabei sind durchlässige Beläge, Baumrigole und Retentionsmulden als verbindende Elemente von Freiraum und Gebäudestruktur vorzusehen.

Für eine erste visuelle Vorstellung der künftigen Planung ist ein strategisches Freiraumkonzept auf städtebaulicher bzw. Masterplanebene sinnvoll. Es dient dem Auftraggeber die geplante Gestaltung besser nachzuvollziehen und frühzeitig eigene Wünsche und Anregungen einzubringen, wie auch als Grundlage zur Abklärung der grundsätzlichen Machbarkeit mit Stadtverwaltung und Behörden.

Ebenso wird es als Grundlage für die ersten Berechnungen, beispielsweise zur Berechnung des Grün- und Freiflächenfaktor, des Bewässerungsbedarfs oder des zu versickernden Regenwassers herangezogen (vgl. Kapitel 4.7 und 4.8 Ressourceninventar Regen- und Nutzwasser). Auch für die Machbarkeitsstudie und zur Entwicklung verschiedener Varianten eignet sich ein Freiraumkonzept.

Wichtig ist, dass es sich hierbei nicht um eine fertige Planung handelt, sondern um ein vorläufiges Konzept bzw. Variantenstudie, welches als Entscheidungshilfe für die weitere Bearbeitung dient.

### Aufwandsabschätzung

#### **Räumlicher Umfang:**

- Handelt es sich um ein einzelnes Gebäude oder ein Quartier?

### **Inhaltlicher Umfang:**

- Wie viele Maßnahmen sollen betrachtet und gegenübergestellt werden? (Variantenstudie)
- Welche Vorgaben/Richtlinien und rechtliche Rahmenbedingungen müssen beachtet werden (z. B. klimaaktiv Gold, Architektur, ÖNORM, etc.)?

### **Organisatorischer Umfang:**

- Vorhandene Unterlagen und notwendige Untersuchungen
- Abstimmungsaufwand mit AG und weiteren relevanten Stakeholdern (z.B. Datenbeschaffung, Partizipationsarbeit)
- Wie viele Feedbackschleifen sind geplant?
- Budget und Terminvorgabe z.B. Meilensteinplanung

### **Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?**

Für ein strategisches Freiraumkonzept sind folgende Informationen notwendig:

- Vorhandene Pläne und digitale Modelle der Architektur (wenn vorhanden), räumliche Abgrenzung (Gebäudegrenze, Grundstücksgrenze, Baufeld- und Quartiersgrenzen)
- Recherche über bisherige Nutzung/Anlagengeschichte
- Zukünftige Nutzung und erstes Raum- und Funktionsprogramm inkl. grober Flächeneinteilung (Anteil begehbarer Fläche, befahrbare Fläche, Grünfläche, etc.)
- Recherche über Richtlinien und rechtliche Rahmenbedingungen in dem Projektgebiet
- Vision, Ziele für das Gebäude/Quartier

### **Aufgabenstellung**

Die Vorstellungen des Auftraggebers müssen entsprechend zum Planungsprozess für das Freiraumkonzept definiert sein, um einen Mehraufwand zu vermeiden.

### **Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung**

Das strategische Freiraumkonzept muss folgende Inhalte enthalten:

- Abstimmung der Planungsziele (Welche Funktionen soll der Freiraum erfüllen? Z. B. Erholung, Spiel, Biodiversität)
- Grundlagenerhebung (Vor-Ort-Begehung, Sichtung der Pläne, etc.)
- Festlegung der Rahmenbedingungen, bspw.
- Betrachtungsgebiet
- rechtliche Rahmenbedingungen
- Konzeptentwicklung und Entwurfsplanung
- Gegebenenfalls Ausarbeitung mehrerer Varianten mit folgender Gegenüberstellung

### Inhalt abzugebender Bericht

Das Freiraumkonzept ist als Plan (PDF), abhängig von der Größe meist in einem Maßstab 1:500, samt einem technischen Bericht abzugeben.

Es kann darüber hinaus auch als Diskussionsgrundlage bzw. Erläuterung für andere Konzepten ergänzend eingesetzt werden. Die Grafiken werden als WMF-Datei ausgegeben.

Ein Plan eines Freiraumkonzeptes enthält:

- Quellenverzeichnis, falls notwendig
- Plankopf mit Daten –von AG/AN, Maßstab, Bearbeiter:in
- Legende
- Plangrafik
- Nordpfeil
- Gegebenenfalls Beschreibung des Konzeptes

## Ressourceninventar Regenwasser

### Anwendungsfall und Nutzen

Das Regenwassermanagement ist integraler Bestandteil der Freiraum- und Gebäudeplanung. Ziel ist eine maximale Vor-Ort-Rückhaltung, Nutzung und Versickerung von Niederschlagswasser zur Entlastung der Kanalisation und zur Verbesserung des Mikroklimas. Versickerungsfähige Beläge, begrünte Dächer, Mulden-Rigolen-Systeme und Zisternen sind als kombinierte Maßnahmen vorzusehen. Die Dimensionierung erfolgt nach lokalen Niederschlagsdaten (30-jähriges Regenereignis) und muss sowohl den örtlichen Gegebenheiten als auch den kommunalen Richtlinien entsprechen. Regenwasser ist vorrangig für die Bewässerung der Vegetationsflächen, zur Verdunstungskühlung und für sekundäre Nutzungen (z.B. WC-Spülung) einzusetzen. Eine minimale Abflussrate von < 10 % der Jahresniederschlagsmenge aus der Fläche wird empfohlen.

Das Ausmaß von Versickerungs- und Rückhaltesystemen bildet nicht nur eine entscheidende Voraussetzung für die technische Planung, sondern auch für die Genehmigungsplanung.

Im Hinblick auf die zunehmenden Starkregenereignisse kommt dem Regenwassermanagement eine zentrale Bedeutung zu. Sorgfältige Berechnungen helfen lokale Überflutungen und pluvialen Hochwässern vorzubeugen, die Infrastruktur zu entlasten und die Funktionsfähigkeit der entwässerungstechnischen Anlagen z.B. Versickerungsflächen mit speicherfähigen Substraten langfristig sicherzustellen.

Eng mit dem Regenwasserkonzept verbunden sind die Vegetationsstrukturen. Durch sie werden die Freiflächen nicht nur attraktiviert, sondern vor allem die Verdunstungsleistung und Kühlwirkung maximiert. Die Auswahl der Vegetation richtet sich nach Standortbedingungen und Klimaresilienz. Bevorzugt werden heimische, trockenheits- und hitzetolerante Arten mit hoher ökologischer Funktionalität. Ziel ist eine strukturreiche, blüh- und fruchttragende Vegetation, die Insekten, Vögeln und Kleintieren Lebensraum bietet.

Für bepflanzte Flächen gilt:

- Artenzahl pro Pflanzengruppe  $\geq 10$
- Anteil heimischer Arten  $\geq 70 \%$
- Blühdauer mindestens 6 Monate

Dies ist auch für das Strategische Freiraumkonzept von Bedeutung.

### **Aufwandsabschätzung**

Für die Ermittlung von Einzugsflächen ist das Vorhandensein einer Vorplanung (Städtebauliches Konzept, Masterplanung) erforderlich. Darauf aufbauend werden den einzelnen Teilflächen Abflussbeiwerte zugeordnet, um anfallenden Abfluss ermitteln zu können. Der Aufwand einer solchen Berechnung hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab und bedarf einer Abschätzung für den konkreten Einzelfall:

#### **Räumlicher Umfang:**

- Handelt es sich um ein einzelnes Gebäude oder ein Quartier?
- Sollen nur Teilbereiche untersucht werden?

#### **Inhaltlicher Umfang:**

- Wie viele Maßnahmen/Varianten sollen betrachtet und gegenübergestellt werden?
- Welche Vorgaben/Richtlinien und rechtliche Rahmenbedingungen müssen beachtet werden (z. B. klimaaktiv Gold, Architektur, ÖNORM, etc.)?

#### **Organisatorischer Umfang:**

- Vorhandenen Unterlagen und notwendige Untersuchungen
- Abstimmungsaufwand mit AG und weiteren relevanten Stakeholdern (z.B. Datenbeschaffung, Partizipationsarbeit)

### **Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?**

Für eine Berechnung des zu entwässernden, anfallenden Regenwassers sind folgende Informationen notwendig:

- Vorhandene Pläne und digitale Modelle der Architektur (wenn vorhanden), räumliche Abgrenzung (Gebäudegrenze, Grundstücksgrenze, Baufeld- und Quartiersgrenzen)
- Recherche über Richtlinien und rechtliche Rahmenbedingungen in dem Projektgebiet
- Recherche ÖNORMEN sowie ÖWAV-Regelblätter
- Flächenermittlung der Teilflächen des Freiraumkonzeptes
- eHYD-Regendaten (letztgültige Bemessungsniederschläge der nächst-liegenden Gitterpunkte)

### **Aufgabenstellung**

Die räumlichen Gegebenheiten und Vorstellungen des Auftraggebers müssen konkret zum aktuellen Planungsstand für die Berechnung des Regenwassers und des tatsächlichen Bedarfs an Entwässerungsmaßnahmen definiert sein, um einen Mehraufwand zu vermeiden.

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

Die Berechnung des zu entwässernden, anfallenden Regenwassers muss folgende Inhalte enthalten:

- Grundlagenerhebung (Vor-Ort-Begehung, Sichtung Pläne, etc.)
- Festlegung der Rahmenbedingungen, bspw.
- Betrachtungsgebiet
- ökonomische Rahmenbedingungen
- Zuordnung der Abflussbeiwerte auf die Teilflächen des Freiraumkonzeptes
- Für verschiedene Gestaltungskonzepte sind unterschiedliche Berechnungen durchzuführen
- Gegebenenfalls Gegenüberstellung der Varianten und vergleichende Bewertung der Ergebnisse unter folgenden Gesichtspunkten:
- Technische Machbarkeit (Umsetzbarkeit)
- Ökonomisch Machbarkeit (Mögliche Kosten für die Errichtung)
- Ökologisch (Auswirkungen der Lösungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen, Ressourcenverbrauch, Erhaltung bzw. Zerstörung Biodiversität/ Lebensräumen, Einbringung bzw. Reduktion von Schadstoffen entsprechend der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser QZV)
- Organisatorisch (z.B. Auswirkungen der Lösungen auf den laufenden Betrieb, bei einem schrittweise stattfindenden Baufortschritt)

### Inhalt abzugebender Bericht

Die Berechnung des anfallenden Retentions- und Sickervolumens für das Regenwasser ist in Form einer Mappe (PDF) abzugeben. Darin sind die Einzugsflächen mit den jeweiligen Abflussbeiwerten genau ersichtlich samt Retentions- und Sickerflächen (m<sup>2</sup>). Diese Mappe dient vor allem als Diskussionsgrundlage für die Entwässerungsmaßnahmen und wird somit für Behördenvorabklärungen bis hin zum weiterführenden Bepflanzungskonzept herangezogen.

Die Mappe enthält folgende Inhalte:

- Gegebenenfalls Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse
- Analyse und Vergleich der verschiedenen Varianten
- Verweis auf relevante ÖNORMEN und ÖWAV-Regelblätter im Bereich Versickerung und Entwässerung
- Darstellung der Zuweisung der Abflussbeiwerte zu den jeweiligen Flächen-typen
- Einzugsflächen (Teileinzugsflächen und Gesamteinzugsfläche) samt Flächenbilanz

## Ressourceninventar Nutzwasser

### Anwendungsfall und Nutzen

Ziel ist die Reduktion von Trinkwasserbezug und Abwasseraufkommen durch Substitution mit aufbereitetem Grauwasser (v.a. aus Duschen und Handwaschbecken) für Nutzungen wie Toilettenspülung, Bewässerung und Reinigung. Die bilanzielle Gegenüberstellung von monatlicher Verfügbarkeit (Grauwasser) und monatlichem Bedarf (Nutzwasser) liefert die Grundlage, um Sinnhaftigkeit und Dimensionierung von Grauwassernutzungsanlagen und Speichern zu beurteilen. Besonders wichtig ist die Saisonalität: konstante Grauwasseranfallmengen stehen stark schwankenden Bewässerungsbedarfen gegenüber.

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand ist moderat, sofern zentrale Eingangsdaten vorliegen (Nutzerzahlen, Flächen, Armaturendaten, Freiraumkonzept). Er steigt mit:

- Räumlichem Umfang: Einzelgebäude vs. Quartier.
- Inhaltlicher Tiefe: Variantenanzahl (z.B. nur WC vs. WC + Bewässerung), Speicher-/Netzkonzepte, Sensitivitäten.
- Organisatorik: Abstimmungen mit AG, Freiraumplanung, Haustechnik, Datenbeschaffung.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

Folgende Informationen werden für Ermittlung der Verfügbarkeit und des Bedarfs an Nutzwasser benötigt:

- Nutzer-/Bewohner:innenzahlen je Gebäude bzw. Nutzungseinheit.
- Nutzungsverhalten (Dusch-/Handwasch-/Reinigungsfrequenzen) bzw. normative Annahmen (z. B. 60–80 l/P/d für Grauwasser als Richtwert).
- Sanitärarmaturen-Durchflüsse (Ist-/Sollwerte).
- Freiraumkonzept mit Bewässerungsbedarf je Monat (für Außenanlagen und Gebäudebegrünung).
- Systemgrenzen (Gebäude/Quartier) und zeitlicher Betrachtungsrahmen.
- Schnittstellen zu Regenwasserkonzept (Kopplung/Hybrid-Speicher), Haustechnik (Doppelleitung), Betrieb/Unterhalt.

### Aufgabenstellung

Bilanzielle Monats-Gegenüberstellung von Verfügbarkeit (Grauwasser) und Bedarf (Nutzwasser) für WC-Spülung (priorisiert), Bewässerung und Reinigung. Es soll eine Empfehlung erarbeitet werden, ob, wo und in welchem Umfang eine Grauwassernutzung zweckmäßig ist – inkl. Speicherbedarf, Betriebsstrategie und Priorisierung der Nutzungen.

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

- **Ermittlung Verfügbarkeit Grauwasser** (monatlich je Gebäude): Ableitung aus Nutzer:innen-Anzahl und Nutzungsverhalten bzw. normativen Ansätzen.
- **Ermittlung Bedarf Nutzwasser (monatlich):**
- **WC-Spülung** (präferierte Verwendung) je Gebäude
- **Bewässerung** (Freiraum/Bauwerksbegrünung) auf Monatsbasis
- **Reinigung** (optional)
- Bilanzierung & Priorisierung: Deckungsgrade je Monat, Überschüsse/Defizite, Nutzungsvorrang: WC → Bewässerung → Reinigung.
- Speichervordimensionierung: Speichergröße zur Überbrückung sommerlicher Defizite und Puffern winterlicher Überschüsse; optional Hybrid-Speicher (Grauwasser + Regenwasser).
- Variantenbildung: Empfohlen ist der Vergleich von 2-4 Varianten, z.B. a) Nur WC, b) WC + Teilbewässerung, c) WC + Bewässerung mit Hybrid-Speicher, d) Referenz ohne Grauwasser.
- Bewertungskriterien:
  - **Technik:** Machbarkeit, Leitungsführung, Hygieneanforderungen, Betrieb/Monitoring.
  - **Ökonomie:** Invest-, Betrieb- und Lebenszykluskosten (vgl. 4.11)
  - **Ökologie:** Trinkwassereinsparung, Abwasserreduktion, indirekte CO<sub>2</sub>-Effekte (Fördervolumina, Pumpstrom).
  - **Organisation/Soziales:** ggf. Eingriff in Bestandsnutzung, Wartungsaufwand, Nutzerakzeptanz.
- **Empfehlung:** Eindeutige Umsetzungs- oder Nicht-Umsetzungsempfehlung je Gebäude/Teilquartier.

### Inhalt abzugebender Bericht

- **Dokumentation** von Grundlagen, Annahmen und Systemgrenzen.
- **Schematische Darstellung** des Grauwassersystems (Erfassung, Aufbereitung, Speicher, Verteilnetz, Priorisierung).
- **Monatliche Verfügbarkeit vs. Bedarf** als Tabellen und Diagramme; Deckungsgrade, Überschuss/Defizit je Monat.
- **Vordimensionierung Speicher** (Volumen, Betriebsstrategie), Hybrid-Option mit Regenwasser.
- **Vergleich der Varianten** (Technik/Ökonomie/Ökologie/Organisation) und **Empfehlung**

## Sanierungskonzept für Bestandsgebäude

### Anwendungsfall und Nutzen

Für Bestandsgebäude, die im Bestand gehalten werden und saniert bzw. modernisiert werden sollen, ist es ratsam vorab eine Machbarkeitsstudie zu machen, welche Sanierungsmöglichkeiten umsetzbar und wirtschaftlich sind. Ein solches Sanierungskonzept ist noch keine fertige Planung, aber zeigt auf, welche Maßnahmen technisch und rechtlich möglich, sowie ökologisch, ökonomisch, sozial, funktional sinnvoll sind. Mit einer solchen Machbarkeitsstudie können auf Basis konkreter Informationen und Daten weitere Schritte entschieden werden.

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand einer solchen Studie hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab:

#### **Räumlicher Umfang:**

- Handelt es sich um ein einzelnes Gebäude oder ein Quartier?
- Sollen nur Teilbereich untersucht werden?

#### **Inhaltlicher Umfang:**

- Wie viele Maßnahmen/Varianten sollen betrachtet und gegenübergestellt werden?
- Welche Vorgaben/Richtlinien und rechtliche Rahmenbedingungen müssen beachtet werden (z.B. klimaaktiv Gold, Architektur, ÖNORM, etc.)?

#### **Organisatorischer Umfang:**

- Vorhandenen Unterlagen und notwendige Untersuchungen
- Abstimmungsaufwand mit AG und weiteren relevanten Stakeholdern (z.B. Datenbeschaffung, Partizipationsarbeit)

### Welche Grundlagen und Vorarbeiten sind dafür notwendig?

Für ein solches Sanierungskonzept sind folgende Informationen notwendig:

- Vorhandene Pläne, Systemabgrenzung räumlich (Gebäudegrenze, Grundstücksgrenze, Quartier) und zeitlich (welcher Zeitraum soll betrachtet werden)
- Zukünftige Nutzung und grobes Raum- und Funktionsprogramm inkl. grober Flächenabschätzung
- Vision, Ziele für das Gebäude/Quartier inwieweit es ein ambitioniertes Leuchtturmprojekt werden soll, ob mit oder ohne Förderungen geplant werden soll, etc.

## Aufgabenstellung

Das Sanierungskonzept soll aufzeigen, welche Sanierungsmaßnahmen für die bestehenden Gebäude technisch umsetzbar, wirtschaftlich tragfähig und ökologisch sowie sozial sinnvoll sind. Dabei sind sowohl energetische als auch funktionale, rechtliche und organisatorische Aspekte zu berücksichtigen.

## Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

Die Machbarkeitsstudie muss folgende Inhalte enthalten:

- **Grundlagenerhebung** (Vor-Ort-Begehung, Sichtung Pläne, Energieausweise, etc.)
- Festlegung der **Rahmenbedingungen**, bspw.
  - Betrachtungszeitrahmen
  - Betrachtungsgebiet
  - Ggf. Klimadatensätze
  - Ggf. ökonomische Rahmenbedingungen
- **Maßnahmendefinition** und sinnvolle Bündelung von Maßnahmen zur Energiebedarfsreduktion, Energieversorgung, Energieabgabe<sup>1</sup>
- Abhängig von der Zieldefinition können auch Maßnahmen für die Themen Grundrissanpassungen, Aufstockung, Anbringung von Balkonen, Barrierefreiheit, Klimawandelanpassung, E-Mobilität, Energiegemeinschaften, etc. angefragt werden<sup>2</sup>.
- Überblick, welche Maßnahmen/Lösungsvarianten miteinander verglichen werden
- **Gegenüberstellung der Varianten**
  - Technische Machbarkeit (Umsetzbarkeit)
  - Grobe Dimensionierung der Energieerzeuger - ggf. in Kombination mit Gebäude- und Anlagensimulation für eine bedarfsorientierte Dimensionierung (sinnvoll ab 50kW Anschlussleistung, insbesondere bei Wärmepumpen)
  - Ökonomisch (Auswirkungen der Lösungen auf die Lebenszykluskosten<sup>3</sup>)
  - Ökologisch (Auswirkungen der Lösungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energie- und Ressourcenverbrauch, Erhalt von Biodiversität bzw. Zerstörung von Lebensräumen, Einbringung bzw. Reduktion von Schadstoffen, OI3-Index)
  - Organisatorisch (z.B. Auswirkungen der Lösungen auf den laufenden Betrieb, bei einem schrittweise stattfindenden Baufortschritt)

---

<sup>1</sup> Siehe beispielhaft Maßnahmenkatalog je Ausgangslage der IG Lebenszyklus Bau: [https://ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2023/11/Massnahmenkatalog\\_final.pdf](https://ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2023/11/Massnahmenkatalog_final.pdf)

<sup>2</sup> Die genaue Zielsetzung definiert, welches Fachwissen für die Ausarbeitung einer solchen Machbarkeitsstudie erforderlich ist (z.B. Energie- und Gebäudetechnik, Architektur, Bauphysik, Freiraumplanung)

<sup>3</sup> Weitere Qualitätskriterien vorhanden (siehe Kapitel Lebenszykluskostenanalyse)

- Rechtlich (z.B. Schutzzonen)
- Sozial (z.B. Auswirkungen der Lösungen auf den Komfort, Lärm, Staub, Vibrationen, Leistbarkeit für die Nutzenden, Anrainertemen)
- Funktional (z.B. Handhabung, Wartungsintensität)
- **Empfehlung** von Varianten (max. 2-4)

### **Inhalt abzugebender Bericht**

Die Machbarkeitsstudie bzw. Variantenstudie ist als strukturierter Bericht abzugeben (PPT oder WORD als PDF), welcher alle Annahmen, Rahmenbedingungen, Ergebnisse und Empfehlungen enthält:

- Darstellung der Fragestellung
- Verwendete Unterlagen (z.B. geltende Vorschriften, Pläne, Raum- und Funktionsprogramm, Nutzungsanforderungen, Anforderungen bzw. Nachhaltigkeitsziele, Standortfaktoren, (alter) Energieausweis)
- Tabellarische Darstellung der getroffenen Annahmen und Rahmenbedingungen
- Beschreibung der Varianten
- Strukturierte Aufbereitung der Gegenüberstellung der Varianten hinsichtlich technischer, ökonomischer, ökologischer, organisatorischer, rechtlicher, sozialer und funktionaler Auswirkungen
- Empfehlungen

Eine grobe Vorlage für einen Bericht für eine Machbarkeitsstudie für energietechnische Sanierungen kann auf der Website der Qualitätsplattform Sanierungspartner heruntergeladen werden. Sie kann bei Bedarf mit weiteren relevanten Themen (z.B. Machbarkeit Kühlung, Lüftung) erweitert werden.

## Machbarkeitsstudie für Energieversorgungsvarianten

### Anwendungsfall und Nutzen

Eine Machbarkeitsstudie ist insbesondere bei größeren und komplexeren Projekten – etwa bei Quartiersentwicklungen – sinnvoll, wenn die Energieversorgung noch nicht eindeutig festgelegt ist und ein möglichst hoher Anteil erneuerbarer Energieträger angestrebt wird. Ebenso empfiehlt sich ihre Durchführung bereits vor Beginn der eigentlichen Planung, beispielsweise vor Planungswettbewerben, um den teilnehmenden Planungsteams eine fundierte Grundlage für realistische und umsetzbare Konzeptentwicklungen zu bieten.

### Aufwandsabschätzung

Der Aufwand einer solchen Studie hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab:

#### **Räumlicher Umfang:**

- Handelt es sich um ein einzelnes Gebäude oder ein Quartier?

#### **Inhaltlicher Umfang:**

- Tiefe der Studie (qualitativ oder quantitativ, oberflächlich (z.B. potenzielle Möglichkeiten) oder bereits mit belastbaren Untersuchungen z.B. Boden-, Statik-Gutachten, Simulationen))
- Sollen nur auf technische und ökonomische Machbarkeit geachtet werden, oder auch auf ökologische (z.B. Emissionen, Ressourcenverbrauch, LCA), organisatorische (z.B. phasenweise Umsetzung), soziale (z.B. Leistbarkeit, Vibrationen, Lärm, Staub), rechtlich (z.B. Wasserrecht)

#### **Organisatorischer Aufwand:**

- Vorhandene bzw. zugängliche Unterlagen und notwendige Untersuchungen (z.B. Bodenuntersuchung)
- Abstimmungsaufwand mit AG und weiteren relevanten Stakeholdern (z.B. Datenbeschaffung, Partizipationsarbeit)

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

Für eine solche Machbarkeitsstudie sind folgende Informationen notwendig:

- Vorhandene Pläne, räumliche Systemabgrenzung (Gebäudegrenze, Grundstücksgrenze, Quartier), zeitliche Systemabgrenzung (Welcher Zeitraum soll betrachtet werden?)

- Zukünftige Nutzung und grobes Raum- und Funktionsprogramm inkl. grober Flächenabschätzung und Erläuterung der wahrscheinlichen künftigen Eigentumsstrukturen
- Vision, Ziele für das Gebäude/Quartier inwieweit es ein ambitioniertes Leuchtturmprojekt werden soll, ob mit oder ohne Förderungen geplant werden soll, etc.

### Aufgabenstellung

Die Fragestellung, welche die Machbarkeitsstudie beantworten soll, sollte möglichst konkret definiert sein, sodass diese auch die richtigen Antworten liefert. Beispielhaft könnten einzelne Aspekte der Studie beinhalten: 100%ig erneuerbar versorgt; Fernwärmezugang soll genutzt werden; die Liegenschaften sollen dezentral versorgt werden, oder wird ein gemeinsames Netz angestrebt. Ebenso kann auch die Gegenüberstellung dieser Aspekte die Fragestellung sein.

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

Die Machbarkeitsstudie muss folgende Inhalte enthalten:

- **Grundlagenerhebung** zu lokal erneuerbaren Energieträgern (z.B. Solarpotenzial, Wasserrecht und Grundwasservorkommen, Bodenbeschaffenheit)
- Festlegung der **Rahmenbedingungen**, z.B.
  - Betrachtungszeitrahmen
  - Betrachtungsgebiet
  - Klimadatensätze
  - ökonomische Rahmenbedingungen
- Vorschlag für anzustrebende Energiekennzahlen (z.B.: HWB, KB) und Effizienzkriterien zur Ermöglichung eines klimaneutralen Quartiers
- **Erhebung von Möglichkeiten** zur Energieversorgung
- Überblick, welche Maßnahmen/Lösungsvarianten miteinander verglichen werden
- **Gegenüberstellung** der Varianten bezüglich:
  - Technische Machbarkeit (Umsetzbarkeit) - ggf. in Kombination mit Gebäude-, Anlagen-, Energiequellen- und/oder Netzsimulation
  - Ökonomisch (Lebenszykluskosten, Trennbarkeit einzelner Baufelder für die getrennte Verwertbarkeit)
  - Ökologisch (z.B. Emissionen, Energie- und Ressourcenverbrauch, Erhaltung bzw. Zerstörung Biodiversität/Lebensräumen)
  - Organisatorisch (z.B. Funktionalität bei einem schrittweise stattfindenden Baufortschritt)

- Rechtlich (z.B. Schutzzonen, Wasserrecht, Nutzung öffentlichen Grund für Erdsonden)
- Sozial (z.B. Komfort, Lärm, Staub, Vibrationen, Leistbarkeit für die Nutzenden, Anrainertemen)
- Funktional (z.B. Handhabung, Wartungsintensität)
- **Empfehlung** Varianten (ca. 2-4)

### **Inhalt abzugebender Bericht**

Die Machbarkeitsstudie bzw. Variantenstudie ist als strukturierter Bericht abzugeben (PPT oder WORD als PDF), welcher alle Annahmen, Rahmenbedingungen, Ergebnisse und Empfehlungen enthält:

- Darstellung der Fragestellung
- Verwendete Unterlagen (z.B. geltende Vorschriften, Pläne, Nutzungsanforderungen, sonstige zugängliche und genutzten Daten)
- Tabellarische Darstellung der getroffenen Annahmen und Rahmenbedingungen
- Beschreibung der Varianten
- Strukturierte Aufbereitung der Gegenüberstellung der Varianten hinsichtlich technischer, ökonomischer, ökologischer, organisatorischer, rechtlicher, sozialer und funktionaler Auswirkungen
- Empfehlungen

## Lebenszykluskostenanalyse

### Anwendungsfall und Nutzen

Eine Lebenszykluskostenanalyse (LZK-Analyse) ist die ökonomische Komponente in einer Machbarkeits- oder Variantenstudie und macht immer dann Sinn, wenn es alternative Varianten gibt, die verglichen werden sollen.

### Aufwandsabschätzung

Eine LZK-Analyse ist Bestandteil einer guten Variantenuntersuchung oder Machbarkeitsstudie. Der Aufwand hängt, wie bei den Varianten- und Machbarkeitsstudien, primär vom Umfang der zu untersuchenden Varianten ab und inwieweit die Kostendaten von der AG bzw. Planungsseite zur Verfügung gestellt werden, oder ob die Dienstleister selbst die Recherche zu den Kostendaten durchführen müssen.

### Welche Grundlagen bzw. Vorarbeiten sind dafür notwendig?

Alle Grundlagen, die für Varianten- bzw. Machbarkeitsstudien relevant sind plus die Vorgabe der Eckdaten (siehe Aufgabenstellung).

### Aufgabenstellung

Die zu vergleichenden Varianten bei einer LZK-Analyse müssen klar definiert sein, ebenso die wichtigsten Vorgaben für die Berechnung.

- Räumliche Systemgrenze (Untersuchungsgebiet)
- Kostenabgrenzung (welche Kosten in der Analyse berücksichtigt)
  - direkte Kosten (siehe ÖNORM B 1801-1 und B 1801-2) und
  - indirekte Kosten (siehe ÖNORM B 1801-4)
- Berechnungsmethode: Barwertmethode nach ÖNORM M 7140.
- Betrachtungszeitraum (mind. 30 Jahre)
- Genauigkeit (abhängig von der Projektphase, in welcher die LZK gemacht wird)
- Zinssätze für Variantenvergleich und Sensitivitätsanalyse

### Vorgangsweise, Inhalte der Untersuchung

Die LZK-Analyse zum Variantenvergleich muss folgende Inhalte enthalten:

- Gemeinsame Definition (wenn nicht bereits definiert) der zu vergleichenden Varianten, welche mit der LZK-Analyse verglichen werden sollen (z.B. jene aus der Machbarkeits- oder Variantenstudie).
- Gemeinsame Definition der Systemgrenzen und Vorgaben (sofern nicht bereits vorgegeben – siehe Zieldefinition)

- Berechnung und Gegenüberstellung der Varianten hinsichtlich deren Investitionskosten, Folgekosten und Lebenszykluskosten im Betrachtungszeitraum
- Sensitivitätsanalyse mittels abweichender Zinssätze (Szenarienbildung)
- Empfehlungen

### **Inhalte abzugebender Bericht**

Die Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse sind als strukturierter Bericht abzugeben (PPT oder WORD als PDF), welcher alle Annahmen, Rahmenbedingungen, Ergebnisse und Empfehlungen enthält:

- Darstellung der Fragestellung
- Verwendete Unterlagen (z.B. Unterlagen bzw. Maßnahmen aus der Machbarkeits- oder Variantenstudie)
- Tabellarische Darstellung der getroffenen Annahmen und Rahmenbedingungen für die LZK (siehe Systemgrenzen bei Zieldefinition)
- Beschreibung der Varianten
- Strukturierte Aufbereitung der Gegenüberstellung der Varianten hinsichtlich Investitionskosten, Folgekosten und Lebenszykluskosten inkl. Sensitivitätsanalyse
- Empfehlungen

## B. Disseminationsliste

Tabelle B.1: Übersicht über Disseminationsaktivitäten des Sondierungsprojekts  
ResourceRevival

wann?	was?	wer?	wo?	Links
03.09.2024	Nachlese der Besichtigung des Werk Möllersdorf	Ines Otter (GSG)	GSG Newsletter	<a href="https://gruenstattgrau.at/news/resource revival/">https://gruenstattgrau.at/news/resource revival/</a>
04.09.2024	Projektbeschreibung /Kurzfassung	Alessa Klie (e7)	e7 Homepage	<a href="https://www.e-sieben.at/de/projekte/24011_ResourceRevival.php">https://www.e-sieben.at/de/projekte/24011_ResourceRevival.php</a>
05.09.2024	Nachlese Projektaufakt und Standortbesichtigung	Ines Otter (GSG)	Renowave Newsletter	<a href="https://www.renowave.at/resource-revival-projektaufakt-und-standortbesichtigung/">https://www.renowave.at/resource-revival-projektaufakt-und-standortbesichtigung/</a>
05.09.2024	Projektbeschreibung /Kurzfassung	Stefanie Pfattner (GSG)	GSG Homepage	<a href="https://gruenstattgrau.at/projekt/resource revival/">https://gruenstattgrau.at/projekt/resource revival/</a>
02.10.2024	TIKS Vernetzungsworkshop	Alessa Klie (e7)	BMK	<a href="https://klimaneutralestadt.at/de/veranstaltungen/2024/20241003-ernetzungsworkshop-tiks.php">https://klimaneutralestadt.at/de/veranstaltungen/2024/20241003-ernetzungsworkshop-tiks.php</a>
08.10.2024	Fachgruppe/ Austausch GREENKraft	Susanne Formanek (GSG)	Meeting	-
06.11.2024	Projektbeschreibung /Kurzfassung		BauKarussell Homepage	<a href="#">ResourceRevival: Ressourcenneutrale Quartiersentwicklung in Möllersdorf - BauKarussell</a>
07.01.2025	Exkursion mit WU Student:innen und prof. Giljum	Alessa Klie (e7), Markus Meissner (Baukarussell), Winfried Kallinger (Kallinger Projekte)	Werk Möllersdorf	<a href="https://www.baukarussell.at/2025/02/10/wu-studis-besuchen-werk-moellersdorf/">https://www.baukarussell.at/2025/02/10/wu-studis-besuchen-werk-moellersdorf/</a>
18.02.2025	Fachgruppe/ Austausch GREENPLANOUT	Susanne Formanek (GSG)	Meeting	-
04.03.2025	Workshop Kreislaufwirtschaft "Forschungsbedarf"	Susanne Formanek (GSG)	Meeting	-
05.03.2025	SALZ21 Podiumsdiskussion	Susanne Formanek (GSG)	Salzburg	-
01.04.2025	Vortrag bei den NEOS	Susanne Formanek (GSG)	St. Pölten	-
01.04.2025	Deep Dive ÖGNI	Susanne Formanek (GSG)	Online	-
08.04.2025	BAUZ! Workshop Session 5	Alle PPs	TUtheSky Raum in der TU am Getreidemarkt	<a href="https://www.bauz.at/dienstag-8-april-2025/">https://www.bauz.at/dienstag-8-april-2025/</a>
08.04.2025	Diskussion bei der ARCHIKON	Stefanie Pfattner (GSG)	ICS Internationales Kongresszentrum Stuttgart	-

<b>22.04.2025</b>	BAUZ! Nachlese	Stefanie Pfattner (GSG)	GSG Homepage	<a href="https://gruenstattgrau.at/news/zirkulaeres-bauen-im-quartier-resourcerevival/">https://gruenstattgrau.at/news/zirkulaeres-bauen-im-quartier-resourcerevival/</a>
<b>30.04.2025</b>	Tagungsband BauZ!	BauZ!	BauZ! Homepage	<a href="https://www.bauz.at/">https://www.bauz.at/</a>
<b>06.05.2025</b>	BAUZ! Nachlese	Jasmin Bermadinger (BauKarussell)	BauKarussell Homepage	<a href="https://www.baukarussell.at/2025/05/05/nachlese-bauz-workshop-zu-resourcerevival-zirkulaerem-bauen-im-quartier/">https://www.baukarussell.at/2025/05/05/nachlese-bauz-workshop-zu-resourcerevival-zirkulaerem-bauen-im-quartier/</a>
<b>25.05.2025</b>	GSG Netzwerkpartnertag	Katharina Möller (grünplan)	Salzburg	-
<b>26.05.2025</b>	Nachlese Netzwerkpartnertag	GRÜNSTATTTGRAU	GSG Newsletter	-
<b>02.07.2025</b>	NBS Task Force 1	Susanne Formanek (GSG)	Meeting bzw. Austauschgruppe	-
<b>15.08.2025</b>	Social Media Beitrag	Stefanie Pfattner (GSG)	GSG Instagram	<a href="https://www.instagram.com/p/DNffhiYmpZ-/?img_index=1">https://www.instagram.com/p/DNffhiYmpZ-/?img_index=1</a>
<b>18.08.2025</b>	Social Media Beitrag	Stefanie Pfattner (GSG)	GSG LinkedIn	<a href="https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7363146988181147651">https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7363146988181147651</a>
<b>18.08.2025</b>	Social Media Beitrag	Stefanie Pfattner (GSG)	GSG Facebook	<a href="https://www.facebook.com/gruenstattgrau/posts/pfbid025FStCuiFzvJqAxvDUQqpcuMK59ATWGwo5TzU5fjMjsVJoVJqGs5Yq8m7Wb1eKtmzI">https://www.facebook.com/gruenstattgrau/posts/pfbid025FStCuiFzvJqAxvDUQqpcuMK59ATWGwo5TzU5fjMjsVJoVJqGs5Yq8m7Wb1eKtmzI</a>
<b>18.08.2025</b>	Newsbeitrag	Stefanie Pfattner (GSG)	GSG WhatsApp Kanal	-
<b>01.09.2025</b>	Factsheets der IGL	Alessa Klie (e7), Susanne Formanek (GSG)	IG-Lebenszyklus	-
<b>16.9.2025 – 18.9.2025</b>	CiBen Konferenz	Markus Meissner (BauKarussell)	Tampere Finnland	-
<b>28.01. - 30.01.2025</b>	Veranstaltungsreihe der Klimagärtner	Susanne Formanek (GSG)	Meeting	-
<b>KW 38</b>	LinkedIn Post	Markus Meissner (BauKarussell)	LinkedIn	<a href="https://www.linkedin.com/posts/markus-meissner-08392019-glad-for-a-slot-to-present-the-project-resourcerevival-activity-7373998878586662912-156N?utm_medium=ios_app&amp;rcm=ACoAAD2mcdEBIUokuZtWee38A8yKoTQkGNtEC6k&amp;utm_source=social_share_send&amp;utm_campaign=whatsapp">https://www.linkedin.com/posts/markus-meissner-08392019-glad-for-a-slot-to-present-the-project-resourcerevival-activity-7373998878586662912-156N?utm_medium=ios_app&amp;rcm=ACoAAD2mcdEBIUokuZtWee38A8yKoTQkGNtEC6k&amp;utm_source=social_share_send&amp;utm_campaign=whatsapp</a>
<b>KW 38</b>	LinkedIn Repost	Stefanie Pfattner (GSG)	LinkedIn	<a href="https://www.linkedin.com/posts/gruenstattgrau-glad-for-a-slot-to-present-the-project-resourcerevival-activity-7374024278012248064-7Rka?utm_source=share&amp;utm_medium=member_ios&amp;rcm=ACoAAD2mcdEBIUokuZtWee38A8yKoTQkGNtEC6k">https://www.linkedin.com/posts/gruenstattgrau-glad-for-a-slot-to-present-the-project-resourcerevival-activity-7374024278012248064-7Rka?utm_source=share&amp;utm_medium=member_ios&amp;rcm=ACoAAD2mcdEBIUokuZtWee38A8yKoTQkGNtEC6k</a>

## C. Data Management Plan (DMP)

Die Wiederverwendung von Bauelementen ist ein viel diskutiertes Thema, doch ein wirklich kreislauffähiges Quartier umfasst deutlich mehr. Im Projekt **ResourceRevival: Quartiersentwicklung vom Industriestandort zur Ressourcenneutralität in Möllersdorf** werden durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Rahmen einer co-kreativen Konzeptentwicklung am Standort Werk Möllersdorf bisher separat betrachtete Aspekte der Kreislaufwirtschaft vereint, Symbiosen zwischen Bedarf und Verfügbarkeit von Materialien, Energie, Regen- und Grauwasser identifiziert und deren Kreislaufführung maximiert.

### Ziel des Datenschutzplanes

Es soll der Schutz der Betroffenen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und des freien Verkehrs solcher Daten gewährleistet werden.

### Wichtigsten ethischen Grundsätze des Projekts

Integrität der Maßnahme: Das Projekt und seine Arbeit werden so konzipiert, überprüft und durchgeführt, dass Integrität und Qualität gewährleistet sind.

Einholung einer informierten Zustimmung: Die betroffenen Personen werden umfassend über das Ziel des Projekts, den Zweck, die Methoden und die beabsichtigten Verwendungsmöglichkeiten der Forschungsarbeiten informiert, sowie darüber, was ihre Teilnahme an den Forschungsarbeiten mit sich bringt und welche Risiken gegebenenfalls damit verbunden sind.

Faire Beschaffung und Verarbeitung von Informationen: Alle Mitglieder des Projektteams werden personenbezogene Daten auf faire Weise und in Übereinstimmung mit den gesetzlichen und sonstigen rechtlichen Verpflichtungen einholen und verarbeiten. Die Vertraulichkeit von Informationen und die Anonymität von Befragten wird gewahrt werden.

Freiwillige Teilnahme an der Forschung: Alle Mitglieder des Projektteams stellen sicher, dass Teilnehmer auf freiwilliger Basis und frei von jeglichem Zwang teilnehmen. Jegliche Schädigung der Forschungsteilnehmer wird vermieden.

Es ist sicherzustellen, dass die Daten angemessen, relevant und nicht übertrieben sind: Die von den Mitgliedern des Projektteams erhobenen und gespeicherten personenbezogenen Daten sind angemessen, relevant und gehen nicht über den Zweck hinaus, für den sie bereitgestellt werden.

Bewahren Sie die Daten sicher auf: Alle Mitglieder des Projektteams ergreifen geeignete Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz vor unbefugtem Zugriff, Veränderung, Weitergabe oder Vernichtung von Daten sowie vor versehentlichem Verlust oder Vernichtung.

Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Daten sorgen: Alle Mitglieder des Projektteams arbeiten nach Verfahren, die ein hohes Maß an Datengenauigkeit, -vollständigkeit und -konsistenz gewährleisten.

Nicht länger als nötig aufbewahren: Die Daten werden für die Dauer des Projekts und eine angemessene Zeit nach Abschluss des Projekts gespeichert, um die Einhaltung der Förderbedingungen zu gewährleisten.

Der betroffenen Person wird auf Anfrage eine Kopie ihrer personenbezogenen Daten zur Verfügung gestellt: Das Projektmanagement stellt sicher, dass die betroffenen Personen ihr Recht auf Auskunft über ihre personenbezogenen Daten wahrnehmen können. Alle Mitglieder des Projektteams werden dieses Vorgehen einhalten.

### **Anwendbares Recht**

e7 als Projektmanagement und das gesamte ResourceRevival-Konsortium verpflichten sich, den Schutz von persönlichen Daten zu gewährleisten, und die europäischen und nationalen Datenschutzgesetze sowie Verfahren in Bezug auf alle Aspekte des Datenschutzes einzuhalten. Die Datenschutz-Grundverordnung (EU) 2016/679 (DSGVO) regelt die Verarbeitung personenbezogener Daten durch die meisten Verantwortlichen, und stellt den freien Datenverkehr in der EU sicher. Sie ist derzeit die Grundlage des allgemeinen Datenschutzrechts in Österreich. Das österreichische Datenschutzgesetz (DSG) über den Schutz personenbezogener Daten definiert Regeln für die Art und Weise, wie personenbezogene Daten und sensible personenbezogene Daten erhoben, abgerufen, verwendet und weitergegeben werden, und ermöglicht es Einzelpersonen, auf ihre personenbezogenen Daten zuzugreifen und das Recht zu haben, ihre Daten ändern zu lassen, wenn sie sich als falsch erweisen.

### **Zweck der Datenerhebung und Beziehung zu Projektzielen**

Der Zweck der Datenerhebung im Rahmen des ResourceRevival-Projekts ist die Transformation eines ehemaligen Industriestandorts in Möllersdorf zu einem ressourcenneutralen Quartier. Gesamtziel ist ein modernes, zukunftsfitte Quartier zu schaffen, das den Begriff der Klimaneutralität weiterdenkt und den Import und Export von Ressourcen auf ein Minimum reduziert. Für das ResourceRevival-Projekt ist Datenerhebung wichtig, da die Verfügbarkeit von bestehenden Ressourcen ermittelt wird. Um Informationen über lokale Gegebenheiten zu sammeln, müssen relevante Daten zu verschiedenen Themen erhoben werden. Dazu gehören unter anderem:

- Flächenversiegelung
- Wasserressourcen
- Bestandsmaterialien
- Alternativer Energiequellen (Grauwasser)

- Baufeldübergreifende Energiekonzepte
- Bebauungskonzept
- Anzahl der Wohneinheiten (Grauwasser)

### Zielgruppen des Projekts

Hauptzielgruppe ist das Projektteam. Darüber hinaus richtet sich das Projekt an:

- Planer\*innen
- Öffentliche & private Bauträger\*innen
- Politische Entscheidungsträger\*innen
- Anrainer\*innen

### Wie und in welchen Arbeitspaketen werden Daten erhoben?

Daten werden in allen fünf Arbeitspaketen erhoben, vorrangig in Form von Listen und Protokollen.

### Welche Art von sensiblen und personenbezogenen Daten wird erhoben?

Es werden keine sensiblen Daten<sup>4</sup> erhoben. Die folgenden personenbezogene Daten<sup>5</sup> werden erhoben:

- Namen
- Organisation/Unternehmen
- Funktionen in der Organisation/Unternehmen
- Kontaktdaten (E-Mail-Adresse)

### Welche Art von Primärdaten wird erhoben?

Primärdaten sind Daten, die bei einer Beobachtung, Messung oder Datenerhebung unmittelbar gewonnen werden und die noch unbearbeitet vorliegen.

### Gebäudedaten:

- Adresse der Gebäude
- Gebäudefläche (m<sup>2</sup>)
- Nutzung
- Materialien und deren Quantifizierung
- Energieverbrauch - Wärme und Strom (MWh pro Jahr)
- Erneuerbare Energie-Produktion (MWh pro Jahr)
- Energieeinsparung (%)

---

<sup>4</sup> [https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/legal-grounds-processing-data/sensitive-data/what-personal-data-considered-sensitive\\_de](https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/legal-grounds-processing-data/sensitive-data/what-personal-data-considered-sensitive_de)

<sup>5</sup> [https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/what-personal-data\\_de](https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/what-personal-data_de)

- Amortisationszeit (Jahre)
- Investitionskosten (€)
- Nachhaltigkeitskriterien
- Energierrelevante Kriterien
- Technische Konzepte

#### Eigentümerdaten:

- Grundbuchsauszug

#### Fachwissen in den Bereichen Finanzierung:

- Strukturen
- Vorgehensweisen
- Konzepte
- Normen
- Verfahren und Prozesse

#### Fachwissen im Bereich Freiraumplanung:

- Bestandsbepflanzung

### **Wie werden Daten verarbeitet?**

Personenbezogene Daten werden erhoben, erfasst und gespeichert, aber nicht automatisiert verarbeitet<sup>6</sup>. Primärdaten (Fachwissen und Gebäudedaten und Eigentümerdaten) werden nur im Einklang mit den ethischen Grundsätzen und mit der Zustimmung aller betroffenen Personen verarbeitet, deren Daten verarbeitet werden. Werden Daten außerhalb des Projekts von Projektmitarbeitern verarbeitet, um sie im Rahmen eines anderen Projekts zu verwenden, so gilt dies als Sekundärnutzung, für die eine entsprechende Zustimmung erforderlich ist, es sei denn, die betreffenden Daten sind vollständig anonymisiert. In solchen Fällen sind erforderliche Einwilligungunterlagen nötig.

### **Wie werden personenbezogene Daten gespeichert?**

Personenbezogene Daten und Informationen werden auf den Servern der jeweiligen Projektpartner und in einem Online-Datenspeicher, MS Teams, gespeichert. Die Daten werden sowohl in automatisierter als auch in manueller Form erfasst, aber hauptsächlich in computergestützter Form gespeichert. Was Workshops, Diskussionen und Interviews betrifft, so speichert nur der Organisator solcher Aktivitäten persönliche Daten und Primärdaten der

---

<sup>6</sup> [https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/what-constitutes-data-processing\\_de](https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/what-constitutes-data-processing_de)

jeweiligen Teilnehmer/Befragten. Keine der Daten wird ohne Erlaubnis gesammelt oder gespeichert. Manuelle Daten werden, falls vorhanden, in einem sicheren Ablagesystem gespeichert, das in einem sicheren Raum aufbewahrt wird. Dieser Raum wird verschlossen, wenn er nicht benutzt wird. Alle Projektpartner sorgen für angemessene Verfahren zur Gewährleistung der Datensicherheit (Wiederherstellung der Daten, Speicherung, Übertragung der Daten).

### **Wer hat Zugang zu personenbezogenen Daten?**

Der Zugriff auf personenbezogene Daten ist auf das ResourceRevival-Projektteam beschränkt. Da personenbezogene Daten auf den Servern des jeweiligen Projektpartners und in MS Teams gespeichert werden, haben nur autorisierte Mitarbeiter Zugriff auf die gespeicherten personenbezogenen Daten.

### **Wie lange werden personenbezogene Daten aufbewahrt?**

Die erhobenen personenbezogenen Daten und alle damit zusammenhängenden Informationen werden für die Dauer des Projekts und für 3 Jahre nach Abschluss des Projekts gespeichert. Da es sich um ein wissenschaftliches Projekt handelt, ist nach Ablauf dieser Frist kein Löschen von Daten notwendig - eine Ausnahme bilden Listen von Teilnehmer\*innen bei Befragungen o. Ä. Diese werden nach der oben genannten Frist von den jeweiligen Autor\*innen gelöscht.

### **Können die Daten gelöscht werden?**

Auf begründeten Antrag der betroffenen Personen können personenbezogene Daten jederzeit gelöscht werden.

### **Welche Maßnahmen werden zum Schutz und zur Sicherung der Daten ergriffen?**

Neben der Einhaltung der wichtigsten ethischen Grundsätze werden die folgenden Maßnahmen ergriffen.

- Einführung eines „ResourceRevival-Datenschutzbeauftragten“: Das Projektteam hat einen „RR-Datenschutzbeauftragten“ für das Projekt ernannt.
- Informationen zum Datenschutz: Alle Partner werden über die Grundlagen des Datenschutzes durch das Verteilen des DMP informiert. Jedes Projektteammitglied stimmt mit der Bestätigung der Kenntnis des Inhaltes des DMP der Einhaltung des DMP zu.
- Einschaltung einer Ethikkommission: Auf Anfrage der FFG wird eine unabhängige Stellungnahme einer Ethikkommission durch das Projektmanagement bzw. den RR-Datenschutzbeauftragten vorgelegt.

- Datenerhebung nach der Projektlaufzeit: Alle Projektpartner stellen sicher, dass geeignete Verfahren vorhanden sind, damit Stakeholder, die Ergebnisse von ResourceRevival nutzen, die notwendigen Datenschutzaspekte einhalten, soweit sie mit den RR-Ergebnissen in Zusammenhang stehen. (z.B.: ©ResourceRevivalMöllersdorf)

### Wissensmanagement

Das Wissensmanagement wird nach den FAIR-Grundsätzen gestaltet. Daten in Form von Fachwissen zu Gebäuden, Freiraumplanung und Finanzierung werden gesammelt und aufbereitet. Sie werden in Form von aufbereiteten Daten auf den Webseiten der Projektpartner veröffentlicht, aber auch als aggregierte Informationen in Projektberichten. Die verfügbaren Daten werden für Gemeinden, Städte, Planer, öffentliche und private Bauherren, politische Entscheidungsträger und Anrainer\*innen, die im Zusammenhang mit Quartiersentwicklungen arbeiten, von Interesse sein. Die Veröffentlichung von Daten wird im Rahmen der monatlichen Projektbesprechungen abgestimmt. Die Zustimmung aller Beteiligten ist vor der Veröffentlichung erforderlich. Die Projektpartner behalten sich das Recht vor, die Freigabe zur Datenveröffentlichung oder Teile davon jederzeit zurückzuziehen, sollten diese den Projektpartner in irgendeiner Form benachteiligen.

Der Datenmanagementplan bildet die Grundlage für das Wissensmanagement und definiert bzw. bewertet u.a. die folgenden Elemente:

- **Auffindbarkeit:** Die Auffindbarkeit der Daten wird durch die Definition von Suchbegriffen auf den Webseiten der Projektpartner und für den Abschlussbericht sichergestellt.
- **Zugänglichkeit:** Primärdaten in Form von Protokollen und Interviews sind nicht vollständig anonymisiert und werden daher nicht veröffentlicht. Personenbezogene Daten, z.B. aus Workshops, Diskussionen und Interviews, sind nur für die Projektpartner verfügbar und werden weder verarbeitet noch veröffentlicht.
- **Interoperabel:** Die Daten werden in Form von Text und/oder jpg-Dateien zur Verfügung gestellt.
- **Wiederverwendbar:** Aufbereitete, anonymisierte und von allen Projektpartnern freigegebene Primärdaten von den Webseiten der Projektpartner können von Dritten kostenlos heruntergeladen werden, mit der Einschränkung, dass die Dritten auf die Quelle „ResourceRevival“ verweisen müssen. Eine Lizenzierung ist nicht erforderlich.

Das ResourceRevival-Projekt wird außerdem den Europäischen Verhaltenskodex für die Integrität der Forschung<sup>7</sup> befolgen.

---

<sup>7</sup> Europäischer Verhaltenskodex für wissenschaftliche Integrität, 2024, <https://allea.org/wp-content/uploads/2024/09/CoC2023-German.pdf>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Angenommene Recyclingrate („Ausbeute“ von Ziegelbruchfraktionen) einer mobilen Brechanlage.....	22
Tabelle 2: Übersicht der für die Gegenüberstellung herangezogenen Produkt- und Lieferkosten von Substraten und Substratkomponenten.....	32
Tabelle 3: Verwendete Datensätze für Umweltindikatoren der Strom- u. Wärmeerzeugung .....	33
Tabelle 4: Verwendete Datensätze für Umweltindikatoren der Nutzung von Umweltenergien und Speicher.....	34
Tabelle 5: Verwendete Datensätze für Umweltindikatoren von Verteilungsleitungen .....	34
Tabelle 6: Verwendete Datensätze für die Umweltindikatoren des Strombezugs.....	34
Tabelle 7: Verwendeter Datensatz für die Umweltindikatoren des Leitungswasserbezugs	35
Tabelle 8: Verwendeter Datensatz für die Umweltindikatoren des LKW-Transports .....	35
Tabelle 9: Übersicht der für die Berechnungen angesetzten Transportdistanzen von Substraten .....	36
Tabelle 10: Verwendeter Datensatz für die Umweltindikatoren von Diesel in Baumaschinen .....	36
Tabelle 11: Verwendete Datensätze für die Umweltindikatoren von Substratkomponenten .....	37
Tabelle 12: Übersicht der angesetzten Transportdistanzen zugekaufter Substratkomponenten .....	37
Tabelle 13: Vergleich Grün- und Freiflächenfaktor zwischen den Szenarien .....	47
Tabelle 14: Ermittelte Mischverhältnisse der untersuchten Substrate im Szenario Real+ (unter Einsatz von Recycling-Ziegelbruch) .....	67
Tabelle 15: Ermittelte Mischverhältnisse der untersuchten Substrate im Szenario Ideal (unter Einsatz von Recycling-Ziegelbruch und Bodenaushub).....	67
Tabelle 16: Prozentuale Anteile der Kostenkomponenten an den Lebenszykluskosten der untersuchten Szenarien über 30 Jahre .....	98
Tabelle 17: Prozentuale Anteile der Herstellungs- und Ersatzemissionen an der Kategorie „Energieversorgung“ über den 50-jährigen Betrachtungszeitraum .....	108
Tabelle 18: Prozentuale Anteile der Betriebsemissionen über den 50-jährigen Betrachtungszeitraum .....	108
Tabelle 19: Prozentuale Verteilung der Emissionen aus Abtransport, Anlieferung und Aufbereitung von Materialien (für Substrate) .....	109
Tabelle 20: Prozentuale Anteile an den Gesamtemissionen über den 50-jährigen Betrachtungszeitraum .....	109

Tabelle 21: Beispielhafte Zielkriterien der Städtebaulichen und Architektonischen Qualität .....	121
Tabelle 22: Beispielhafte Zielkriterien zur Kreislauffähigkeit.....	122
Tabelle 23: Beispielhafte Zielkriterien zur Klimawandelanpassung und Grün-Blauen Infrastruktur .....	123
Tabelle 24: Beispielhafte Zielkriterien des Themenfelds „Energieeffizienz und Erneuerbare Energie“ .....	123

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Im Forschungsprojekt verwendete Baufeld- und Hallenbezeichnungen (eigene Darstellung, e7) .....	15
Abbildung 2: Re-Use-Potenzialampel zur Kategorisierung des Aufwands für die Bereitstellung von Baukomponenten (Quelle: BauKarussell) .....	20
Abbildung 3: Aufteilung der Kriterien und Punktevergabe (Quelle: klimaaktiv) .....	38
Abbildung 4: Handlungsfelder, Kriterien und maximale Bepunktung (Quelle: klimaaktiv Siedlungen und Quartiere) .....	39
Abbildung 5: Inhaltliche Abgrenzung und Vergleich der untersuchten Szenarien, Handlungsfeld Gebäude und Energie (eigene Darstellung, e7) .....	43
Abbildung 6: Inhaltliche Abgrenzung und Vergleich der untersuchten Szenarien im Handlungsfeld Freiraum und Wasser (eigene Darstellung, e7) .....	43
Abbildung 7: Inhaltliche Abgrenzung und Vergleich der untersuchten Szenarien im Handlungsfeld Materialien (eigene Darstellung, e7) .....	44
Abbildung 8: Übergeordnetes Freiraumkonzept des Forschungsprojekts (Quelle: grünplan) .....	44
Abbildung 9: Flächenbilanz für den Bestand (Szenario Null) (Quelle: grünplan).....	46
Abbildung 10: Flächenbilanz für das <b>reduzierte</b> Freiraumkonzept (Szenario Real) (Quelle: grünplan) .....	46
Abbildung 11: Flächenbilanz für das <b>intensive</b> Freiraumkonzept (Szenario Ideal) (Quelle: grünplan) .....	47
Abb. 12: Orthobild Bestand © Land NÖ, BEV, GIP.at - NÖ Atlas, 2025 .....	47
Abb. 13: reduziertes Freiraumkonzept (Real) .....	47
Abb. 14: intensives Freiraumkonzept (Ideal) .....	47
Abbildung 15: Windfeld.....	48
Abbildung 16: Lufttemperaturen .....	48
Abbildung 17: Gegenüberstellung des monatlichen Bewässerungsbedarf des Gesamtquartiers (grün) und der verfügbaren Menge an gereinigten Grauwasser (nach Deckung Toilettenspülungsbedarf der Baufelder 3 und 4) (eigene Darstellung, e7) .....	49
Abbildung 18: Simulation BF 1, Szenario Real (nPro, e7).....	51
Abbildung 19: Simulation BF 2, Szenario Real (nPro, e7).....	51
Abbildung 20: Simulation BF 3, Szenario Real (nPro, e7).....	51
Abbildung 21: Simulation BF 4, Szenario Real (nPro, e7).....	51
Abbildung 22: Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers (Szenario Real).....	52
Abbildung 23: Simulation BF 1, Szenario Real+ (nPro, e7).....	53

Abbildung 24: Simulation BF 2, Szenario Real+ (nPro, e7).....	53
Abbildung 25: Simulation BF 3, Szenario Real+ (nPro, e7).....	53
Abbildung 26: Simulation BF 4, Szenario Real+ (nPro, e7).....	53
Abbildung 27: Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers (Szenario Real+).....	54
Abbildung 28: Simulation Gesamtquartier inkl. Anergienetz, Szenario Ideal (nPro, e7).....	55
Abbildung 29: Simulierte Wärme- und Kälteeinspeisung an Energiezentrale über ein Jahr (Szenario Ideal) (nPro, e7).....	55
Abbildung 30: Anteile der Energieträger an der nutzungsbezogenen Energieversorgung des Gesamtquartiers (Szenario Ideal).....	57
Abbildung 31: Ausnutzung der lokal verfügbaren Energiepotenziale und Vergleich der nutzungsbezogenen Energiemengen (MWh) in den Szenarien Real, Real+ und Ideal auf Basis der initialen Potenzialabschätzung und der Simulationsergebnisse (e7) .....	57
Abbildung 32: Materialmuster Recyclingziegel (RZ) in den Korngrößen 2/8mm und 2/11mm (© Katharina Möller, grünplan).....	61
Abbildung 33: Übersicht Abbruch und Aufbereitung von Mauerwerk. Quelle: Herbst (2016) .....	62
Abbildung 34: Sieblinie für das Substrat einer extensiven Dachbegrünung mit Ziegelsplitt .....	68
Abbildung 35: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Bestandmaterialien im Zuge des Rückbaus und Aushubs im Szenario Real (e7) .....	72
Abbildung 36: Visualisierung (Sankey-Diagramm) der Stoffströme im Zuge des Bezugs von Substraten im Szenario Real (e7) .....	72
Abbildung 37: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Bestandmaterialien im Zuge des Rückbaus und Aushubs im Szenario Real+ (e7) .....	74
Abbildung 38: Visualisierung (Sankey-Diagramm) der Stoffströme im Zuge des Bezugs von Substraten im Szenario Real+ (ext.) (e7).....	75
Abbildung 39: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Bestandmaterialien im Zuge des Rückbaus und Aushubs im Szenario Ideal (e7) .....	76
Abbildung 40: Visualisierung (Sankey-Diagramm) der Stoffströme im Zuge des Bezugs von Substraten im Szenario Ideal (e7) .....	77
Abbildung 41: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Elektrizität im Szenario Real (e7).....	78
Abbildung 42: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Wärme im Szenario Real (e7).....	79
Abbildung 43: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Elektrizität im Szenario Real+ (e7).....	80

Abbildung 44: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Wärme im Szenario Real+ (e7).....	81
Abbildung 45: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Elektrizität im Szenario Ideal (e7).....	82
Abbildung 46: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms Wärme im Szenario Ideal (e7).....	83
Abbildung 47: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Ressource Wasser im Szenario Real (e7).....	84
Abbildung 48: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Ressource Wasser im Szenario Real+ (int.) (e7).....	85
Abbildung 49: Visualisierung (Sankey-Diagramm) des Stoffstroms der Ressource Wasser im Szenario Ideal (e7).....	86
Abbildung 50: Messkonzept Baufeld 1 und 2, Szenario Real (e7).....	88
Abbildung 51: Messkonzept Baufeld 3 und 4, Szenario Real (e7).....	88
Abbildung 52: Messkonzept Baufeld 1 und 2, Szenario Real+ (e7).....	89
Abbildung 53: Messkonzept Baufeld 3 und 4, Szenario Real+ (e7).....	89
Abbildung 54: Messkonzept Baufeld 1 und 2, Szenario Ideal (e7).....	90
Abbildung 55: Messkonzept Baufeld 3 und 4, Szenario Ideal (e7).....	90
Abbildung 56: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten im Szenario Real über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (e7).....	92
Abbildung 57: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten im Szenario Real+ über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (e7).....	92
Abbildung 58: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten im Szenario Ideal über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (e7).....	92
Abbildung 59: Qualitative Gegenüberstellung der Lebenszykluskosten der Energieversorgung, dargestellt als kumulierte Barwerte der Investitions-, Energie- und Betriebskosten über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren (GW steht hier für „Grauwassernutzungsanlage“). (e7).....	94
Abbildung 60: Qualitative Gegenüberstellung der ermittelten Lebenszykluskosten der Szenarien Real (ext./int.), Real+ (ext./int.) und Ideal (mit/ohne Grauwassernutzungsanlage) (e7)..	98
Abbildung 61: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten PV-Anlagen (e7).....	101
Abbildung 62: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP, AP der vordimensionierten PVT-Anlagen (e7).....	101

Abbildung 63: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Luft-Wasser- Wärmepumpen (e7).....	101
Abbildung 64: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Sole-Wasser- Wärmepumpen (e7) .....	101
Abbildung 65: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Erdsonden (e7).....	101
Abbildung 66: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Erdkollektoren (e7) .....	101
Abbildung 67: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Wärmespeicher (e7) .....	102
Abbildung 68: Qualitative Gegenüberstellung der Herstellungs- und Ersatzemissionen PENRT, GWP und AP der vordimensionierten Verteilungsleitungen.....	102
Abbildung 69: Summierte Emissionen zufolge Herstellung (A1-3) und Ersatz (B4) der Energieversorgungskomponenten über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren (e7)..	102
Abbildung 70: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge Netzstromnutzung im Betrieb (E6) über 50 Jahre (e7) .....	103
Abbildung 71: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge PV-Stromnutzung im Betrieb (E6) über 50 Jahre (e7) .....	103
Abbildung 72: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge Leitungswasserbezug im Betrieb (B7) über 50 Jahre (e7) .....	103
Abbildung 73: Summierte Gegenüberstellung des Ressourceneinsatz im Betrieb (B6, B7) über 50 Jahre (e7).....	103
Abbildung 74: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge des Abtransports (C2) der Bestandsressourcen (Aushub und/oder Ziegel) (e7).....	104
Abbildung 75: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge der Aufbereitung von Ziegel und/oder Bodenaushub mit einer mobilen Anlage (inkl. Anlieferung) (e7).....	104
Abbildung 76: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge der Herstellung von extern bezogenen Substratkomponenten (e7).....	105
Abbildung 77: Qualitative Gegenüberstellung der Emissionen zufolge der Anlieferung von extern bezogenen Substraten bzw. -komponenten (e7) .....	105
Abbildung 78: Aufsummierte qual. Gegenüberstellung der Umweltauswirkungen PENRT, GWP und AP zufolge des Umgangs mit Bestandsressourcen (Ziegel, Aushub) und der Beschaffung von Substraten bzw. Substratkomponenten; ohne Beachtung deren Herstellungsemissionen (A1-3) (e7).....	106
Abbildung 79: Qualitative Gegenüberstellung der finalen Umweltauswirkungen PENRT, GWP und AP aufgeteilt in Herstellungs- und Betriebsemissionen zwischen den Szenarien. ....	107



## Literaturverzeichnis

- Bernhardt A.; Karigl B.; Neubauer M.; Reisinger H.; Thaler P.; Walter B.:  
Aushubmaterialien. Materialien zur Abfallwirtschaft, Report REP-0589.  
Umweltbundesamt, Wien 2016.
- BuildReUse. 100% Re-Use und Recycling bei Gebäuden mit kurzen Nutzungszyklen.  
Projektbeschreibung online abrufbar unter: <https://projekte.ffg.at/projekt/4238672>
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen  
und Wasserwirtschaft: Trinkwasserverbrauch und Wasserversorgung. Wien 2025.  
Online abrufbar unter: <https://www.bmluk.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/zahlen/trinkwasserverbrauch.html>
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen  
und Wasserwirtschaft: Leerstände als Entwicklungspotentiale für morgen. In:  
Kommunal. Wien 2025. Online abrufbar unter: <https://kommunal.at/leerstaende-als-entwicklungspotentiale-fuer-morgen>
- Deponieverordnung (DVO): Deponieverordnung 2008. BGBl. II Nr. 39/2008, Wien 2008.  
Die Presse: 230.000 Häuser stehen in Österreich leer. 16. Juni 2019.
- Döberl G.; Weisgram M.; Müller-Grabherr D.: Recycling-Baustoffe: Grundlagen zur  
Beurteilung von Auswirkungen auf das Grundwasser. Endbericht. Umweltbundesamt  
(UBA), Wien 2014.
- Enzersdorfer D.; Formanek S.; Grim-Schlink M.; Haider-Putz K.; Hendrich P.; Hofer G.;  
Hötschl M.; Hubauer I.; Jung S.; Kretschmer F.; Klie A.; Lampersberger P.; Mrkonjic A.;  
Peller G.; Prenner F.; Pucher B.; Sellinger W.; Steger L.; Stipsits A.; Tscherteu G.:  
lieBeKlima – Qualitätssicherung der liegenschaftsübergreifenden Begrünung für urbane  
Klimaresilienz im Quartier „Am Kempelenpark“. Endbericht. Berichte aus Energie- und  
Umweltforschung 43/2023. Wien 2023. Online verfügbar unter:  
[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz\\_pdf/schriftenreihe-2023-43-liebeklima.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2023-43-liebeklima.pdf)
- Erdbeziehung. Lehm als klima- und ressourcenschonender Baustoff. Projektbeschreibung  
online abrufbar unter: <https://projekte.ffg.at/projekt/4578461>
- Greenpeace Österreich: Studie zum Leerstand in Österreich. Greenpeace, Wien 2020.
- Herbst T.: Konzept zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung des Abbruchs und der  
Aufbereitung von Mauerwerk. Dissertation. Bundesanstalt für Materialforschung und -  
prüfung (BAM), Berlin 2016.
- Ishorst B.: Grauwassernutzungsanlagen: Fachwissen für Planung und Umsetzung. In: SBZ,  
Ausgabe 16/2021. Online abrufbar unter:

<https://www.haustec.de/sanitaer/grauwasser-recyclen-fachwissen-fuer-planung-und-umsetzung>

Missing link. Voraussetzungen für die Herstellung von Lehmbaustoffen aus

Aushubmaterial am Ort seiner Entstehung. Projektbeschreibung online abrufbar unter:

<https://projekte.ffg.at/projekt/5134147>

Müller, A.: Erschließung der Ressourceneffizienzpotenziale im Bereich der

Kreislaufwirtschaft Bau. Endbericht. Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und

Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Weimar 2016.

ÖNORM B 3691: Planung und Ausführung von Dachabdichtungen. Austrian Standards, Wien 2019.

ÖNORM L 1131: Gartengestaltung und Landschaftsbau – Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken. Austrian Standards, Wien 2010.

ÖNORM L 1133: Erden und Substrate. Austrian Standards, Wien 2017.

ÖNORM L 1136: Vertikalbegrünung im Außenraum - Anforderungen an Planung, Ausführung, Pflege und Kontrolle. Austrian Standards, Wien 2021.

ÖNORM L 1211: Bodenschutz bei der Planung und Durchführung von Bauarbeiten. Austrian Standards, Wien 2022.

ÖNORM S 2211: Pflanzenkohle - Ausgangsmaterialien, Qualitätsanforderungen und Untersuchungsmethoden. Austrian Standards, Wien 2024.

ÖWAV-Regelblatt 45: Oberflächenentwässerung durch Versickerung in den Untergrund. ÖWAV, Wien 2025.

reSOILution. Nutzung von Bodenaushub für die Lehmbaustoffherstellung.

Projektbeschreibung online abrufbar unter: <https://projekte.ffg.at/projekt/5142919>

Rosen D.: Status quo und Perspektiven. Re-Use und Recycling von Ziegeln. Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V., Berlin 2020.

Roth-Kleyer S.: Recyclingziegel für Vegetationsaushubsubstrate im GaLaBau. In: Neue Landschaft, Heft 2/2018, S. 31–38.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.): Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik (Merkblatt SIA 2024 / SIA 2015:2015). SIA, Zürich 2015.

Stadt Wien: Herabsetzung der Abwassergebühr. Online abrufbar unter:

<https://www.wien.gv.at/amswege/herabsetzung-abwassergebuehr>

Standort+Markt Consulting GmbH; Handelsverband Österreich: City Retail Health Check 2025. Studie zur Entwicklung des stationären Handels in Österreich. Wien 2025.

Statista: Durchschnittliche Wohnfläche pro Person in Hauptwohnsitzwohnungen in Österreich von 2004 bis 2024 (in m<sup>2</sup>). 2025. Online abrufbar unter:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/512938/umfrage/wohnflaeche-pro-person-in-hauptwohnsitzwohnungen-in-oesterreich/>

Umweltbundesamt: Altlasten und Flächenrecycling in Österreich (Diskussionspapier 106).

Umweltbundesamt, Wien 2004. Online abrufbar unter:

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/DP106.pdf>

Umweltbundesamt: Brachflächen-Dialog Österreich: Über uns. Umweltbundesamt, Wien 2023. Online abrufbar unter: <https://www.brachflaechen-dialog.at/ueber-uns>

Umweltbundesamt; Land Niederösterreich: Brachflächenerhebung Niederösterreich 2023/24: Ergebnisse & Ausblick. Land Niederösterreich, St. Pölten 2024.

Umweltproduktdeklaration „Geschützte Mauer- und Deckenziegel“. Initiative Ziegel – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie. Wien 2014.

Wiener Zeitung: Leerstand in Österreich: Hunderttausende Wohnungen ungenutzt. 21. Juli 2020.

## Abkürzungen

Abk.	Abkürzung
AP	Versauerungspotenzial (eng.: acidification potential)
BF	Baufeld
BGF	Bruttogeschoßfläche
BIM	Building Information Modelling
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BMLUK	Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft
BO	Bauordnung
BOKU	Universität für Bodenkultur
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BRV	Baustoffrecyclingverband
CiBen	International Conference on Circularity in the Built Environment
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
DMP	Datenmanagementplan
DVO	Deponieverordnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gemeinschaft
EPD	Umweltproduktdeklaration (eng.: environmental product declaration)
EPS	Expandiertes Polystyrol
EVU	Verrechnungszähler Energieversorger
GEA	Gemeinschaftliche Erzeugungsanlage
GFF	Grün- und Freiflächenfaktor
GSG	GRÜNSTATTGRAU
GW	Grundwasser
GWP	Treibhauspotential (eng.: global warming potential)
HKLS	Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär
HWB	Heiz-Wärmebedarf
IBO	Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
IEA	Internationale Energieagentur
JAZ	Jahresarbeitszahl
KP	Kallinger Projekte

<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environmental Design
<b>LWP</b>	Luftwärmepumpe
<b>LZK</b>	Lebenszykluskosten
<b>NBS</b>	Natur-basierte Lösungen (eng.: Nature-Based Solutions)
<b>ND</b>	Nutzungsdauer
<b>NH</b>	Neue Heimat
<b>NÖ</b>	Niederösterreich
<b>ÖGNB</b>	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
<b>ÖGNI</b>	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
<b>ÖROK</b>	Österreichische Raumordnungskonferenz
<b>ÖV</b>	Öffentlicher Verkehr
<b>PAK</b>	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
<b>PE</b>	Personeneinheiten
<b>PENRT</b>	nicht erneuerbarer Primärenergie, total
<b>POP</b>	Polyolefin-Plastomere
<b>PPP</b>	Public-Private-Partnership
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>PVC</b>	Polyvinylchlorid
<b>PVT</b>	Photovoltaik-Thermie
<b>QZV Chemie GW</b>	Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser
<b>RBV</b>	Recycling-Baustoffverordnung
<b>RCH</b>	Recycling Center Himberg
<b>RZ</b>	Recyclingziegel
<b>SSE</b>	Schad- und Störstofferkundung
<b>WGD</b>	Wassergebundene Decke
<b>WLV</b>	Wasserleitungsverband der Triestingtal- und Südbahngemeinden
<b>WP</b>	Wärmepumpe
<b>WRG</b>	Wärmerückgewinnung
<b>WU Wien</b>	Wirtschaftsuniversität Wien

