

Urbane Grünraumpotenziale im verBauten BestAnd

Urbane GmbA

R. Stangl, P. Minixhofer,
S. Hörbinger, G. Frühwirt,
U. Pitha, W. Friesl-Hanl,
M. Jung, G. Heiss,
V. Enzi, G. Hofer, J. Preiss

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

46/2019

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Urbane Grünraumpotenziale im verBauten BestAnd

Urbane GmbA

Univ.-Prof. DI Dr. Rosemarie Stangl, DI Pia Minixhofer,
DI Stephan Hörbinger, DI Günther Frühwirt,
Priv.- Doz. DI Dr. Ulrike Pitha
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
Universität für Bodenkultur Wien

DI Dr. Wolfgang Friesl-Hanl, Mag. Martin Jung, Dr. Gerhard Heiss
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

DI Vera Enzi, Gerald Hofer bakk.techn.
GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations-GmbH

DI Jürgen Preiss
Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22

Wien, Jänner 2019

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

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

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

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	9
Abstract	11
1. Ausgangslage	12
1.1. Motivation und Hintergründe	12
1.2. Ziele	13
1.3. Stand der Technik: aktuell verfügbare Instrumente zur Flächenpotenzialerhebung	14
1.3.1. Datenbasis und bestehende Instrumente der Stadt Wien zur Erhebung von Grünraumpotenzialen	14
1.3.2. Instrumente der Fernerkundung zur Erhebung von Grünraumpotenzialen	15
1.3.3. Unbemannte Luftfahrzeuge (Drohnen) zur Erhebung von Grünraumpotenzialen	16
1.3.4. Google-Maps und Google-Maps 3D zur Erhebung von Grünraumpotenzialen	17
1.3.5. Altlastenatlas	17
1.3.6. Verdachtsflächenkataster	17
1.3.7. Registrierte Standorte	18
2. Projektinhalt	19
2.1. Methodischer Zugang des Sondierungsprojekts Urbane GmbA	19
2.2. Beschreibung der Projektgebiete	20
2.3. Anwendung von Potenzialerhebungsinstrumenten (Ziel 1)	21
2.3.1. Datenbasisprüfung und Grundlage zur Erhebung des Grünraumpotenzials	21
2.3.2. Anwendung des Bodenradars	23
2.4. Ökonomische Bewertung	26
2.5. Anwendung des Technology Readiness Levels	27
2.6. Identifikation von Maßnahmen und Bewertung von Systemgruppen	29
3. Ergebnisse	32
3.1. Erhebung der Flächenpotenziale in den Projektgebieten (Ziel 2)	32
3.1.1. GIS-gestützte Erhebung des Grünraumpotenzials der Fassadenflächen	32
3.1.2. GIS-gestützte Erhebung des Grünraumpotenzials der Dachflächen	33
3.1.3. Fotogestützte Analyse der Gebäude in den Projektgebieten und Aggregation der erhobenen Daten	35
3.2. GIS- und Bild-basierte Schätzung des Begrünungspotenzials	36

3.3.	Anwendungsbeispiel zur GIS-gestützten Erhebung des Grünraumpotenzials.....	38
3.3.1.	Beispiel „Innerfavoriten – Kretaviertel“:	38
3.3.2.	Beispiel „Neulerchenfelderstrasse“:	40
3.4.	Übersicht über begrünbare Flächen in den Projektgebieten.....	41
3.4.1.	Fassadenpotenzial	41
3.4.2.	Dachpotenzial	42
3.5.	Begrünungspotenzial auf Brownfields und Anwendung des Bodenradars.....	43
3.5.1.	Brownfields – Altstandorte.....	43
3.5.2.	Gehsteige - Begrünungspotenzial auf versiegelten Flächen	44
3.6.	Kategorisierung und Bewertung potenzieller Maßnahmen (Ziel 3).....	46
3.7.	Technology Readiness Level von Begrünungssystemgruppen (Ziel 4).....	49
3.7.1.	Grundlage zur TRL-Analyse.....	49
3.7.2.	Technology Readiness Level: Systemgruppen Fassadenbegrünung	50
3.8.	Übersicht brauchbarer/plausibler ökonomischer Bewertungsansätze (Ziel 5).....	57
3.8.1.	Projekte und identifizierte Instrumente zur Bewertung von Grünen Infrastrukturen .	57
3.8.2.	Methodenpool wirtschaftswissenschaftlicher Ansätze.....	61
3.8.3.	Weitere Methoden.....	63
3.8.4.	Werterfassung als Basis für Entscheidungsprozesse: Die globale Forschungsinitiative TEEB und die MCA-Methode	64
3.9.	Evaluierung der Erhebungsinstrumente zur Einschätzung des Grünraumpotenzials.....	65
3.9.1.	Stärken-Schwächen-Analyse für die Erhebung des Potenzials für Dach- und Fassadenbegrünung	65
3.9.2.	Stärken-Schwächen-Analyse für die Erhebung der Brownfields.....	67
3.9.3.	Stärken-Schwächen-Analyse des Bodenradars für die Erhebung auf Verdachtsflächen und Gehsteigen	68
3.10.	Externe Evaluierung der Ergebnisse durch Stakeholder	70
3.11.	Ableitung und Erarbeitung einer Roadmap für Umsetzungsmaßnahmen der MA 22 und des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU (Ziel 7)	71
3.12.	Ableitung von Innovationspotenzialen und Technologieinnovierungen für weitere F&E&I- Vorhaben (Ziel 6)	73
3.12.1.	Innovationspotenziale und Technologieinnovierungen der einzelnen Systemgruppen	73
3.12.2.	Weitere Innovationspotenziale	78
4.	Schlussfolgerungen.....	79
5.	Ausblick und Empfehlungen.....	83
6.	Verzeichnisse.....	85
6.1.	Abbildungsverzeichnis.....	85

6.2.	Tabellenverzeichnis	87
6.3.	Literaturverzeichnis	90
7.	Anhang.....	95
7.1.	Bewertungsmatrix	95
7.1.1.	Bewertungsmatrix: Systemgruppen Dachbegrünung	95
7.1.2.	Bewertungsmatrix: Systemgruppen Fassadenbegrünung	99
7.2.	Bodenradar.....	105
7.2.1.	Adressen, die mit dem Bodenradar befahren wurden.....	105
7.2.2.	Auswertungen der Bodenradarbefahrungen	106
7.2.3.	Ausgewählte Radargramme	116
7.3.	Ökonomische Bewertung	117
7.3.1.	Ökonomische Bewertung in Forschungsprojekten	117
7.3.2.	Forschungsinitiativen	119
7.3.3.	Tools	120
7.3.4.	Weitere Ansätze	123
7.3.5.	Methoden.....	127
7.4.	Workshop	130

Kurzfassung

Zur großflächigen Erhöhung urbaner grüner Infrastrukturen am Gebäudebestand bedarf es verlässlicher Grundlagendaten zu den aktuellen Flächenpotenzialen. Über die derzeit verfügbaren Instrumente konnten diese bisher nur eingeschränkt erhoben werden. Das Projekt Urbane GmbA hat zum Ziel, das Grünflächenpotenzial im verbauten Bestand (vertikal und horizontal) zu sondieren.

Mögliche Maßnahmen und State-of-the-Art-Technologien zur Erweiterung der grünen Infrastrukturen sollen definiert und kategorisiert, frei verfügbare Erhebungsinstrumente angewendet und geprüft werden. Die Anwendungsergebnisse werden an den Projektgebieten Neulerchenfelderstrasse und Innerfavoriten Kretaviertel evaluiert und verifiziert. Mithilfe einer Bewertungsskala und der abgeleiteten Marktrelevanz wird der Innovationsbedarf festgestellt und für die identifizierten Technologien der Technology Readiness Level (TRL) ermittelt. Die Ableitung von Innovationspotenzialen und Technologiesprüngen soll weiteren F&E&I-Vorhaben im Rahmen der Aktivitäten des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU dienen. Ökonomische Bewertungsansätze werden sondiert und zielgerichtete Forschungs- und Entwicklungsbedarfe für die Stadtplanung und die Umsetzung definiert. Empfehlungen sollen in Form einer Roadmap Umsetzungsmaßnahmen der Projektpartner Wiener Umweltschutzabteilung MA 22 und Innovationslabor GRÜNSTATTGRAU unterstützen.

Die Ergebnisse zeigen, dass verfügbare Instrumente wertvolle und brauchbare Informationen enthalten, auf die sowohl eine Potenzialflächenerhebung als auch Entscheidungen zur Maßnahmenwahl aufgebaut werden können. Eine synthetisierte Anwendung zur Kartierung im Gebäudebestand ist gelungen, indem relevante Datensätze identifiziert und bearbeitet sowie fehlende Informationen durch bildgestützte Analysen ergänzt wurden. Die Gliederung der neu entwickelten Bewertungsmatrix der Systemgruppen von Fassaden- und Dachbegrünungen in technische, ökonomische und sozial-ökologische Komponenten machen die Stärken und Schwächen der einzelnen Systemgruppen gut vergleichbar. Die Analyse des TRL ergab in allen Bewertungsbelangen höhere Entwicklungsreife für Dach- als für Fassadenbegrünungen (Mittlere Reife) aufgrund einer längeren technologischen Auseinandersetzung und guten Förder- und Legislativlandschaft. Ökonomische Bewertung ist derzeit nicht standardmäßig etabliert, wird jedoch auf vielfältige Weise erkundet. Etablierte Ansätze (z.B. Opportunitätskosten für Begrünungen oder Rückbau) stehen komplexeren Zugängen gegenüber (Total Economic Value: direkter vs. indirekter Nutzen). Zur umfangreichen Etablierung grüner Infrastrukturen eignen sich integrative Ansätze und monetäre Techniken mit qualitativen, prozessorientierten Entscheidungsmodellen (TEEB, Multi-Criteria-Analysis).

Die Projektpartner können mithilfe der Roadmap, die als Arbeitskalender und Handlungsanleitung zu interpretieren ist, selbstständig die Vorgehensweise für die Prioritätsobjekte festlegen und zusätzliche Potenzialflächen in neuen Stadtgebieten ermitteln. Die Ergebnisse können eine gute Basis für ein Monitoringsystem des Grünraumanteils der Stadt liefern. Eine Weiterführung der Analyse des Innovationspotenzials auf Produkt- und Komponentenebene erscheint notwendig, da die Systemkategorien sehr unterschiedliche Technologien beinhalten. Der Innovationsbedarf ist weitreichend, von Energieeffizienz, technischer Optimierung und Wassermanagement bis hin zu Kommunikationsinnovation oder Robotereinsatz. Die zentrale direkte Empfehlung lautet daher, in Folgeprojekten den Aufbau und die Pflege sowie die laufende Weiterentwicklung eines Gebäudebegrünungskatastersystems zu Bestand und Potenzial für Österreich zu ermöglichen,

welches kompatibel mit existierenden Systemen beschaffen ist und eine einfache und aktuelle Entnahme von Daten für alle Stakeholder ermöglicht.

Abstract

Reliable basic data on the existing greenable area is necessary to increase green infrastructures in urban building stock. Currently available instruments do not cover the relevant information and data. The project Urbane GmbA explores and assesses the potential of areas from buildings and sealed surfaces (vertical and horizontal) suitable for greening up in Vienna.

Methods and state-of-the-art technologies were defined and categorised, currently available survey instruments tested and reviewed. The application results were established in situ and verified at the project pilot areas Neulerchenfelderstraße and Innerfavoriten Kretaviertel. The need for innovation was assessed using an evaluation matrix and the corresponding market relevance. This information was used to assess the Technology Readiness Level (TRL) of the identified technologies and system solutions. The Innovation Lab GRÜNSTATTGRAU will use the assessment of the innovation potential and the technology leaps for further R&D projects. Urbane GmbA reviewed approaches for economic valuation, additional innovation potentials and future technology development. The project defined targeted research and development needs for science, urban development and implementation action. The project partners Dep. of Environmental Protection in Vienna MA 22 and the Innovation Lab GRÜNSTATTGRAU received a road map with recommendations to support further action and implementation.

The results show that available instruments include valuable and useful information, which can be used to assess the area potential and further action. A synthesized application to map the potential of the building stock has been achieved by identification and adaptation of relevant datasets as well as the complementation of missing data with image-based analysis. The newly developed evaluation matrix is classified in technical, economic and socio-ecological components, making the benefits and weaknesses of the systems or system groups of green roofs and walls comparable. The analysis of the TRL showed higher maturity in development for green roofs than green walls (reaching average level) as funding and legislative landscape as well as technical discussion have been going on for longer for green roofs. Economic assessment is not yet established as a standard in greening issues but diversely explored. Established approaches (e.g. opportunity costs for greening and renaturation) are facing more complex approaches (Total Economic Value: direct vs. indirect value). Integrative approaches and monetary techniques with qualitative, process-oriented decision models (e.g. TEEB, multi-criteria analysis) seem suitable for extensive establishment of green infrastructures.

On basis of the road map the project partners can develop further steps for objects with higher priority and identify new areas with high greenable potential. The road map is seen as a calendar of work and an instruction manual. The Urbane GmbA results are a solid base for a monitoring system of green areas within the city. Further analysis of the innovation potential on product or component level seems necessary as the system categories have varying technologies. The need for innovation is extensive, from energy efficiency, technical optimization and water management to communication innovation or robot use. The focal recommendation is to enable the design and maintenance as well as continuous development of a registry for existing and potential green roofs and walls in the building stock in Austria. The aim is compatibility with existing systems, easy to handle and allowing for up-to-date data extraction for all stakeholders.

1. Ausgangslage

1.1. Motivation und Hintergründe

Die quantitative Erhöhung städtischer Grünflächen ist längst nicht mehr die alleinige Vision ökologisch orientierter Minderheiten. Durch das Klimaabkommen von Paris 2015 rückte der Bedarf an Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels auf die obersten Agenden politischer und Behördenebenen, worauf viele Staaten mit nationalen Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsstrategien reagiert haben. Natürliche Lösungen sollen ein integraler Bestandteil als Alternative oder Ergänzung zur grauen Infrastruktur in der räumlichen Entwicklung sein (Europäische Kommission, 2013). Darüber hinaus verfolgt die EU mit ihrer Forschungs- und Innovationspolitik zu Green Infrastructure und Nature-Based-Solutions das Ziel, mit Innovationen auf Basis natürlicher und Natur-inspirierter Lösungen, Nachhaltigkeit und Resilienz in unsere Städte zu bringen und fokussiert damit die Renaturierung unserer Städte (Kabisch et al. 2017). Auch hierzulande haben sich verschiedene Initiativen etabliert. Die Urban Heat Islands Strategie der Stadt Wien (UHI-STRAT) etwa zielt auf die Ausweitung der grünen Infrastruktur als eine effektive Maßnahme ab, die urbanen Hitzeinseleffekte zu reduzieren, und zeigt eine Reihe von technischen und strategischen Maßnahmen für PlanerInnen, ArchitektInnen und Verwaltungen auf (MA 22, 2015). Das vom bmvit-Programm „Stadt der Zukunft“ gestützte Innovationslabor GRÜNSTATTGRAU ist damit beauftragt, Begrünungen von Stadtquartieren zu befördern und dafür Umsetzungsstrategien zu entwickeln und deren Anwendbarkeiten zu prüfen.

Stadtplanung und -entwicklung werden künftig zunehmend mit der Sanierung langlebigen Bauerbes und einer überzogenen Versiegelungs- und Baukultur konfrontiert sein. Die Restrukturierung urbaner Flächen, insbesondere von Gebäude- und verbauten Beständen in Richtung Entsiegelung und Bestückung mit Vegetation sowohl in horizontalen als auch vertikalen Flächen ist mit vermutlich höheren Begrünungspotenzialen hinterlegt als die alleinige Berücksichtigung begrünter Neustrukturen. Das Potenzial von Vertikalfächen wird dabei als besonders hoch angenommen. Schätzungen der MA 22 gehen davon aus, dass in Wien ein Potenzial von ca. 12.000 ha Fassadennettoflächen für Begrünungen besteht. Dies entspricht einem guten Drittel der gesamten Stadtfäche. Im Vergleich dazu wurde für Dachbegrünungen ein Potenzial von ca. 1.800 ha (extensiv + intensiv) erhoben (Vali, 2011). Ein möglicher Beitrag zur Reduzierung der negativen Auswirkungen von Bodenversiegelung ist auch die Wiederverwendung von Brachflächen. Anstelle der Verbauung der „grünen Stadtrandwiese“, kann deren Nutzung für einen Begrünungsprozess innerhalb der Stadt positive Beiträge zu Klima- und Lärmschutz und Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden leisten. Ver- und bebaute Brachen können für Neugestaltung oder urbane Grünflächen sowie temporäre oder zwischenzeitliche Nutzungen genutzt werden (Umweltbundesamt, 2004). Auf moderat kontaminierten Flächen kann mit Hilfe von *Gentle Remediation Options* (GRO) ein integriertes, gemischtes Standortmanagement durchgeführt werden.

Die Erhebung des Flächenpotenzials ist eine fundamentale Ausgangsarbeit für die Konzeptionierung und Planung von urbanem Grün, vertikal sowie horizontal, kleinflächig und großflächig, für die Begrünung von Gebäudebeständen bis hin zur technischen Detailplanung. Zur großflächigen Erhöhung urbaner grüner Infrastrukturen am Gebäude- und verbauten Bestand (in Straßenzügen, in Stadtquartieren oder auf Bezirksebene) bedarf es verlässlicher Grundlagendaten zu den aktuellen Flächenpotenzialen. Über die derzeit verfügbaren Instrumente konnten diese bisher nur

eingeschränkt erhoben werden. Die Komplexität liegt in vielen verschiedenen und fragmentierten Ansätzen, teilweise Insellösungen, die in der praktischen Anwendung an Limits stoßen.

Beispielsweise weist der Gründachpotenzialkataster nur sehr generelle Potenziale für Dachbegrünungen auf, basierend auf Erhebungen der Dachneigungen aus Air-Laserscanaufnahmen. Wichtige technische (z.B. Statik) und rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. Denkmalschutz, Schutzzonen) wurden dabei nicht erfasst oder differenziert ausgewertet. Eine adäquate Anpassung der derzeitigen Kataster wäre notwendig, ist aber aufgrund des wirtschaftlichen Aufwandes von Vorerhebungen für die einzelnen Anwender wenig realisierbar.

1.2. Ziele

Urbane GmbA sondiert, wie und in welchen Bereichen eine Zusammenführung der bestehenden Systeme und verfügbaren Instrumente erfolgen kann, die als Grundlage für ein umfassendes Erhebungsinstrument dienen sollen.

Eine Potenzialanalyse wurde an den Projektgebieten Innerfavoriten-Kretaviertel, einem Zielgebiet des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU, sowie der Neulerchenfelderstrasse, in der derzeit unter dem Projekt „Umbau der Neulerchenfelderstrasse“ der Stadt Wien Umstrukturierungen umgesetzt werden, durchgeführt. Das Sondierungsprojekt Urbane GmbA verfolgte sieben Ziele, die nachfolgend dargelegt sind:

- Ziel 1: Anwendung, Testung und Prüfung der derzeit verfügbaren Potenzialerhebungsinstrumente und Systeme auf Brauchbarkeit der Tools: Es werden Stärken und Schwächen identifiziert. Es wird eine synthetisierte Möglichkeit zur Kartierung geprüft.
- Ziel 2: Erhebung der Flächenpotenziale am Gebäude- und verbauten Bestand (vertikal und horizontal): Die rechnerisch erhobenen Flächen werden in den Projektgebieten evaluiert und verifiziert. Es werden Potenzialflächen und derzeit nicht erfasste Flächen identifiziert.
- Ziel 3: Einschätzung, Kategorisierung und Bewertung von möglichen Maßnahmen und State of the Art – Technologien, insbesondere Nature Based Solutions: Es werden die Stärken und Schwächen analysiert.
- Ziel 4: Analyse des Technology Readiness Levels: von den identifizierten Maßnahmen, Technologien und Systemlösungen wird der Technology Readiness Level analysiert. Es wird mithilfe einer Bewertungsskala der TRL festgestellt und darauf aufbauend die Marktrelevanz sowie der Innovationsbedarf in Bezug auf Material, Konstruktionen, Substrate, Vegetation etc. festgestellt.
- Ziel 5: Erhebung Status Quo ökonomischer Betrachtungen und Bewertungen von Grünen Infrastrukturen bzw. Maßnahmen und Technologien: Es werden derzeit übliche Ansätze und Trends identifiziert, Stärken und Schwächen ermittelt. Maßnahmen, Technologien und Grüne Infrastrukturen werden nach einfachen Indikatoren kategorisiert und bewertet.
- Ziel 6: Ableitung von Innovationspotenzialen und Technologiesprünge für weitere F&E&I-Vorhaben im Rahmen der Aktivitäten des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU.

Ziel 7: Ableitung und Erarbeitung einer Roadmap: Für Umsetzungsmaßnahmen der MA 22 und das Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU wird ein Arbeitskalender sowie Empfehlungen mit einem Maßnahmenkatalog mit entsprechenden Bewertungen aus den Zielen 1-6 für die Projektgebiete erstellt.

1.3. Stand der Technik: aktuell verfügbare Instrumente zur Flächenpotenzialerhebung

1.3.1. Datenbasis und bestehende Instrumente der Stadt Wien zur Erhebung von Grünraumpotenzialen

Das geographische Informationssystem der Stadt Wien (ViennaGIS) stellt einen umfassenden Datenpool an geografischen Daten zur Verfügung. Im Rahmen des Projektes wurden die für die Bearbeitung der Fragestellung relevanten und frei verfügbaren Geodaten gesammelt. Die Datensätze wurden auf die Projektgebiete transformiert und bilden die Grundlage für die Erhebung des Grünraumpotenzials. Die verwendeten Datensätze werden in Kapitel 4.3.1 beschrieben.

Im Rahmen einer Studie der Stadt Wien wurde das Gründachpotenzial für das gesamte Stadtgebiet berechnet (Vali, 2011). Die Ergebnisse sind im Gründachpotenzialkataster öffentlich über ViennaGIS einsehbar. Der Gründachpotenzialkataster zeigt das theoretische Begrünungspotenzial in Wien von flach geneigten Dächern bis 20 Grad mit einer Größe von über 5 m² auf. Anhand hochauflösender *Airborne Laserscanning* (ALS) Daten wurde die Flächen in den Kategorien (1) bis zu 5 Grad und (2) von 5 bis 20 Grad erfasst. Unter 5 Grad können die Dächer intensiv und extensiv genutzt werden, über 5 Grad nur mehr extensiv (Vali, 2011).

Zur Erhebung des Begrünungspotenzials von Fassaden gibt es derzeit keine flächigen Datengrundlagen. In einem Fassadenbegrünungskataster, der auch über ViennaGIS abrufbar ist, werden begrünte Fassaden aufgenommen. Der Fassadenbegrünungskataster ist nicht vollständig, und es befinden sich in den Projektgebieten keine erfassten Fassadenbegrünungen. Potenziell begrünbare Fassaden werden derzeit nicht erfasst. Es gibt eine gute allgemeine Datenbasis an Geodaten für das Wiener Stadtgebiet, auf die bei der Abschätzung des Grünraumpotenzials im Gebäudebestand zurückgegriffen werden kann. Für die detaillierte Potenzialerhebung auf Quartiers- oder Stadtebene besteht allerdings noch Bedarf an neuen Ansätzen. Aufgrund der vertikalen Raumlage sind Fassaden kaum in Geodatenbanken erfasst. Nachstehend werden unterschiedliche Technologien behandelt, die bestehende Potenzialerhebungsinstrumente ergänzen können.

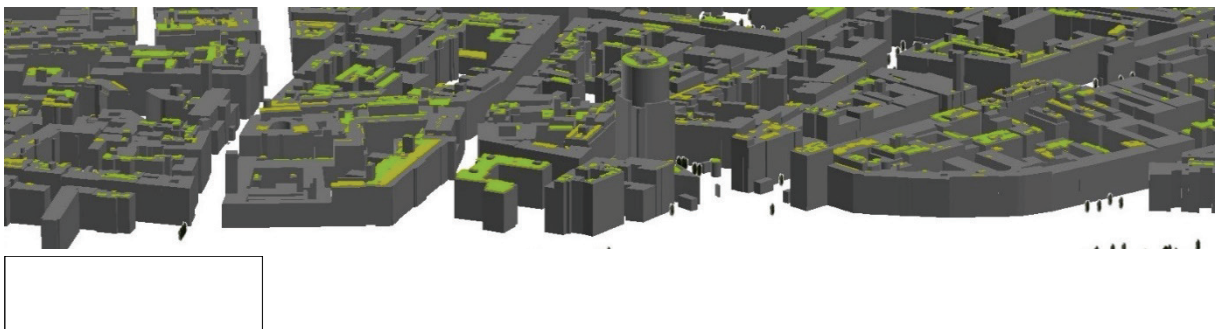


Abbildung 1: Visualisierung des Gründachpotenzialkatasters in Kombination mit dem öffentlich zugänglichen generalisierten Dachmodell (LOD2). Das LOD2 wurde als Grundlage für die Erfassung des Grünraumpotenzials in Urbane GmbA herangezogen (siehe Kapitel 5).

1.3.2. Instrumente der Fernerkundung zur Erhebung von Grünraumpotenzialen

Die Instrumente der Fernerkundung haben großes Potenzial zur Quantifizierung des Gründachpotenzials. In der Literatur sind unterschiedliche Verfahren zur automatisierten fernerkundlichen Analyse von Dachoberflächen zu finden. Der Vorteil von fernerkundlichen Ansätzen ist die leichte Reproduzierbarkeit. Es können schnell und kostengünstig flächendeckende und gute Ergebnisse erzielt werden. Zur Analyse der potenziell begrünbaren Dachflächen können unterschiedliche Parameter herangezogen werden. Für die Evaluierung des Gründachpotenzials ist die Dachneigung ein häufig verwendeter Parameter. Exakte Berechnungen der Dachneigung lassen sich aus einem Digitalen Oberflächenmodell (DOM), das auf hochauflösenden Airborne Laserscanning (ALS-Daten) basiert, herstellen. Die Verfügbarkeit von ALS-Daten ist in Österreich gut, wodurch eine kostengünstige und großflächige Anwendung möglich ist. Für die Potenzialanalyse von nachträglich begrünbaren Dächern gibt es unterschiedliche Ansätze. Santos et al. (2016), erhoben das Gründachpotenzial in Lissabon auf Grundlage der Hausumringe, eines DOM und von kommerziellen Satellitenbildern (World-View 2). Die Satellitenbilder wurden über objektorientierte Klassifikationsprozesse analysiert. Durch die hohe Auflösung und die multispektralen Informationen der Satellitenbilder konnten Ziegeldächer kartiert werden. Ziegeldächer sind nicht geeignet für Dachbegrünungen und konnten daher als potenzielle Flächen für Begrünungen ausgeschlossen werden. In die Potenzialanalyse wurde neben physischen Dachcharakteristika (Neigung, Fläche) auch das verfügbare Sonnenlicht integriert. Dieses wurde durch eine GIS Anwendung modelliert.

Der Deutsche Dachgärtner Verband (DDV) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben ein fernerkundliches Verfahren entwickelt, das auf der Grundlage von Luftbildaufnahmen und Gebäudebasisdaten (Hausumringe und Dachneigung) bereits vorhandene Dachbegrünungen identifiziert und mögliche Potenzialflächen in der Dachlandschaft ausweist. Neben der Dachneigung gehört auch die statische Lastreserve zu den konstruktiven Anforderungen im Zuge der Errichtung einer Dachbegrünung. Interessant für Begrünungsmaßnahmen sind Kiesdächer, da sich diese nach Entfernung der Kiesschicht häufig ohne Änderung der Gebäudestatik in Gründächer umwandeln lassen. Flache oder leicht geneigte Dächer mit Kiesbelag stellen in diesem Zusammenhang Präferenzdächer für eine nachträgliche Begrünung dar. Auf Grundlage der spektralen Oberflächensignatur konnten gute Ergebnisse bei der Identifizierung der Kiesdächer erzielt werden. Allerdings muss beachtet werden, dass es weitere bautechnische Erfordernisse gibt, die sich nicht mit dieser fernerkundlichen Methode ermitteln lassen. Das betrifft zum Beispiel den Zustand der Dachabdichtung, die Wärmedämmung, die Dachrandhöhen und die Zugänglichkeit der Dachfläche (DDV, 2016).

Zur Inventarisierung von bestehenden Gründächern werden Instrumente der Fernerkundung bereits häufig angewandt. Es hat sich die Anwendung des NDVI in Kombination mit den Hausumringen bewährt (freiland Umweltconsulting ZT-GmbH, 2010; DDV, 2016). Der NDVI kann aus Colorinfrarot (CIR) Luftbildern berechnet werden. In Österreich werden von den Bundesländern regelmäßig Luftbilder aufgenommen, und es stehen in der Regel flächendeckende und aktuelle Aufnahmen zur Verfügung. Auch die Hausumrisse stehen in vielen Kommunen als Geodaten zur Verfügung. Mit Ausnahme von stereoskopischen Aufnahmen sind Satelliten- oder Flugzeugbasierte Aufnahmen zur Inventarisierung oder Monitoring von Fassadenbegrünungen nicht geeignet.

1.3.3. Unbemannte Luftfahrzeuge (Drohnen) zur Erhebung von Grünraumpotenzialen

Der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen (Drohnen) kann zum Monitoring von Grünbeständen und zur Erhebung des Grünraumpotenzials eine Alternative bzw. eine Ergänzung zur Verwendung von Flugzeug- oder Satellitenbasierten Aufnahmen darstellen (Fassnacht et al. 2016, Immitzer et al. 2017b). Insbesondere im Bereich der Fassadenbegrünung besteht ein großer Bedarf nach neuen Instrumenten und Methoden zur Unterstützung von Planungsschritten und der Steuerung von Erhaltungsmaßnahmen. Der Einsatz von Drohnen kann bei der Erhebung von gestalterischen, technischen und botanischen Kriterien unterstützen.

Die technische Entwicklung von Drohnen schreitet derzeit rasant voran und es werden laufend neue Anwendungsfelder erschlossen. Methoden und Anwendungsbereiche aus anderen Fachdisziplinen können für die Anwendung in der Gebäudebegrünung adaptiert werden bzw. zeigen die bereits heute verfügbaren technischen Möglichkeiten auf. So werden etwa in der Landwirtschaft Drohnen mit multispektralen oder hyperspektralen NIR (nahes Infrarot) Kameras ausgestattet, um die Gesundheit der Kulturpflanzen zu beobachten und frühzeitig Probleme zu erkennen. Durch Verwendung spezifischer Sensoren können die Bodenqualität, die Feuchtigkeit und die Pflanzensammensetzung lagegenau bestimmt werden (Gago et al., 2015). Auch im Architektur- und Bauwesen kommen Drohnen vermehrt zum Einsatz. Es können mit vergleichsweise geringem Aufwand auch schwer zugängliche Gebäudebereiche begutachtet werden. Durch die Anbringung einer hochauflösenden Kamera, können Drohnen die Grundlagen zur Baudokumentation und Bauinspektion liefern (Ham et al., 2016). Werden die Bilder entzerrt oder fotogrammetrisch ausgewertet, entstehen orthogonale, maßstabsgerechte Lagepläne, Fassadenansichten oder Dachaufsichten bis in Zentimetergenauigkeit. Mit einer Wärmebildkamera ausgerüstete Drohnen werden auch zur energetischen Inspektion verwendet, um Energieverluste lokalisieren zu können.

Die Anwendungsbeispiele zeigen ein beträchtliches Potenzial von Drohnen zur Anwendung in der Vegetationstechnik. Die tatsächliche Begrünbarkeit und die Auswahl der geeigneten Begrünungsvariante sind von einer Vielzahl von bautechnischen Kriterien abhängig. Detaillierte bautechnische Aufnahmen von Gebäuden können die Abschätzung des Begrünungspotenzials erheblich verbessern. Drohnen gestützte photogrammetrische Vermessungen und hochauflösende Bildaufnahmen sind vielversprechende Datengrundlagen zur detaillierten und realistischen Abschätzung des Begrünungspotenzials im Bestand. Auf Grund der schnellen Datenaufnahme haben Drohnenanwendungen ein großes Potenzial für deren Einsatz in der Stadt- und Quartiersplanung.

Neben der technischen und methodischen Entwicklung von Drohnenanwendung in der Vegetationstechnik sind v.a. die rechtlichen Rahmenbedingungen maßgebend für den Anwendungsfall. In Österreich werden die gesetzlichen Grundlagen für Luftaufnahmen mit einem unbemannten Luftfahrzeug im Paragraf 24c ff Luftfahrtgesetz festgelegt und durch die Luftfahrtbehörde Austro Control umgesetzt. Darin ist geregelt, dass bei jeder privaten oder gewerblichen Nutzung von unbemannten, ferngelenkten und mit einer Kamera ausgestatteten Fluggeräten luftverkehrsrechtliche Vorgaben, Datenschutz- und Urheberrechte beachtet werden müssen. Je nach Art des Einsatzgebietes und der Gewichtsklasse (unbebaut, unbesiedelt, besiedelt, dicht besiedelt, respektive bis 5, bis 25 und bis 150 kg Gesamtgewicht), werden unterschiedliche Anforderungen an den Piloten und sicherheitstechnische Voraussetzungen an das Luftfahrzeug gestellt. In der Regel benötigt man die Erlaubnis der Eigentümer, auch wenn die Aufnahmen nicht weitergegeben oder veröffentlicht werden (Behaneck, 2017). Für eine großflächige Anwendung im

urbanen Bestand stellen die rechtlichen Rahmenbedingungen und generalisierte Flugverbotszonen (etwa in Flughafennähe) einen limitierenden Faktor dar.

1.3.4. Google-Maps und Google-Maps 3D zur Erhebung von Grünraumpotenzialen

Die Vorteile von Google-Maps und Google-Maps 3D liegen in ihrer einfachen Bedienung, der sehr hohen räumlichen Auflösung der Daten und der freien Verfügbarkeit. Die zeitliche Auflösung der Daten und der Aktualisierungszyklus werden hingegen nicht angegeben. Speziell bei der Inventarisierung von Grünflächen ist die Datenaktualität ein wichtiges Kriterium. Alternativ können beispielsweise nationale Kartengrundlagen (z.B. basemap.at) verwendet werden. Google-Maps 3D stellt realistische 3D-Bilder von Gebäuden bereit. In Österreich sind alle Städte und größeren Siedlungsräume als 3D Modelle abrufbar. Die Google-Maps 3D Modellierung basiert auf einer Kombination aus Visualisierungstechniken und Bilderkennungsalgorithmen. Der große Vorteil zu Luftbildern ist die realistische Darstellung der Gebäudefassaden. Das macht Google-Maps 3D zu einem sehr hilfreichen Instrument zur Abschätzung von Grünraumpotenzialen. Es ermöglicht Planerinnen, eine erste Einschätzung von Begrünungspotenzialen vorzunehmen und kann eine Alternative zu Aufnahmen vor Ort darstellen. Für die Erhebung des Grünraumpotenzials auf Quartiers oder Stadtebene kann Google-Maps 3D ergänzend eingesetzt werden.

1.3.5. Altlastenatlas

Altablagerungen und Altstandorte, die als Verdachtsflächen gemeldet wurden und bei denen durch Gefährdungsabschätzung und Detailuntersuchungen nachgewiesen wurde, dass von ihnen eine erhebliche Gefahr für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgeht, werden als Altlasten in den Altlastenatlas eingetragen. Der Altlastenatlas wird als Verordnung im Bundesgesetzblatt kundgemacht (BGBl. II Nr. 232/2004 i.d.g.F.) und ist somit öffentlich verfügbar.

1.3.6. Verdachtsflächenkataster

Entsprechend den Bestimmungen des Altlastensanierungsgesetzes (ALSAG, BGBl. Nr. 299/1989 i.d.g.F) hat die Landeshauptfrau/der Landeshauptmann der/dem BundesministerIn für Nachhaltigkeit und Tourismus Verdachtsflächen bekanntzugeben.

Der Verdachtsflächenkataster wird vom Umweltbundesamt geführt und beinhaltet jene gemeldeten Altablagerungen und Altstandorte, für die der Verdacht einer erheblichen Umweltgefährdung aufgrund früherer Nutzungsformen ausreichend begründet ist. Die Eintragung einer Liegenschaft in den Verdachtsflächenkataster dokumentiert keinesfalls, dass von der Liegenschaft tatsächlich eine erhebliche Gefahr ausgeht. Ob von einer Verdachtsfläche tatsächlich eine erhebliche Gefahr ausgeht, muss durch entsprechende Untersuchungen (z.B. Boden- und Grundwasseruntersuchungen) nachgewiesen werden.

Die österreichweite Erfassung von Verdachtsflächen ist noch nicht abgeschlossen. Es sind daher noch nicht alle Verdachtsflächen im Verdachtsflächenkataster enthalten.

1.3.7. Registrierte Standorte

Durch die systematische Erfassung von Altablagerungen und Altstandorten werden alle potenziellen Standorte erfasst bzw. registriert. Diese Erfassung ist österreichweit im Wesentlichen schon abgeschlossen. Die Anzahl der registrierten Standorte ist nicht mit der Anzahl von Verdachtsflächen bzw. Altlasten gleichzusetzen.

2. Projektinhalt

2.1. Methodischer Zugang des Sondierungsprojekts Urbane GmbA

Nachfolgend ist der methodische Ablauf zur Erreichung der Projektziele Z1- Z7 dargestellt.

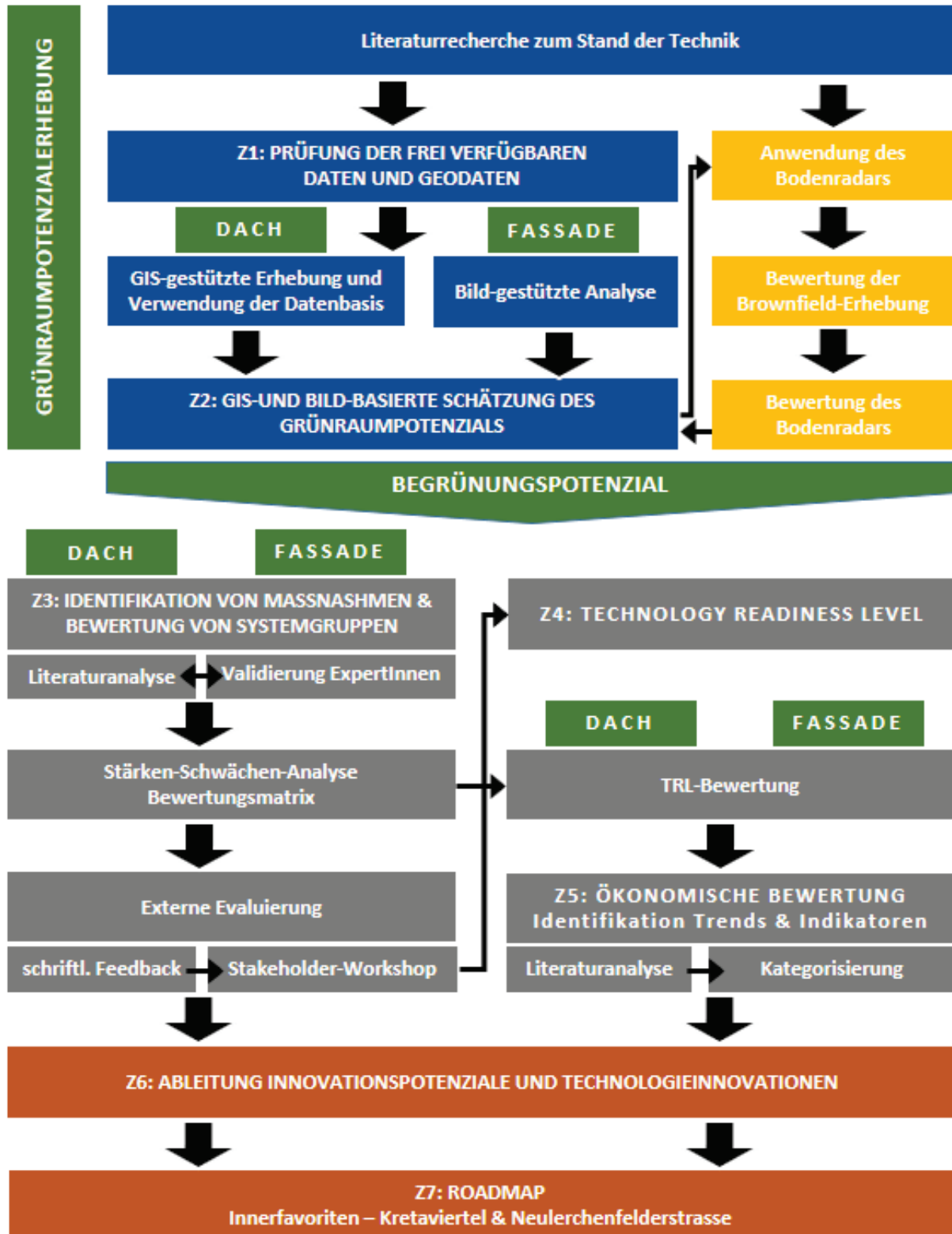


Abbildung 2: Methodischer Zugang zur Erreichung der Projektziele

2.2. Beschreibung der Projektgebiete

Neulerchenfelderstrasse

Das Projektgebiet umfasst die Neulerchenfelderstrasse im 16. Wiener Gemeindebezirk und den angrenzenden Gebäudebestand. Die Neulerchenfelderstrasse hat eine Länge von 980 m und erstreckt sich vom Lerchenfelder Gürtel bis zum Johann-Nepomuk-Berger-Platz. Das Projektgebiet weist eine stark unterschiedliche Bebauung auf. Neben Resten spätbarocker Bausubstanz und biedermeierlichen Häusern wechseln hoch- und spätgründerzeitliche sowie neuere Gebäude einander ab. Das Projektgebiet wurde in zwei Abschnitte unterteilt (siehe Abbildung 3). Der erste Abschnitt erstreckt sich vom Lerchenfelder Gürtel bis zur Kirchstetterngasse. Die Erdgeschoßzone wird stark vom Einzelhandel geprägt, während die Obergeschoßzone hauptsächlich als Wohnraum genutzt wird.

Im öffentlichen Freiraum gibt es in diesem Abschnitt keine Grünflächen. In Abschnitt zwei verengt sich der Straßenraum und die Gehsteige sind teilweise sehr schmal. In der Erdgeschoßzone gibt es Cafés, Büros, Wohnungen und Gemeinschaftsräume. Aber es kommen auch leerstehende Geschäftslokale vor. Auch in diesem Abschnitt wird die Obergeschoßzone hauptsächlich als Wohnraum genutzt. Ein kleiner Teil des Abschnitts ist als Schutzzone ausgewiesen, die die Erhaltung des charakteristischen Stadtbildes zum Ziel hat. Die Versorgung mit Grünflächen ist auch in diesem Bereich der Neulerchenfelderstrasse schlecht und es gibt nur eine kleine öffentlich zugängliche Grünfläche.



Abbildung 3: Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ im 16. Wiener Gemeindebezirk und die Einteilungen des Projektgebietes in zwei Abschnitte (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung)

Innerfavoriten – Kretaviertel

Das Projektgebiet umfasst das sogenannte Kretaviertel und einzelne Gebäude in Innerfavoriten (siehe Abbildung 4). Die Gebäude außerhalb des Kretaviertels wurden zum Projektgebiet hinzugefügt, da hier konkrete Vorhaben zur Gebäudebegrünung bereits existieren und die Projektergebnisse für die Umsetzung der Begrünungsmaßnahmen unterstützend wirken können. In dem Projektgebiet sind unterschiedliche Bebauungsstrukturen zu finden. Innerhalb der gründerzeitlich organisierten Blöcke kommen vereinzelt noch hoch- und spätgründerzeitliche Gebäude vor. Die meisten Gebäude im Projektgebiet stammen jedoch aus den Jahren nach 1945. Die großen Wohnblöcke und Wohnsiedlungen in Zeilenbauweise prägen das Projektgebiet. Viele der

großen Wohngebäude sind Gemeindebauten. Im Bereich der Quellenstraße wird die Erdgeschoßzone von Einzelhandel und Gaststätten geprägt. Im restlichen Projektgebiet kommen noch Geschäfts- und Vereinslokale sowie Werkstätten in der Erdgeschoßzone vor. Diese sind allerdings meist in Einzellage und die Erdgeschoßzone wird vorwiegend als Wohnraum genutzt. Die Obergeschoßzone wird im gesamten Projektgebiet überwiegend als Wohnraum genutzt. Im Süden des Projektgebietes befindet sich die Ankerbrotfabrik, ein historischer Industriebau, in dem sich heute Ateliers, Galerien und Schauräume befinden. In einem kleinen Teil des Projektgebietes besteht eine Schutzzone, die die Erhaltung des historischen Gebäudeensembles zum Ziel hat.

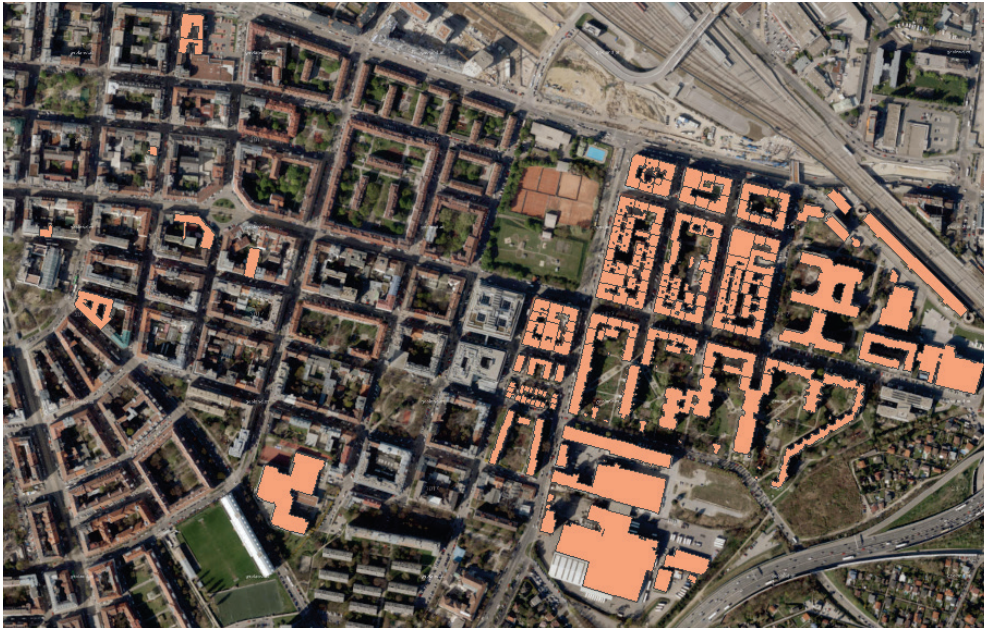


Abbildung 4: Projektgebiet „Innerfavoriten - Kretaviertel“, im 10. Wiener Gemeindebezirk (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung)

2.3. Anwendung von Potenzialerhebungsinstrumenten (Ziel 1)

2.3.1. Datenbasisprüfung und Grundlage zur Erhebung des Grünraumpotenzials

Explizit für Gebäudebegrünung gibt es derzeit wenige frei verfügbare Geodaten. Die im Projekt eingesetzte Datenbasis bildet ein umfangreicher Datenbestand aus frei verfügbaren Geodaten der Stadt Wien sowie aus frei verfügbaren externen Fachdaten. Aufbauend auf die Datenbasis wurde eine Methode zur Erfassung des Grünraumpotenzials entwickelt. Das Generalisierte Dachmodell (LOD2) bildete die Grundlage zur Erfassung der Bruttofassadenflächen und Dachflächen. Außerdem konnten sowohl die Neigung als auch die Exposition der Dächer berechnet werden. Weitere relevante Informationen zu den Gebäuden wurden aus unterschiedlichen Datensätzen extrahiert und mit den Gebäudeumrissen verschnitten. In Tabelle 1 werden die Datenquelle, die ursprüngliche Bezeichnung der Daten, eine Kurzbeschreibung des Datensatzes und die Verwendung im Projekt beschrieben. Aus bestehenden Datensätzen nicht ableitbare Daten wurden in einem weiteren Schritt durch fotogestützte Analysen ergänzt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Datenanalyse und Beschreibung der Datenbasis zur Erhebung des Grünraumpotenzials in den Projektgebieten

Datenquelle	Name	Kurzbeschreibung der Daten	Verwendung im Projekt
Stadt Wien - data.wien.gv.at	Flächen- Mehrzweck- karte (FMZK)	Eine digitale Stadtkarte von Wien, in der die kleinräumige Bodennutzung flächig darstellt wird. Der geringe Lagefehler von maximal 10 Zentimetern ermöglicht Analysen von sehr hoher Genauigkeit.	Die FMZK wurde als Grundlage für die Analyse der Lagebeziehung der Fassadenflächen und die Extraktion der Gebäudeumrisse verwendet.
Stadt Wien - data.wien.gv.at	Generalisiertes Dachmodell (LOD2) Wien	Aus den Gebäudegrundrissen der FMZK und einem Oberflächenmodell halb-automatisch abgeleitete prototypische Dachformen.	Auf Grundlage des 3D Dachmodells wurden die Dachflächen hinsichtlich ihres Begrünungspotenzials analysiert. Die Bruttofassadenflächen wurden aus diesem Datensatz extrahiert.
Bundesdenkmalamt	Denkmalliste Wien	Liste der unter Denkmalschutz stehenden unbeweglichen Denkmale.	Die unter Denkmalschutz befindlichen Gebäude wurden anhand der Denkmalliste identifiziert.
Stadt Wien – data.wien.gv.at	Bauperioden und Bautypologien Wien	Für große Teile des Wiener Stadtgebietes werden Informationen zu Bauperioden sowie zur Bautypologie der Gebäude erhoben. Die „Bauperioden Übersicht“ gliedert vereinfacht nach vier Zeiträumen. Die Kategorie „Bauperioden Detail“ ermöglicht eine feinere Unterteilung nach zehn Zeiträumen.	Die Bauperiode/Bautypologie ist die Grundlage für eine erste Einschätzung der Bebauungsstruktur und des Gebäudealters. Der Datensatz ist für die Projektgebiete nicht vollständig verfügbar.
Stadt Wien – data.wien.gv.at	Adressen Standorte Wien	Adressdetails, inklusive Adressnamen und Hausnummern	Über diesen Datensatz erfolgte die eindeutige Zuteilung der Adressen zu den untersuchten Gebäuden in den Zielgebieten
Umweltbundesamt – altlasten.gv.at	Altlastenatlas	Die Karte zeigt Flächen, die als Altlasten ausgewiesen sind (Prioritätenklassifizierung).	Diese Daten können zur Abschätzung des Begrünungspotenzials herangezogen werden.
Umweltbundesamt – umweltbundesamt.at	Verdachts- flächen- kataster	Alle eingetragenen Flächen liegen als Nachschlagewerk vor. Eingetragene Polygone sind nicht öffentlich verfügbar.	Kooperation mit dem Umweltbundesamt erforderlich.
Umweltbundesamt – umweltbundesamt.at	Registrierte Flächen	Alle eingetragenen Standorte liegen nicht als Polygone vor und sind auch nicht öffentlich verfügbar.	Kooperation mit dem Umweltbundesamt erforderlich.

2.3.2. Anwendung des Bodenradars

(1) Einsatzgebiete des Bodenradars

Das Bodenradar (Georadar, Ground Penetrating Radar GPR) kann auf vielfältige Weise zum Einsatz kommen, um Begrünungspotenziale abzuschätzen bzw. zu erfassen. Neben dem Einsatz auf Brownfields (Altlasten, Verdachtsflächen, registrierten Standorten, Brachflächen), wo Unerwartetes im Untergrund detektiert werden kann, ist auch der Einsatz auf Gehsteigen vor Gebäuden/Fassaden für die unmittelbare Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen am Gebäude von Interesse.

Untergenutzte Flächen wie Brownfields können ein Potenzial darstellen, wo Pflanzen dauerhaft oder auch nur temporär zum Einsatz kommen können (Cundy et al., 2016). Jede zusätzliche Datenerhebung stellt eine Bereicherung dar, die eine Abschätzung des möglichen Begrünungsaufwands erleichtern kann. Je nach rechtlichem Status (z.B. Verdachtsfläche – privat) ist die Zugänglichkeit vorab abzuklären.

Für die Begrünungspotenzial-Erhebung an Gebäuden ist das Zusammenspiel von Auswahl geeigneter Gebäude, Gehsteigbreite bzw. Beschaffenheit sowie Ausrichtung des Gebäudes von Bedeutung. Wertvolle Information über Einbauten im Gehsteig sowie weiterer Hinderungsgründe für die Gehsteigöffnung bzw. Begrünungsmaßnahmen können durch den Einsatz des Bodenradars erzielt werden.

(2) Funktionsweise des Bodenradars – Ground Penetrating Radar – GPR

Die Funktionsweise des Bodenradars oder Ground Penetrating Radar (GPR) ähnelt anderen geophysikalischen Verfahren zur Untergrunduntersuchungen wie Reflexions- oder Refraktionsseismik oder auch gängigen Ultraschall-Verfahren. Auch hier wird zumindest ein Sender und ein oder mehrere Empfänger benötigt, um einerseits ein Signal auszusenden als auch dieses wiederaufzunehmen. Die generell zerstörungsfreie Prüfung des Untergrundes erfolgt mit elektromagnetischen Wellen (elektromagnetisches Impulsreflexionsverfahren) im Frequenzbereich 20 – 2.500 MHz (Richards, J.A. 1998). Je höher die Frequenz (und damit je niedriger die Wellenlänge), desto geringer ist die Eindringtiefe. Das gesendete Signal wird im Untergrund durch die unterschiedlichsten Materialien (Sedimente, Korngrößenverteilung, Beton, Lufteinschlüsse, Hohlräume, Stahl, Wasser, etc.) beeinflusst. Hierbei sind die Leitfähigkeit und die Dielektrizitätskonstante der Materialien die kontrastgebenden Eigenschaften. Das ausgesandte Signal wird an Grenzflächen reflektiert oder gebrochen, wobei Amplitude des Signals und die Laufzeiten entsprechend aufgezeichnet werden. Die Eindringtiefen bzw. die vertikale Auflösung werden, wie schon erwähnt, von der Frequenz bzw. der Wellenlänge bestimmt. Die Abbildung 5 zeigt die theoretischen Zusammenhänge – dies würde bei der hier angewandten Antennenkombination 200/600 MHz eine Mindesteindringtiefe von 0,5 m mit einer maximalen Auflösung von 0,08 m für 600 MHz und eine Eindringtiefe von mindestens 1 m und einer vertikalen Auflösung von 0,25 m für 200 MHz ergeben. In der praktischen Anwendung konnten in nahezu allen Teststrecken größere Eindringtiefen erzielt werden (200 MHz: bis maximal 2-3 m; 600 MHz: bis maximal 1,5 m). Die verschiedenen Einflüsse wie Wasser- oder Luftsättigung des Porenraumes, Art des Materials im Untergrund oder auch die Art der Oberflächenabdeckung können einen wesentlichen Einfluss auf die erzielbaren Ergebnisse liefern.

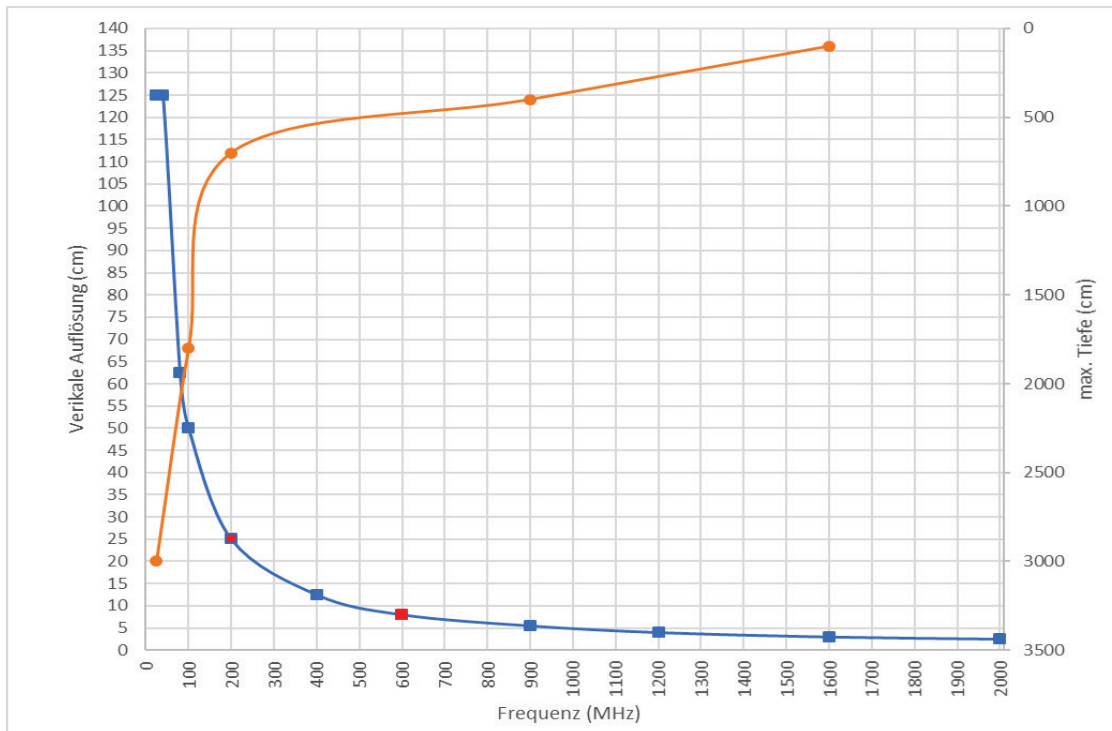


Abbildung 5: Verschieden Georadar-Frequenzen und deren minimale Eindringtiefen (orange Kurve) bzw. vertikale Auflösung (blaue Kurve). Rot gekennzeichnet sind die vom AIT eingesetzten Frequenzen von 200 MHz und 600 MHz.

Grundsätzlich ist vor einer Messung die beste für die vorliegende Fragestellung notwendige Antennenkombination zu bestimmen. Dies kann durch eine bereits bestehende Kenntnis der Untergrundverhältnisse und -eigenschaften erfolgen oder durch eine Überslagsberechnung „bestimmt“ werden. Wichtig für die Auswahl der richtigen Antennen ist die Mindesteindringtiefe und die notwendige Auflösung; basierend auf diesen Vorgaben ist es möglich abzuschätzen, ob das Bodenradar die gewünschten Ergebnisse liefern kann oder nicht. Eine Verbesserung der Ergebnisse kann möglicherweise in Kombination mit anderen geophysikalischen Methoden erzielt werden (vgl. *Electromagnetic Induction (EM) - Methoden*^{1,2}). Nichts desto trotz sind auch diese von denselben Bodeneigenschaften abhängig wie GPR und unterliegen denselben oder ähnlichen Einschränkungen.

(3) Erfassung und Erhebung von Brownfields

Die öffentlich zur Verfügung stehenden Daten des **Altlastenatlas** können direkt für die Erhebung des Begrünungspotenzials herangezogen werden. Die **Verdachtsflächen** sind zwar öffentlich durch Grundstücksnummern auf der Homepage des Umweltbundesamtes abrufbar (www.umweltbundesamt.at), liegen jedoch nicht als öffentlich verwendbare Shape-Dateien vor. Für

¹ Das elektromagnetische (EM) Induktionsverfahren basiert auf der Messung der Änderung der gegenseitigen Impedanz zwischen einem Paar Spulen auf oder über der Erdoberfläche.

² Derzeitige Anwendungen sind in der Kriegsmittelerkundung, Salzwasserintrusionen, Archäologie, Glaziologie, etc. zu finden.

die Erhebung des Begrünungspotenzials wurden Shape-Dateien vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt, jedoch sind die einzelnen Standorte (Verdachtsflächen) aus datenschutzrechtlichen Gründen nur in anonymisierter Form in die Erhebungen des Begrünungspotenzials eingeflossen.

Alle **registrierten Standorte**, die beim Umweltbundesamt aus Sicht einer potenziellen Umweltbeeinträchtigung vorliegen, geben nur Hinweise darauf, dass auf diesen Standorten mit potenziellen Schadstoffen hantiert wurde. Das Nichtvorhandensein von Flächendaten (Polygonen) sowie detaillierten Informationen zu den jeweiligen registrierten Standorten lassen eine weitere Nutzung zur Erhebung des Begrünungspotenzials als nicht relevant erscheinen.

Laut den statistischen Erhebungen des Umweltbundesamtes mit dem Stand vom 01.01.2018 liegen für Wien 14.501 Altstandorte und 342 Altablagerungen vor. In Summe sind das 14.843 registrierte Standorte, die durch weitere Untersuchungen (Erstabschätzung) bisher zu 103 Eintragungen in den Verdachtsflächenkataster führten (Granzin und Valtl, 2018). Nach weiteren Detailuntersuchungen wurden in Wien bisher 29 Standorte als Altlasten im Altlastenatlas ausgewiesen.

Die 14.843 Standorte liegen bisher nur als punktförmig verortete Standorte vor und weisen keine flächenmäßige Darstellung als Polygon auf. Lediglich die 103 Verdachtsflächen sowie die 29 Altlasten liegen als Polygone vor und können als Datengrundlage für die Erhebung des Flächenpotenzials herangezogen werden (siehe Tabelle 2).

In der Publikation „Urban Catalyst“ - „Strategien für temporäre Nutzungen — Entwicklungspotenziale für urbane Residualflächen in europäischen Metropolen (Amsterdam — Berlin — Helsinki — Neapel — Wien)“ (MA 18, 2003) wird dargelegt, dass die Wiener Stadtfigur mit einem einzigen historischen Zentrum als Mittelpunkt und nach außen fast gleichmäßig und konzentrisch abfallende Dichten und Wertigkeiten besitzt, schon aus diesen geometrischen Gründen wenig zentrumsnahe Brachflächen. Dies konnte aufgrund von Sichtung der digitalen Karten (siehe Anhang, Kapitel 9.2) bestätigt werden.

Tabelle 2: Datengrundlage zur Erhebung von „Brownfields“

Datengrundlagen	Verfügbarkeit	Standortanzahl für Wien
Altlastenatlas	öffentlich , als Polygon verfügbar	29
Verdachtsflächenkataster	als Polygon bei der Umweltbundesamt GmbH vorhanden, nur mit Grundstücksnummer abrufbar	103
Register der gemeldeten Standorte	Punktförmig bei der Umweltbundesamt GmbH vorhanden, nicht öffentlich	14843

(4) Kriterien für die Erhebung des Begrünungspotenzials

Für die Befahrung mit dem Bodenradar wurden folgende Kriterien zusammengestellt, die für die Erhebung des Begrünungspotenzials von Relevanz sind:

- Oberflächenbeschaffenheit (z.B. Asphalt, Beton, Kiesweg)

- Schichtstärken (z.B. ohne qualitativer Zuordnung mit Ausnahme der obersten Schicht wie Asphalt, Beton oder Schotterrasen/Kies)
- Schichtaufbau (z.B. Anzahl der identifizierten Schichten)
- Störkörper (Identifikation z.B. Fundament, Mauer, Rohrleitungen)
- Bodenqualität (grobe Zuordnung nach Möglichkeit wie z.B. Zunahme des Feinkornanteiles ins Liegende)
- Grundwasserspiegel (Identifikation eines GW-Spiegels und dessen Lage)
- Räumliche Lage im Verband des Umfeldes (Übergang zu anderen benachbarten Untergrundverhältnissen bzw. Bebauungen – fließend, abrupt, etc.)

2.4. Ökonomische Bewertung

Die Hinterlegung von Maßnahmen zur Etablierung von Grünen Infrastrukturen mit ökonomischen Werten gewinnt zunehmend an Bedeutung (Center for Neighborhood Technology, 2010). Häufige, durchaus brauchbare Ansätze liegen in einfachen Kosten-Nutzenanalysen, oder, wie für Fassaden- und Gründachstrukturen naheliegend, in der Gegenüberstellung von Errichtungs- und Betriebskosten. Die Kosten-Nutzen-Analyse (Cost Benefit Analysis CBA) ist eine Methode des Kostenmanagements, welche als Entscheidungsgrundlage bei komplexen Planungsaufgaben und großen (öffentlichen) Investitionsvorhaben herangezogen wird, um ökonomische Fehlentscheidungen durch eine rein monetäre Bewertung von Projekten zu vermeiden (Voegelé und Sommer, 2012).

Komplexer ist der Zugang über den *Total Economic Value* (TEV), der direkte Nutzen (z.B. Versorgung mit Wasser oder Lebensmittel), indirekte Nutzen (Luft, Klimaregulierung) und auch non-use-values (Schutz der Umwelt für die künftigen Generationen, künftige Umweltaspekte etc.) inkludiert bzw. Kosten und Benefits gegenüberstellt (Europäische Kommission, 2012).

Der TEV hat sich in der Bewertung von urbanen Ökosystemen und grünen Infrastrukturen verbreitet durchgesetzt. Der Ansatz bemüht sich darum, ein Verständnis zu erlangen über die potenziell ökonomisch und gesellschaftlich schlagend werdenden Benefits durch die Adaptierung urbaner Umwelt. Investment in grüne Infrastrukturen auf lokaler Ebene soll auf eine gleichwertige Höhe mit Investment in graue Infrastruktur gelangen.

Zunehmend stehen Handbücher und Instrumentenleitfäden, wie etwa der britische Green Infrastructure Valuation Toolkit (Mersey Forest, 2018) oder das Green Paper der Victoria University of Melbourne für diverse Wert- und Bewertungsansätze zur Verfügung, die insbesondere Investoren und Entwicklungsagenturen und -initiativen, Stadt- und Regionalplaner unterstützen sollen (Mersey Forest, 2010; Jones et al., 2015).

In Kap. 1177.3 werden aktuelle Trends von Bewertungsansätzen für Grüne Infrastrukturen erhoben und nach verschiedenen Gesichtspunkten und methodischer Auseinandersetzung analysiert.

2.5. Anwendung des Technology Readiness Levels

Das Technology Readiness Level (TRL) ist ein bereits vergleichsweise altes Instrument, es wird in der zweiten und dritten Säule von Förderprogrammen wie beispielsweise Horizon 2020 als Messlatte für die Einstufung einer Produktentwicklung angewendet. Mit der neunstufigen TRL-Skala (siehe Abbildung 6) lässt sich so die Marktnähe beurteilen. Stufe 1 bis 6 beschäftigt sich mit den Schritten der „Vor-Wettbewerbsfähigkeit“, ab Stufe 7 spricht man von marktnahen Projekten. Die unten abgebildete Skala erläutert die TRL-Stufen und den Anwendungsbereich in Horizon 2020, wobei die Einstufung auch zur Förderung von Technologieinnovationen in verschiedenen Programmen abseits von Horizon 2020 angewendet wird, so auch im Programm Stadt der Zukunft anwendbar und akzeptiert ist.

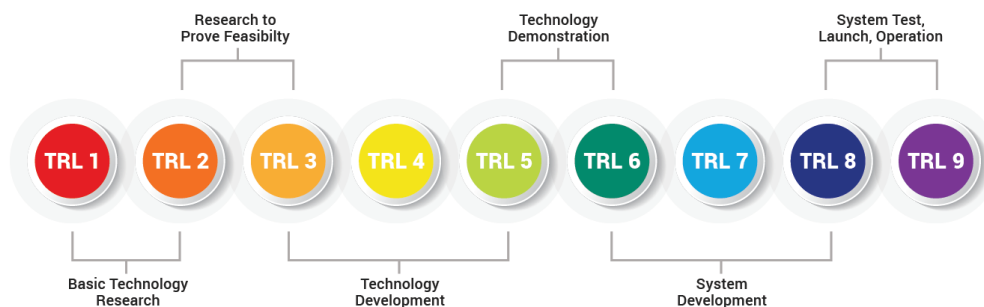


Abbildung 6: neunstufige Skala des Technology Readiness Levels (ABACO 2018)

Die Beurteilung des TRL kann je nach Aufgabenstellung durchaus unterschiedlich komplex ausfallen und nach verschiedenen Methoden qualitativ, quantitativ, deskriptiv mehr oder weniger objektiv oder subjektiv erfolgen. Weitere Komponenten stellen die im Rahmen von urbanen Technologieinnovationen, so auch bei Begründungen relevanten Aspekte sozioökonomischer Auswirkung. Es wurde daher das durch BMVIT in Auftrag gegebene Modell nach Ornetzeder et al. (2016) adaptiert und zur Abschätzung der Reife soziotechnischer Innovationen für die Stadt der Zukunft angewendet.

Tabelle 3: Elemente soziotechnischer Innovationen und Definition von Reifegraden der Elemente (Ornetzeder et. al., 2016)

Parameter zur Bewertung	geringe Reife (g.R.)	mittlere Reife (m.R.)	hohe Reife (h.R.)
Technik	Beschreibbares Funktionsprinzip, Nachweis der Funktionstüchtigkeit (TRL 1-3)	Prototyp im Einsatz, Demonstrationsanlage (TRL 4-7)	Qualifiziertes System, marktgängige Lösung (TRL 8-9)
Regeln	Normative Zielsetzungen kaum vorhanden Keine Regulierung	Normative Zielsetzungen teilweise vorhanden Rahmen für Regulierung vorhanden	Normative Zielsetzungen und Regulierungsrahmen weitgehend ausformuliert
Nutzerpraktiken und Märkte	Weder NutzerInnen noch Märkte vorhanden	Lead-user und Nischenmärkte	Unterschiedliche NutzerInnentypen und Erfahrungen, entwickelte Märkte
Kulturelle Bedeutungen	Kulturelle Bedeutung ist artikulierbar jedoch nicht akzeptiert	Bedeutung in zumindest einer Sub-Kultur artikuliert und akzeptiert	Allgemeine hohe Bedeutung artikuliert und akzeptiert

Parameter zur Bewertung	geringe Reife (g.R.)	mittlere Reife (m.R.)	hohe Reife (h.R.)
Infrastruktur	Wesentliche Anpassungen bzw. neue Infrastruktur notwendig, jedoch nicht vorhanden	Anpassungen bzw. neue Infrastruktur teil-weise notwendig und teilweise bereits vorhanden	Wesentliche Anpassungen bzw. neue Infrastruktur nicht notwendig oder bereits weitgehend angepasst
Produktions-netzwerke	Einzelanfertigung für Forschungszwecke möglich	Produktion für Demo- und Pilotanlagen bzw. kleine Stückzahlen vorhanden, Aus-weitung der Produktion möglich	Funktionsfähige Wert-schöpfungs- und Lieferkette vorhanden
Wartungsnetzwerke	Nicht vorhanden	In Einzelfällen vorhanden bzw. wird von bereits bestehenden Netzwerken teilweise durchgeführt	Zwei oder mehr alternative Anbieter

Entsprechend den Reifegraden nach Ornetzeder et al. (2016) (grade, mittel und hoch) wurden die in oben angeführter Tabelle Parameter in folgenden Teilschritten bewertet:

- 1) Die in der Bewertungsmatrix definierten und identifizierten Technologien und Systemgruppen wurden auf Basis der Stärken-Schwächen-Analyse mit Werten von 1 bis 5 versehen und bezüglich den systembezogenen Faktoren vereinfacht und gemittelt. Je System und Komponenten-Kategorie wurden die vom Maximum erreichbaren Prozentwerte bestimmt. Diese dienen nur unterstützend der groben Orientierung und Einordnung in das TRL.
- 2) Anschließend wurden für jede Technologie deskriptiv die Charakteristika, Vor- und Nachteile für die Faktoren Technik, Ökonomie und Ökologisch-Soziales erfasst und begründet, wie etwa Entwicklungsstatus, Akzeptanz etc.
- 3) Dieses Hintergrundwissen wurde der Bewertung von Ornetzeder et al. (2016) zugeordnet und ein TRL-Wert bzw. Wertebereich nach den Parametern zur Bewertung vergeben.

Das Ergebnis ist eine eigene (grobe) Auswertung mit einer anschließenden Umlegung nach Kategorien, daraus ergab sich ein generelles TRL und ein Mittel. Dazu wurde schließlich die Bedeutung für das Innovationspotenzial erfasst.

2.6. Identifikation von Maßnahmen und Bewertung von Systemgruppen

Im Bereich der Gebäudebegrünung gibt es eine große Vielfalt an Begrünungssystemen mit unterschiedlichen technischen Anforderungen und Funktionen. Im Rahmen des Projektes wurden die State of the Art- Technologien im Bereich der Gebäudebegrünung einer Stärken- und Schwächenanalyse unterzogen. Als Grundlage wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Es wurden aktuelle Normen, Leitfäden und wissenschaftliche Publikationen recherchiert (siehe

Tabelle 4).

Anhand der vorliegenden Referenzen konnte eine erste Kategorisierung der Begrünungssysteme in Systemgruppen vorgenommen werden. Außerdem wurden Kriterien identifiziert, anhand derer die unterschiedlichen Merkmale der Systemgruppen erfasst und verglichen werden konnten. Die Kriterien bildeten die Grundlage für die spätere Bewertung der Stärken und Schwächen der Systemgruppen.

Als nächster Schritt wurden die Ergebnisse der Literaturrecherche innerhalb des Projektkonsortiums diskutiert, evaluiert und ergänzt. Getrennt in Fassaden- und Dachbegrünungen wurden Systemgruppen festgelegt, die im Projektkonsortium bewertet wurden. Es wurden sämtliche relevante Kriterien zusammengefasst und in „Technische Komponenten“, „Ökonomische Komponenten“ und „Soziale/Ökologische Komponenten“ gegliedert.

Anschließend wurden die Systemgruppen anhand der Kriterien bewertet. Es wurde bewertet, inwiefern das jeweilige Kriterium zutrifft bzw., wie vor- oder nachteilig das Kriterium für den Erfolg der jeweiligen Systemgruppe ist. Die Bewertung erfolgte in den Kategorien „sehr positiv/stark“, „positiv/mäßig stark“, „neutral/mäßig schwach“ und „sehr negativ/schwach“. Die Kategorien wurden mit Farben des Ampelschemas hinterlegt.

Je nach Ausführung können innerhalb der Systemgruppen unterschiedliche Effekte entstehen oder Funktionen erfüllt werden. Es wurden systembezogene Faktoren definiert, die spezielle Ausführungsvarianten eines Systems in die Bewertung integrierbar machen.

Das Ergebnis sind zwei Bewertungsmatrizen (jeweils für Dach- und Fassadenbegrünung), die jeweilige Stärken- und Schwächen zusammenfassen und graphisch darstellen. Die Matrizen wurden anschließend im Rahmen eines Stakeholder-Workshops mit externen ExpertInnen validiert und ergänzt. Die ausführlichen Bewertungsmatrizen finden sich im Anhang dieses Berichtes (siehe Kapitel 5.7 und siehe Anhang, Kapitel 9.1).

Tabelle 4: Übersicht über die zentralen Literaturwerke, die als Grundlage für die Bewertung potenzieller Begrünungsmaßnahmen herangezogen wurden.

Literatur	Quelle
Neuaufgabe: Leitfaden Fassadenbegrünung	MA 22, Wien, unveröffentlicht
Erste Auflage: Leitfaden Fassadenbegrünung	ÖkoKauf Wien, 2013
Neuaufgabe: FLL - Gebäude Begrünung und Energie. Potenziale und Wechselwirkungen	FLL – Schriftenreihe „Forschungsvorhaben“
Fassaden und Pflanze, Potenziale einer neuen Fassadengestaltung	Dissertation, Pfoser, N. (2016), TU Darmstadt
Neuaufgabe: Leitfaden Dachbegrünung	Stadt Wien, unveröffentlicht
Erste Auflage: „Logisch gedacht ist ökologisch bedacht“. Ein Leitfaden für die Dachbegrünung	die umweltberatung Wien, 2009
ÖNORM – L1131:2010	Gartengestaltung und Landschaftsbau – Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken, Ausgabe: 2010-03-01

3. Ergebnisse

3.1. Erhebung der Flächenpotenziale in den Projektgebieten (Ziel 2)

3.1.1. GIS-gestützte Erhebung des Grünraumpotenzials der Fassadenflächen

In einem ersten Schritt wurde der Bezug der Fassadenflächen in den Projektgebieten zur angrenzenden Bodennutzung mittels Nachbarschaftsanalysen in ArcGIS berechnet. Dazu wurden zuerst die Fassaden des 3D Dachmodells (LOD2) von den übrigen Wandelementen getrennt. Als nächster Schritt wurden die Bodennutzungsklassen der Flächenmehrzweckkarte (FMZK) reklassifiziert. Insgesamt wurden sechs Klassen gebildet. Die Klassen wurden so gewählt, dass sie eine erste Einschätzung der Außenwirkung sowie der Umsetzbarkeit einer potenziellen Begrünungsmaßnahme unterstützen (siehe Tabelle 5 und Abbildung 7):

- Zur Bildung der ersten beiden Klassen „Gehsteigbreite < bzw. $\geq 2,2$ m“ wurden Flächen, die in der FMZK als Gehsteige ausgewiesen sind, hinsichtlich ihrer Breite analysiert. Die Gehsteigbreite gibt einen wichtigen Hinweis auf die Umsetzbarkeit von trog- und bodengebundenen Begrünungssystemen. Je nach Lage des Gehsteigs bestehen unterschiedliche Regel- und Mindestbreiten. Beispielsweise gilt bei Gehsteigen neben Längsparkordnung eine Regelbreite von 2 m und eine Mindestbreite von 1,5 m. Bei Gehsteigen neben Fließverkehr bei $V85 \leq 50$ km/h liegt die Regelbreite bei 2,2 m und einer Mindestbreite von 1,5 m (FSV, RVS 03.02.12, 2004). Auf Grundlage der Regel- und Mindestbreiten wurden Gehsteige den Klassen „Gehsteig - Breite $\geq 2,2$ m“ und „Gehsteig - Breite < 2,2 m“ zugeordnet.
- Die Klasse „Fußgängerzone“ umfasst Fassaden, deren potenzielle Begrünungsflächen eine sehr hohe Außenwirkung haben.
- Der Klasse „Grünraum“ zugeordnete Fassaden haben ein hohes Potenzial für bodengebundene Begrünungssysteme, da ein direkter Bodenkontakt ohne Entsiegelungsmaßnahmen herstellbar ist.
- Im Gegensatz dazu sind der Klasse „Private Parkplätze und Verkehrsflächen“ zugeordnete Fassaden im Regelfall an versiegelte Flächen angrenzend. Außerdem kann die Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen durch die bestehende Nutzung als Park- und Verkehrsfläche weiter erschwert werden.
- Bei Fassaden der Klasse „Befestigte Flächen“ muss ebenfalls davon ausgegangen werden, dass zur Umsetzung von bodengebundenen Begrünungssystemen Entsiegelungsmaßnahmen umgesetzt werden müssen.
- Fassaden ohne Bodenanschluss, deren Fuß an ein Flachdach angrenzt, wurde das Attribut „Ohne Bodenanschluss - Flachdach“ zugeschrieben. Hier können Potenziale für troggebundene Begrünungssysteme liegen.

Die Bruttofassadenfläche der unterschiedlichen Fassadentypen wurde anschließend für jedes Gebäude im Projektgebiet berechnet.

Tabelle 5: Auflistung und Beschreibung der Klassen zur Erhebung des Bodenanschlusses von Fassaden

Klassen	Beschreibung
Gehsteig - Breite $\geq 2,2$ m	an Gehsteigen mit einer Mindestbreite von 2,2 m angrenzende Fassaden
Gehsteig - Breite $< 2,2$ m	an Gehsteigen mit Breiten von weniger als 2,2 m angrenzende Fassaden
Fußgängerzone	an als Fußgängerzone ausgewiesene Verkehrsflächen angrenzende Fassaden
Befestigte Fläche	an befestigte und versiegelte Flächen angrenzende Fassaden.
Private Parkplätze und Verkehrsfläche	an Verkehrsflächen auf Privatgrund (z.B. Einfahrten, Parkplätze) angrenzende Fassaden
Grünraum	an Grünraum angrenzende Fassaden (sämtliche Grünflächen und sonstige unversiegelte Flächen)
Ohne Bodenanschluss - Flachdach	Fassaden ohne Bodenanschluss, deren Fuß an ein Flachdach angrenzt

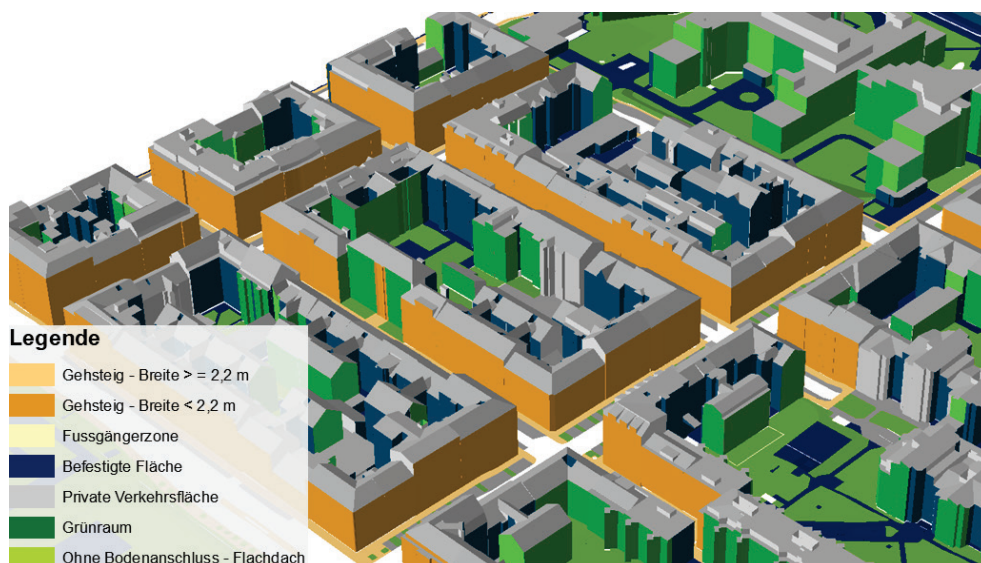


Abbildung 7: Gebäudefassaden im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ klassifiziert nach der umgebenden Bodennutzung

3.1.2. GIS-gestützte Erhebung des Grünraumpotenzials der Dachflächen

Im Leitfaden für Dachbegrünungen in Wien (2009) wird die Dachneigung als ein maßgeblicher Faktor für die Sinnhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit einer Dachbegrünung angeführt. Aus diesem Grund wurden auf Basis des Generalisierten Dachmodells (LOD2) die Dachflächen in den Projektgebieten nach deren Neigung in vier Klassen eingeteilt. Die Grenzen der Klassen wurden an die Empfehlungen des Leitfadens für Fassadenbegrünungen („die umweltberatung“ Wien, 2009) und an den Gründachpotenzialkataster (Vali, 2011) angepasst. Die Ausrichtung der Dachflächen ist ein wichtiger

Parameter zur Beschreibung des Pflanzenstandorts. Daher wurde die Ausrichtung der Dächer berechnet und in die Klassifikation integriert (siehe Abbildung 8).

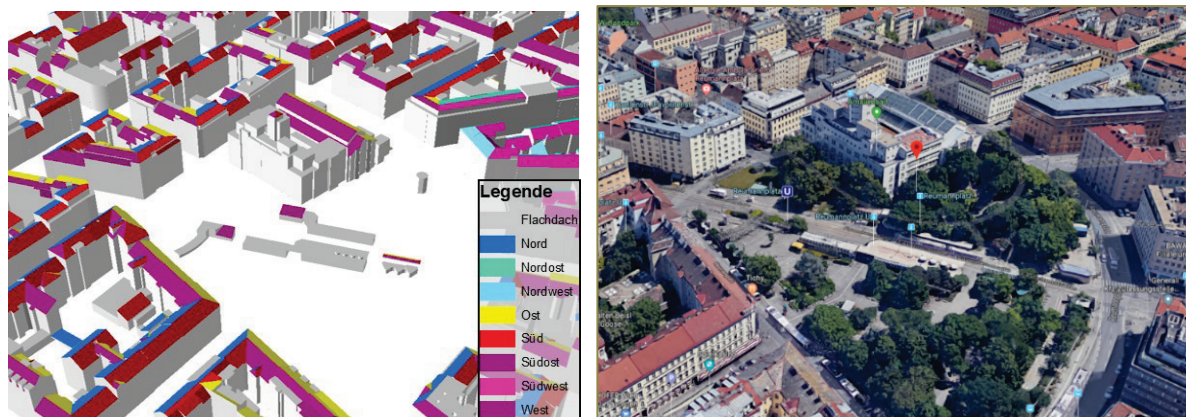


Abbildung 8: Dachflächen klassifiziert nach deren Ausrichtung im Bereich Reumannplatz (1100 Wien) (links) und Referenzbild aus Google-Maps 3D (rechts)

Es wurde eine eigene Klasse für schräge Dachflächen ($15^{\circ},1 - 45^{\circ}$) in exponierten Lagen ($135^{\circ} - 225^{\circ}$) gebildet, da für diese Flächen von einem sehr geringen Begrünungspotenzial ausgegangen werden muss (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Klassifizierung der Dachflächen zur Abschätzung des Begrünungspotenzials und Beschreibung der Klassen

Klassifizierung der Dachflächen		Beschreibung der Klassen
Neigung	Exposition	
$0^{\circ} - 5^{\circ}$	$0^{\circ} - 360^{\circ}$	In dieser Neigungsklasse können Dächer mit relativ geringem Aufwand sowohl intensiv als auch extensiv begrünt werden (Vali, 2011).
$5,1^{\circ} - 15^{\circ}$	$0^{\circ} - 360^{\circ}$	Möglichkeit einer Extensivbegrünung („die umweltberatung“ Wien, 2009).
$15^{\circ},1 - 45^{\circ}$	$0^{\circ} - 134,9^{\circ}$ und $225,1^{\circ} - 360^{\circ}$	Ab einer Dachneigung von 15° erfordert es den Einbau spezieller Schubwellen zur Abrutschsicherung des Aufbaus. Extensivbegrünungen können bis zu einer Dachneigung von 45° umgesetzt werden („die umweltberatung“ Wien, 2009).
$15^{\circ},1 - 45^{\circ}$	$135^{\circ} - 225^{\circ}$	Südost bis Südwest ($135 - 225$ Grad) exponierte Dachflächen, die stark bis sehr stark geneigt sind. Diese Dachflächen werden als „Exponiert“ ausgewiesen. Durch die exponierte Lage wird hier eine Begrünung zusätzlich erschwert.
$> 45^{\circ}$	$0^{\circ} - 360^{\circ}$	Dachbegrünungen sind in der Regel nicht mehr möglich („die umweltberatung“ Wien, 2009).

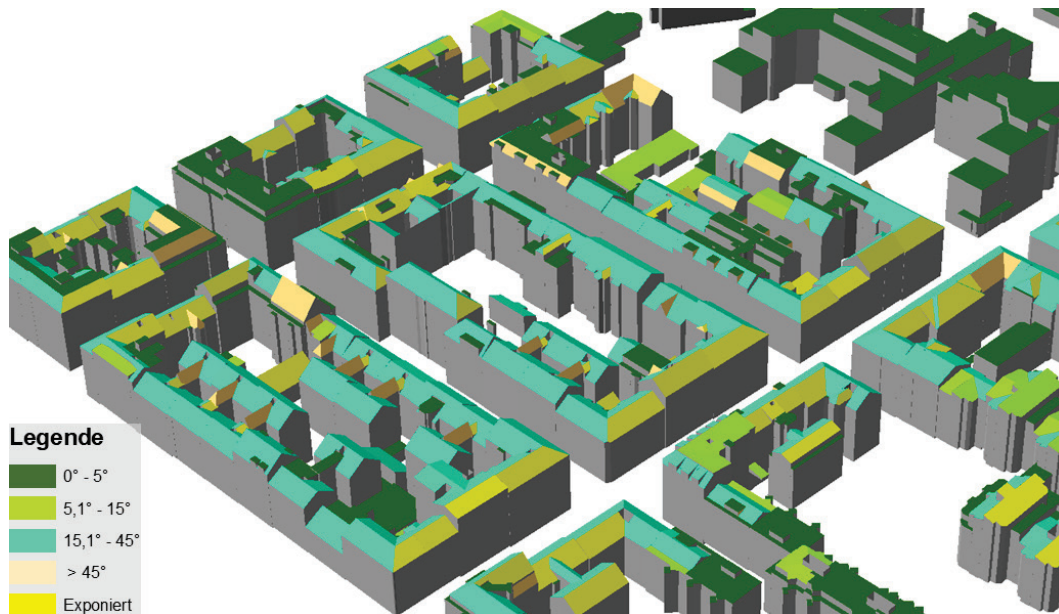


Abbildung 9: Neigung und Exposition als Grundlage zur Abschätzung des Begrünungspotenzials

3.1.3. Fotogestützte Analyse der Gebäude in den Projektgebieten und Aggregation der erhobenen Daten

Die gesammelten Geo- und Fachdaten sowie die Ergebnisse der GIS-gestützten Analyse wurden durch Felderhebungen ergänzt. Von den Außenfassaden in den Zielgebieten wurden Fotos gemacht. Anschließend wurden anhand der Fotos ergänzende Informationen zu relevanten Eigenschaften der Fassaden erhoben. Ergänzend wurde Google-Maps 3D für die Erhebung herangezogen. Die Aufnahmen der Fassaden wurden in die Erdgeschoß- und Obergeschoßzone gegliedert (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Aufnahme eines Gebäudes im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ als Grundlage zur Erhebung relevanter Eigenschaften der Fassaden und die Gliederung in Erdgeschoß- und Obergeschoßzone

Es wurden Kriterien definiert, die für die Ermittlung des Grünraumpotenzials von Gebäuden relevant sind. Anschließend wurden die Kriterien in vier Kategorien gegliedert. In der Kategorie „Allgemeine Informationen“ finden sich sämtliche Informationen bezgl. Identifikation, Verortung, Nutzung und Schutzstatus der jeweiligen Gebäude. Die übrigen Kategorien gliedern die Gebäude in drei Bereiche, die unterschiedliche Anforderungen bei der Erfassung des Grünraumpotenzials darstellen.

- Die Kategorie „Straßenseitige Fassaden“ umfasst sämtliche Fassaden mit Ausrichtung in den öffentlichen Raum. Diese Fassaden haben eine starke Außenwirkung. Auch werden die Fassaden dieser Kategorie, vor allem in der Erdgeschoßzone, sehr vielseitig genutzt (z.B. Vitрины, Werbeflächen). Die Erhebung der Fassadeneigenschaften basiert primär auf den Fotoaufnahmen.
- Fassaden, die vom öffentlichen Raum aus nicht oder kaum einsehbar sind, wurden der Kategorie „Innenhofseitige Fassaden“ zugeordnet. Auf Grund der eingeschränkten Zugänglichkeit, stützt sich die Erhebung dieser Kategorie rein auf die Interpretation von Google-Maps 3D (siehe Abbildung 11).
- In der Kategorie „Dachflächen“ werden die Kriterien zur Erhebung des Gründachpotenzials zusammengefasst.



Abbildung 11: links: Beispiel im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ für die Darstellung der straßenseitigen und rechts: der innenhofseitigen Gebäudeansicht in Google-Maps 3D

3.2. GIS- und Bild-basierte Schätzung des Begrünungspotenzials

Die Abschätzung des Begrünungspotenzials erfolgte auf zwei Ebenen. Es wurden zum einen allgemeine Informationen zum Grünraumpotenzial der Gebäude zusammengefasst und zum anderen die begrünbare Nettofläche der Fassaden sowie die Flächen potenziell begrünbarer Dächer berechnet. Nachstehend werden die erfassten Kategorien zur Ermittlung des Grünraumpotenzials und deren Berechnungsgrundlage beschrieben.

Allgemeine Informationen zum Grünraumpotenzial der Gebäude

Nutzung: Die Nutzung der Gebäude kann einen wesentlichen Einfluss auf die Umsetzbarkeit und die Rahmenbedingungen von Maßnahmen der Gebäudebegrünung haben. Es wurde in folgende Klassen unterschieden: Bildung (Schule, Kindergarten, Universität); Kirchengebäude (Gebetshaus); Handel,

Gewerbe und Dienstleistung (Geschäftslokale, Werkstätten und Büros); Gaststätten (Betriebe im Gastgewerbe).

Schutzstatus: Gebäuden, die in einer Schutzzone liegen oder unter Denkmalschutz stehen, wurden das Attribut „Schutzstatus“ zugeschrieben. Diese Kategorie gibt einen Hinweis auf mögliche Auflagen gemäß der Bauordnung oder dem Denkmalrecht, die im Zuge von Begrünungsmaßnahmen relevant sein können.

Allgemeine Informationen zum Grünraumpotenzial der Fassaden (getrennt in Erdgeschoß- und Obergeschoßzone und straßenseitige und innenhofseitige Fassaden):

Fassadenstrukturen: Sämtliche Fassadenelemente, die einen Einfluss auf die Begrünbarkeit haben können, wurden erhoben. Dazu gehören Balkone, Stuck, Schriftzüge, Fresken, Werbeflächen, Garageneinfahrten und Vitrinen. Im Anschluss wurde der Flächenanteil der Fassadenelemente an der Gesamtfläche abgeschätzt. Die Schätzung erfolgte in 25% Intervallen. Die Erhebung der straßenseitigen Fassadenelemente erfolgte auf Grundlage der aufgenommenen Fotos. Für die Aufnahmen der innenhofseitigen Fassadenelemente wurde Google-Maps 3D verwendet. Bei stark strukturierten Fassaden mit einem hohen Deckungsgrad an Fassadenelementen wird von einem geringen Grünraumpotenzial ausgegangen. Ab einem Deckungsgrad von $\geq 75\%$ der Gebäudefassaden mit Fassadenelementen wird das Attribut „Strukturierte, bedeckte Fassaden“ zugeschrieben.

Historisch repräsentative Fassade: Fassaden von historisch repräsentativem Charakter wurden ausgewiesen. Bei diesem Fassadentyp ist mit speziellen Anforderungen bei der Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen zu rechnen. Die Einschätzung erfolgte subjektiv und spiegelt keine rechtlichen Rahmenbedingungen wider.

Informationen zu Potenzialen der Begrünbarkeit mit boden- und troggebundenen Begrünungssystemen:

Gehsteigbreite: Die Gehsteigbreite ist ein wesentlicher Parameter bei der Einschätzung, ob boden- oder troggebundene Begrünungssysteme installiert werden können. In Relation zur angrenzenden Mindestgehsteigbreite werden den Gebäuden die Attribute „Gehsteig - Breite $\geq 2,2$ m“ und „Gehsteig - Breite $< 2,2$ m“ zugeschrieben.

Kellerfenster: Eine potenzielle Begrünungsvariante ist die Nutzung von alten Kohlekellern als Pflanzraum. Die Fassadenbegrünung kann durch die Kellerfenster verlaufen. Gebäude mit Kellerfenstern wurden auf Grundlage der Fotoaufnahmen identifiziert.

Informationen zur Begrünbarkeit der Dachflächen:

Dacheindeckung: Durch visuelle Interpretation der Google Maps-3D Aufnahmen wurde die Dacheindeckung aufgenommen. Eine visuelle Einschätzung der Materialien auf Grundlage von luftbasierten Aufnahmen ist schwierig, weshalb Informationen dieser Kategorie nur als zusätzlicher Hinweis zu sehen sind.

Abschätzung der potenziell begrünbaren Fassaden- und Dachflächen

Die begrünbaren Nettofassadenflächen wurden auf Basis des 3D Gebäudemodells und der auf Fotos und Google Maps 3D gestützten Analyse der Fassaden berechnet. Als Grundlage zur Einschätzung des Flächenanteils der Fenster an der Gesamtfassade wurde deren Anzahl erhoben. Die Fenster wurden hinsichtlich der Bauperiode klassifiziert. Anschließend wurde die Fensterfläche mit einem Faktor berechnet. Von den Bruttofassadenflächen aus dem 3D Gebäudemodell wurden die abgeschätzten Fensterflächen und die Flächen der nicht begrünbaren Fassadenelemente subtrahiert. Die Fassadenflächen wurden getrennt in die Klassen des Bodenanschlusses (siehe Tabelle 5) gegliedert. Die potenziell begrünbaren Dachflächen wurden auf Grundlage der in Tabelle 6 beschriebenen Klassifizierung berechnet. Anschließend wurden die Ergebnisse mit den Gebäudeumrissen verschnitten und kartographisch dargestellt. Als Ergebnis können die potenziell begrünbaren Fassaden- und Dachflächen in einem Shape-File abgerufen werden.

3.3. Anwendungsbeispiel zur GIS-gestützten Erhebung des Grünraumpotenzials

3.3.1. Beispiel „Innerfavoriten – Kretaviertel“:

Nachfolgend werden am Beispiel des Gebäudes „Quellenstraße 10/2c“ (siehe Abbildung 12) die Ergebnisse der Grünraumpotenzialerhebung beschrieben.

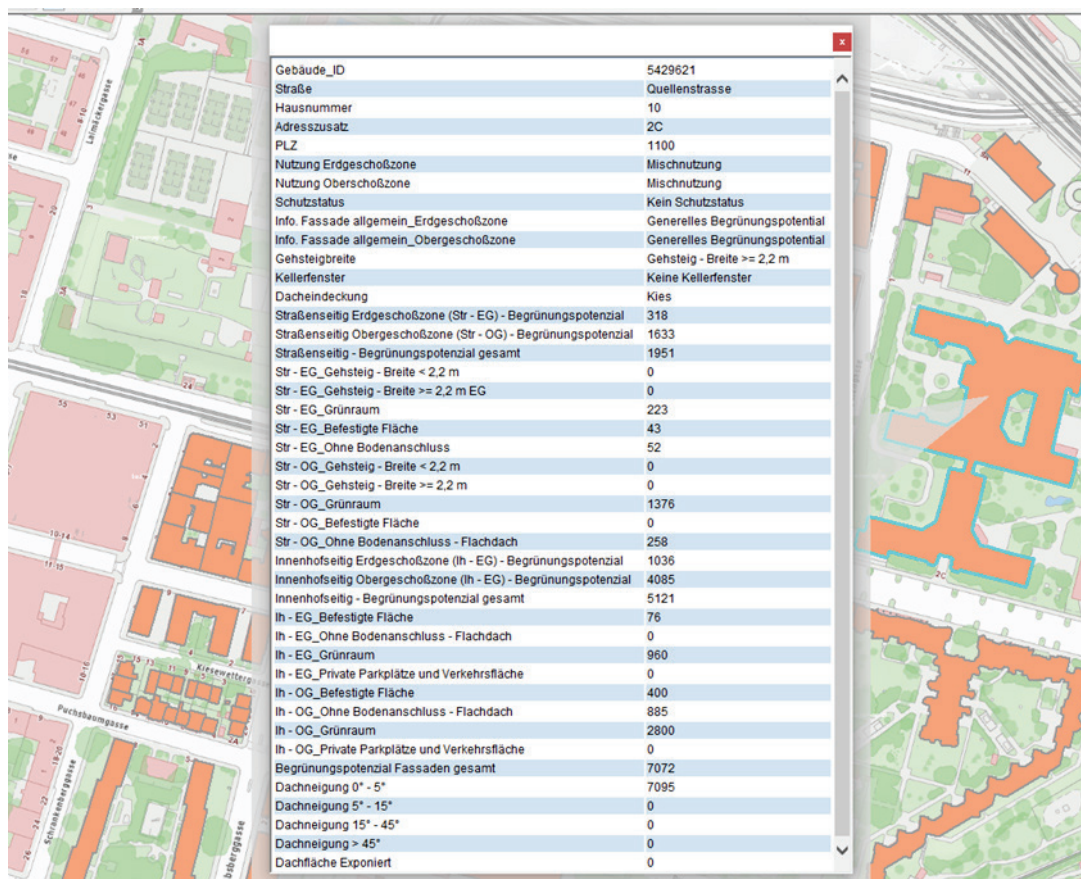


Abbildung 12: Ansicht des Gebäudes Quellenstraße 10/2c im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ in Google Maps 3D

In Abbildung 13 ist die Attributtabelle mit den erhobenen Kriterien abgebildet. Neben allgemeinen Informationen zu Lage, Verortung und Nutzung sind die berechneten Potenzialflächen sowohl für Dach als auch für Fassade ablesbar. Insgesamt wurde für die Gebäudefassaden dieses Objektes ein Begrünungspotenzial von 7.072 m² berechnet. Zur Quellenstraße orientierte Fassaden wurden als straßenseitige Fassaden klassifiziert. Die restlichen Fassadenflächen sind auf der Parzelle nach hinten versetzt und wurden den innenhoforientierten Fassaden zugerechnet. Sowohl straßenseitige als auch innenhofseitige Fassaden grenzen zum Großteil an Grünräume an und haben ein hohes Potenzial für die Installation bodengebundener Begrünungssysteme (keine Entsiegelung notwendig). Ein großer Teil der Fassadenflächen grenzt an die Kategorie „Ohne Bodenschluss – Flachdach“ an.

Auf Flachdächern gibt es das Potenzial, dass troggebundene Systeme aufgestellt und die angrenzenden Fassaden (beispielsweise mit Kletter- oder Hängepflanzen) begrünt werden. Die Dachfläche des Gebäudes beträgt 7.095 m² und wurde ausschließlich der Kategorie „0° – 5°“ zugeordnet. In der Kategorie „Dacheindeckung“ lässt sich zusätzlich ablesen, dass es sich um ein Kiesdach handelt. Kiesdächer sind besonders interessant für Begrünungsmaßnahmen, da sie sich nach Entfernung der Kiesschicht häufig ohne Änderung der Gebäudestatik in Gründächer umwandeln lassen.

Insgesamt kann bei diesem Gebäude von einem hohen Begrünungspotenzial ausgegangen werden. Zu beachten ist, dass die erhobenen Flächen einen Schätzwert abbilden. Auch konnten im Rahmen der Aufnahmen nicht alle bautechnischen Anforderungen, die für die endgültige Abschätzung der Begrünbarkeit relevant sind, erfasst werden. Die Ergebnisse geben jedoch zur Planung Auskunft über wichtige Rahmenbedingungen und können auf Quartiersebene bei der Identifizierung und Einschätzung von Grünraumpotenzialen unterstützen. Relevante und verfügbare Informationen wurden zu allen Objekten im Projektgebiet gesammelt und wurden in Shape-Files als Attributtabelle integriert. Sie dienen den ProjektpartnerInnen GRÜNSTATTGRAU und MA22 zur weiteren Handhabung und Planung in den Projektgebieten Innerfavoriten – Kretaviertel und Neulerchenfelderstrasse.



Gebäude_ID	5429621
Straße	Quellenstrasse
Hausnummer	10
Adresszusatz	2C
PLZ	1100
Nutzung Erdgeschoßzone	Mischnutzung
Nutzung Oberschoßzone	Mischnutzung
Schutzstatus	Kein Schutzstatus
Info_Fassade allgemein_Erdgeschoßzone	Generelles Begrünungspotential
Info_Fassade allgemein_Oberschoßzone	Generelles Begrünungspotential
Gehsteigbreite	Gehsteig - Breite >= 2,2 m
Kellerfenster	Keine Kellerfenster
Dacheindeckung	Kies
Straßenseitig Erdgeschoßzone (Str - EG) - Begrünungspotenzial	318
Straßenseitig Oberschoßzone (Str - OG) - Begrünungspotenzial	1633
Straßenseitig - Begrünungspotenzial gesamt	1951
Str - EG_Gehsteig - Breite < 2,2 m	0
Str - EG_Gehsteig - Breite >= 2,2 m EG	0
Str - EG_Grünraum	223
Str - EG_Befestigte Fläche	43
Str - EG_Ohne Bodenanschluss	52
Str - OG_Gehsteig - Breite < 2,2 m	0
Str - OG_Gehsteig - Breite >= 2,2 m	0
Str - OG_Grünraum	1376
Str - OG_Befestigte Fläche	0
Str - OG_Ohne Bodenanschluss - Flachdach	258
Innenhofseitig Erdgeschoßzone (Ih - EG) - Begrünungspotenzial	1036
Innenhofseitig Oberschoßzone (Ih - EG) - Begrünungspotenzial	4085
Innenhofseitig - Begrünungspotenzial gesamt	5121
Ih - EG_Befestigte Fläche	76
Ih - EG_Ohne Bodenanschluss - Flachdach	0
Ih - EG_Grünraum	960
Ih - EG_Private Parkplätze und Verkehrsfläche	0
Ih - OG_Befestigte Fläche	400
Ih - OG_Ohne Bodenanschluss - Flachdach	885
Ih - OG_Grünraum	2800
Ih - OG_Private Parkplätze und Verkehrsfläche	0
Begrünungspotenzial Fassaden gesamt	7072
Dachneigung 0° - 5°	7095
Dachneigung 5° - 15°	0
Dachneigung 15° - 45°	0
Dachneigung > 45°	0
Dachfläche Exponiert	0

Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Shape-File Projektgebiet Innerfavoriten – Kretaviertel, Anwendungsbeispiel Gebäude Quellenstraße 10/2c (türkische Blockumrandung im Bild rechts): Die Attributtabelle zeigt alle aufgenommenen Kriterien zur Erhebung des Grünraumpotenzials.

3.3.2. Beispiel „Neulerchenfelderstrasse“:

Am Beispiel des Gebäudes „Neulerchenfelderstrasse 3/5/7“ (siehe Abbildung 14) werden Ergebnisse aus dem zweiten Projektgebiet präsentiert.



Abbildung 14: Beispiel „Neulerchenfelderstrasse 3/5/7“. Links: Fotoaufnahme der straßenseitigen Gebäudefassade, mit einem Ausschnitt der Erdgeschoßzone. Mitte: Fotoaufnahme der straßenseitigen Gebäudefassade, mit einem Ausschnitt der Obergeschoßzone. Rechts: Ansicht der innenhofseitigen Fassaden und Dachflächen in Google Maps 3D

Wie bei vielen Gebäuden in diesem Projektgebiet, wird die Erdgeschoßzone des Objektes durch Handel und Gewerbe geprägt. Viele der Fassaden dieser Nutzungskategorie sind stark strukturiert, und ein Großteil der Flächen ist mit unterschiedlichen Elementen bedeckt. Eine Begrünung der Erdgeschoßzone wird in diesen Fällen tendenziell nicht oder nur in linearer Ausführung möglich sein. Die Obergeschoßzone wird als Wohnraum genutzt, und es befinden sich große Freiflächen auf der Fassade, die potenziell für Begrünungen genutzt werden können. Insgesamt wurde für die straßenseitig orientierten Fassaden eine potenziell begrünbare Fläche von 582 m² berechnet. Innenhofseitig grenzen der Großteil der Fassaden an befestigte Flächen oder an private Verkehrsflächen bzw. Parkplätze an. Das kann für bodengebundene Begrünungsvarianten ein Hindernis darstellen oder einen Mehraufwand bedeuten, da Entsiegelungsmaßnahmen nötig sind. Ein kleinerer Teil der Fassaden im Innenhof hat einen direkten Anschluss an Grünraum, was für bodengebundene Varianten vorteilhaft ist. Insgesamt wurden den Objektfassadenflächen ein Grünflächenpotenzial von 1.080 m² zugeschrieben.

Auch die Dachflächen des Gebäudes sind potenziell für Begrünungsmaßnahmen geeignet. In der Kategorie „Dachneigung 0° - 5°“ wurden 429 m² und in der Kategorie „Dachneigung 5° - 15°“ wurden 950 m² erhoben. Neben der geringen Dachneigung lässt die Dacheindeckung, die als Metallblech eingeschätzt wurde, auf ein Grünraumpotenzial schließen. Vor einer detaillierten Auswahl der möglichen Begrünungssysteme müssen allerdings die bautechnischen Voraussetzungen geprüft werden (z.B. Lastannahme). Die vorliegende Information aus den Shape-Files unterstützt die Vorauswahl potenziell begrünbarer Gebäude und kann Planerinnen bei der Auswahl eines Begrünungssystems unterstützen (siehe Abbildung 15).

Neulerchenfelderstraße	
Gebäude_ID	5370023
Straße	Neulerchenfelderstraße
Hausnummer	3
Adresszusatz	5, 7
PLZ	1160
Nutzung Erdgeschoßzone	Handel und Gewerbe
Nutzung Obergeschoßzone	Wohnnutzung
Schutzstatus	Kein Schutzstatus
Info Fassade allgemein_Erdgeschoßzone	Besetzte Fassaden mit deckenden Strukturen
Info Fassade allgemein_Obergeschoßzone	Generelles Begrünungspotenzial
Gehsteigbreite	Gehsteig - Breite >= 2,2 m
Kellerfenster	Keine Kellerfenster
Dacheindeckung	Metallblech
Straßenseitig Erdgeschoßzone (Str-EG) - Begrünungspotenzial	0
Straßenseitig Obergeschoßzone (Str-OG) - Begrünungspotenzial	582
Straßenseitig - Begrünungspotenzial gesamt	582
Str-EG_Gehsteig - Breite >= 2,2 m	0
Str-EG_Gehsteig - Breite < 2,2 m	0
Str-EG_Fußgängerzone	0
Str-OG_Gehsteig - Breite >= 2,2 m	582
Str-OG_Gehsteig - Breite < 2,2 m	0
Str-OG_Fußgängerzone	0
Innenhofseitig Erdgeschoßzone (Ih-EG) - Begrünungspotenzial	0
Innenhofseitig Obergeschoßzone (Ih-OG) - Begrünungspotenzial	498
Innenhofseitig - Begrünungspotenzial gesamt	498
Ih-EG_Grünraum	0
Ih-EG_Private Parkplätze und Verkehrsflächen	0
Ih-EG_Befestigte Flächen	0
Ih-EG_Ohne Bodenanschluss - Flachdach	0
Ih-OG_Grünraum	99
Ih-OG_Private Parkplätze und Verkehrsflächen	246
Ih-OG_Befestigte Flächen	153
Ih-OG_Ohne Bodenanschluss - Flachdach	0
Begrünungspotenzial Fassaden gesamt	1080
Dachneigung 0° - 5°	429
Dachneigung 5° - 15°	950
Dachneigung 15° - 45°	0
Dachneigung > 45°	25
Dachfläche Exponiert	0

Abbildung 15: Ausschnitt aus dem Shape-File Projektgebiet Neulerchenfelderstrasse, Anwendungsbeispiel Gebäude Neulerchenfelderstrasse 3/5/7 (türkise Blockrandmarkierung rechts im Bild): Die Attributtabelle zeigt alle aufgenommenen Kriterien zur Erhebung des Grünraumpotenzials.

3.4. Übersicht über begrünbare Flächen in den Projektgebieten

3.4.1. Fassadenpotenzial

Vergleicht man die Ergebnisse der Projektgebiete, werden Unterschiede deutlich. Unterschiede zwischen den Projektgebieten ergeben sich aus der Anzahl der Gebäude. Im Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ befinden sich 89 und im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ 134 Gebäude. Aber auch die Bebauungsstruktur spiegelt sich in der Auswertung wider. Im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ gibt es mehrere freistehende Gebäude mit großen Dach- und Fassadenflächen, während im Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ alle Gebäude in geschlossener Blockrandverbauung stehen.

Straßenseitig besteht im Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ ein deutlich geringeres Potenzial in der Erdgeschoßzone als in der Obergeschoßzone. Das kann auf die intensive Nutzung der Erdgeschoßzone zurückgeführt werden. Auch grenzen die Fassaden häufig an schmale Gehsteige an, was ein Hindernis für die Installation bodengebundener Begrünungssysteme sein kann. Es gibt Fassadenflächen, die an Fußgängerzonen angrenzen und auf Grund der hohen Außenwirkung sehr interessant für Begrünungsmaßnahmen sein können. Im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ spiegelt sich die mehrheitliche Nutzung der Gebäude als Wohnraum, an einem in

Relation zur Obergeschoßzone höheren Anteil an Potenzialflächen in der Erdgeschoßzone, wider. Als Indikator für ein hohes Begrünungspotenzial im Projektgebiet können die Fassaden, angrenzend an breiten Gehsteigen und Grünräumen, gesehen werden.

Innenhofseitig ist die Summe der Potenzialflächen insgesamt deutlich größer. In beiden Projektgebieten kommen innenhoforientiert Fassaden an Grünräumen häufig vor. Auch Fassaden der Klasse „Ohne Bodenanschluss – Flachdach“ können ein hohes Potenzial für beispielsweise trogebundene Begrünungssysteme darstellen (siehe Abbildung 16).

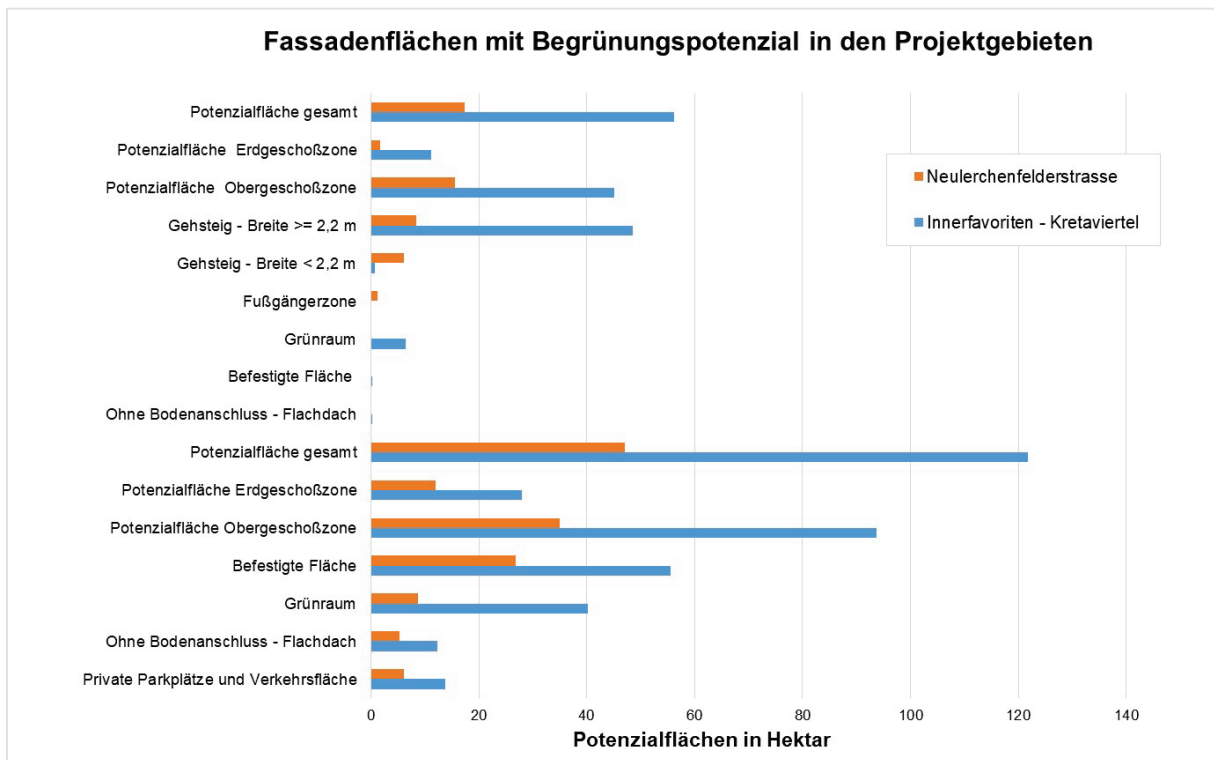


Abbildung 16: Fassadenflächen mit Begrünungspotenzial in den Projektgebieten und Gliederung der Flächen hinsichtlich des Bodenanschlusses der Fassaden

3.4.2. Dachpotenzial

In Abbildung 17 wird die Summe der berechneten Dachflächen mit Begrünungspotenzial und die Flächenanteile der jeweilig definierten Klassen dargestellt. Bei Dachflächen in den Klassen „Exponiert“ und „> 45°“ wird von keinem relevanten Begrünungspotenzial ausgegangen. Dachflächen der Klasse „15,1° - 45°“ haben aufgrund der starken Neigung ein geringeres Potenzial als Flächen der Klassen „0° - 5°“ und „5,1° - 15°“. Hinsichtlich der Neigung und Exposition gibt es in beiden Projektgebieten große Potenziale für die Installation von Dachbegrünungen.

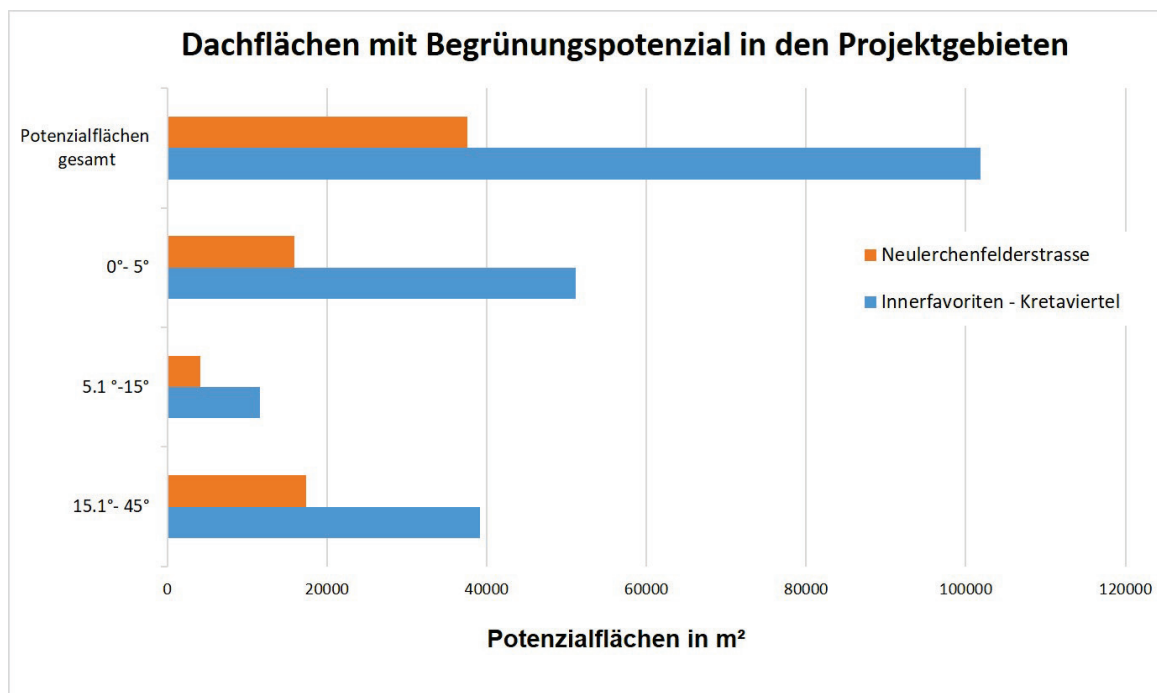


Abbildung 17: Dachflächen mit Begrünungspotenzial in den Projektgebieten. Die Potenzialflächen werden gesamt und in den zur Potenzialerhebung definierten Klassen dargestellt

3.5. Begrünungspotenzial auf Brownfields und Anwendung des Bodenradars

3.5.1. Brownfields – Altstandorte

Zur Abschätzung des Begrünungspotenzials von Brownfields wurden die Verdachtsflächen eines ausgewählten Bezirks herangezogen und beispielhaft ausgewertet. Es wurde auf zweifache Weise eine Abschätzung durchgeführt:

(a) Die Abschätzung auf Grundlage des Nutzungskatasters konnte systematisiert durchgeführt werden und liefert bei der ausgewählten Flächenzuordnung Ergebnisse, die im unteren Bereich des Begrünungspotenzials liegen (ca. 2,6 % der Gesamtfläche der Verdachtsflächen).

(b) Als zweite Abschätzungsmöglichkeit wurde die visuelle Auswertung von Luftbildern durchgeführt, wobei hierzu ein größerer zeitlicher Aufwand notwendig ist, dafür jedoch – bei aktuellen Luftbildern (siehe Abbildung 18) – die Abschätzung näher am Potenzial liegt und somit auch höhere Werte liefert (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Begrünungspotenzial von Verdachtsflächen eines ausgewählten Bezirks von Wien. (a) Abschätzung anhand des Nutzungskatasters (b) anhand von visuellen Luftbilddauswertungen.

Verdachtsfläche	Gesamtfläche [m²]	derzeit begrünt [m²]	a) Begrünungspotenzial Bodenoberfläche aus Nutzungskataster [m²]	b) Begrünungspotenzial vom Luftbild visuell abgeschätzt [m²]
0	154.769	111.158	1.041	3.000
1	17.060	1.634	34	0
2	2.658	39	2	450
3	49.754	15.558	1.590	2.800
4	889	0	0	300

Verdachtsfläche	Gesamtfläche [m ²]	derzeit begrünt [m ²]	a) Begrünungspotenzial Bodenoberfläche aus Nutzungskataster [m ²]	b) Begrünungspotenzial vom Luftbild visuell abgeschätzt [m ²]
5	17.744	1.987	213	900
6	13.126	138	12	950
7	2.366	119	0	0
8	1.192	0	0	0
9	4.131	461	58	154
10	32.539	4.462	4.802	2.231
Summe	29.6228	135.556	7.752	10.785
%	100	45.8	2.6	3.6

Bei der Verwendung der Nutzungskartierungsdaten zur Feststellung des aktuell begrüntem Anteils, verschnitten mit den Polygonen der Altstandorte, konnte festgestellt werden, dass nicht alle schon begrüntem Flächen bzw. Gebäudeteile als begrüntem Flächen aufscheinen. Für die Abschätzung des Begrünungspotenzials – über die bereits vorliegenden begrüntem Flächen hinaus – ist auf Altstandorten eine visuelle Kontrolle unerlässlich. Eine entsprechende Abbildung dazu findet sich im Anhang (siehe Anhang, Kapitel 7.2); Verschneidung der Fläche des Altstandorts mit der Nutzungskartierung).

3.5.2. Gehsteige - Begrünungspotenzial auf versiegelten Flächen

Die Befahrung mittels GPR wurde an neun Standorten durchgeführt (siehe Anhang, Kapitel 7.2). GPR Befahrungen wurden an Brownfield- Altstandorten und entlang von Fassaden potenziell begrünbarer Gebäude durchgeführt. Die Gebäude wurden ausgewählt, da die straßenseitigen Fassaden an breiten Gehsteigen ($\geq 2,2$ m) angrenzen und somit potenziell boden- und troggebunden begrünbar sind. Die Identifikation dieser Gebäude erfolge im Rahmen der GIS-gestützten Erhebung des Grünraumpotenzials.

Beispielhaft werden die Befahrungsergebnisse anhand der Kempelengasse 3-5 nachfolgend aufgezeigt.



Abbildung 18: Befahrungsrouten Kempelengasse 3-5 (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung)

Das 200 MHz Profil in Abbildung 19 zeigt in den ersten 20 m des Profils eine einheitliche, lagige Schicht mit hohem Feinkornanteil bis in eine Tiefe von 2 m. Darunterliegende Schichten sind auf Grund von Dämpfungserscheinungen nicht mehr aufzulösen, aber es werden gröber körnige Schichten vermutet. Anomalien sind in dem Bereich bei 6 m (1 m Tiefe) und bei 10,5 m (0,2 m Tiefe) zu beobachten. Eine Zäsur (auch in 200 MHz erkennbar) ist bei 20 m zu beobachten, und es folgt eine rund 40 cm lagige Schicht bis Profilmeter 37. Darunter sind in diesem Abschnitt verkippte Schichten mit gröber körnigen Bereichen zu beobachten (eine Art Muldenstruktur ist im 600 MHz Profil erkennbar). Anomalien finden sich bei 22 und 23 m in einer Tiefe von 1 bzw. 1,2 m. von 37 bis 39 m wird eine Metallzone überquert, die einen Blick in die Tiefe auf Grund der Dopplungen verhindert. Ab 39 m bis zum Profilende ist die oberste lagige Schicht etwas dünner und unruhiger aufgebaut; dies gilt besonders bis etwa 49 m, danach ist nur mehr die Asphalttschicht auflösbar (siehe Abbildung 20). Die unterhalb liegenden Schichten bzw. Pakete sind unruhig, schräg gestellt bzw. ineinander verlaufend bis etwa 2 bis 3 m Tiefe und weisen z.T. höhere Grobkornanteile auf. Eine kleine Anomalie ist im 600 MHz Profil bei 27 m in 20 cm Tiefe erkennbar. Das Auskeilen der feinkörnigen Schichten unterhalb der Asphalttschicht ist auch im 600 MHz Radargramm beginnend bei 39 m erkennbar.

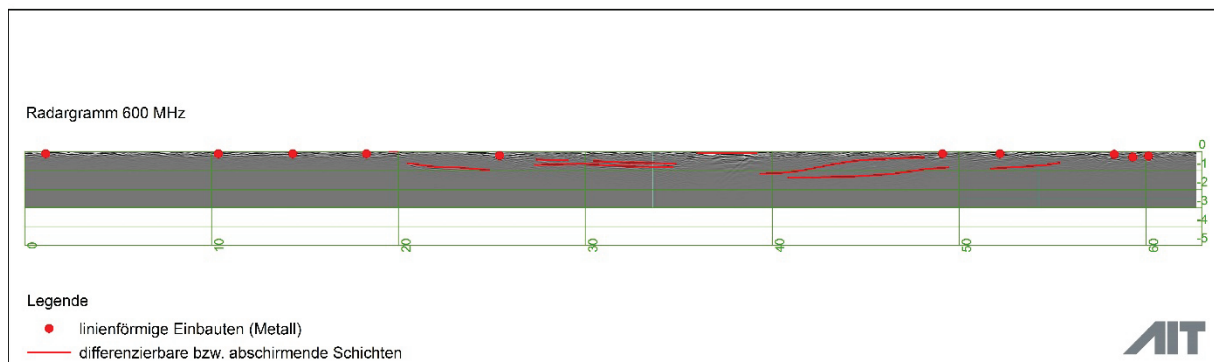
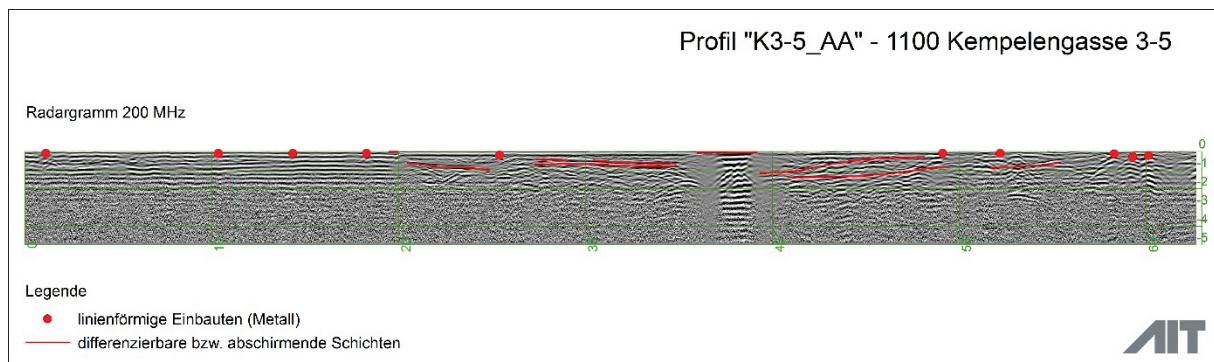
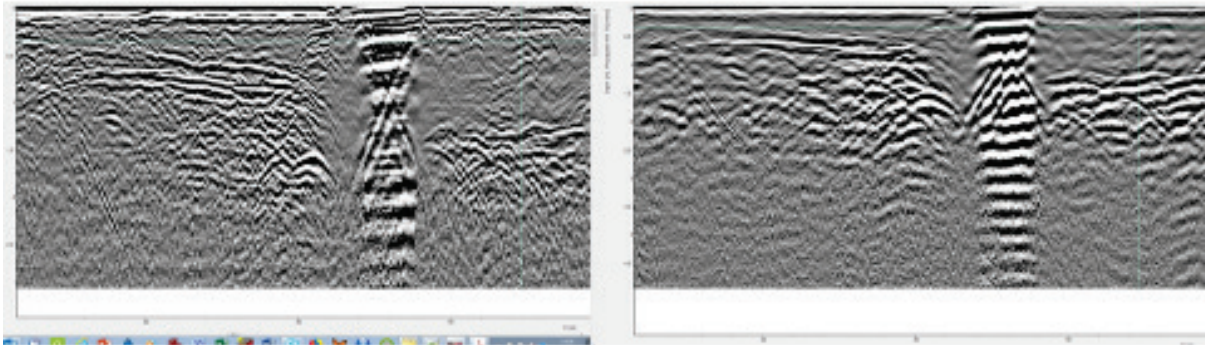


Abbildung 19: Radargramm Kempelengasse 3-5



- Location: Kempelengasse 3-5 – Fahrtrichtung Hauskante von Quellenstraße nach Süden
- Bemerkungen:
 - •Eindringtiefe maximal 2-2,5 m; darunter reicht die Energie nicht mehr aus – Rauschen!
 - •Zwischen 36-40 Profilmetern Messung eines Luftpaketes unter der Oberfläche – typisches Zeichen sind die X-förmigen Interferenzmuster
 - •Zwischen 27 und 36 m schöner Reflektor in etwa 0,7m Tiefe, der einen deutlichen Schichtwechsel andeutet
 - •Zwischen 40 und 44 m setzt sich der oben bereits angeführte Horizont fort
 - •Die Asphaltsschicht und der betonierte Unterbau ist mit etwa 0,1-0,2 m auszuweisen

07.08.2018

11

Abbildung 20: Radargramm Detail

3.6. Kategorisierung und Bewertung potenzieller Maßnahmen (Ziel 3)

Potenzielle Begrünungsmaßnahmen wurden in Systemgruppen kategorisiert und einer Stärken-Schwächen-Analyse unterzogen. Es wurden technische Anforderungen, ökonomische Aspekte und der Funktionserfüllungsgrad gewünschter positiver Effekte behandelt. Auch die zeitliche Komponente wurde in die Analyse integriert. Es wurde die Dauerhaftigkeit der Materialien, der Pflegeaufwand (getrennt in Anwuchs-, Entwicklungs- und Erhaltungspflege) und die Dauer bis zum Erreichen des Begrünungserfolges berücksichtigt. Die Ergebnisse der Analyse wurden in zwei Bewertungsmatrizen (jeweils für Dach- und Fassadenbegrünung) zusammengefasst. Anhand der Bewertungsmatrizen können die Systemgruppen direkt verglichen werden. Systembezogene Faktoren beziehen sich auf Unterschiede innerhalb einer Systemgruppe, die durch unterschiedliche Ausführungsweisen entstehen. Teils sehr unterschiedliche Bewertungen auf Grund der systembezogenen Faktoren zeigen, dass die Ausführung einer Maßnahme einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften der jeweiligen Systemgruppe haben kann. Insgesamt zeigen die Ergebnisse innerhalb von mehreren Kriterien deutliche Unterschied zwischen den Systemgruppen auf. Es wird aber deutlich, dass keine der Systemgruppen durchwegs schlechter als die anderen abschneidet. Vielmehr wird ersichtlich, dass sich die Potenzialmuster der einzelnen Systemgruppen unterscheiden. Für die Praxis heißt das, dass Ziele für eine konkrete Begrünungsmaßnahme definiert werden müssen. Anschließend kann die Systemgruppe, die den Rahmenbedingungen am besten entspricht, ausgewählt werden.

Nachfolgende Abbildungen (siehe Abbildung 21 und Abbildung 22) veranschaulichen optisch die jeweilige Bewertungsmatrix der Systemgruppen Fassadenbegrünung bzw. Dachbegrünung, die vollumfänglich im Annex abgebildet ist (siehe Anhang, Kapitel 7.1). Gut erkennbar sind die nach dem Ampelsystem gewählten Bewertungsfarben (grün: sehr positiv bis rot: negativ, blau: neutral bzw. nicht definierbar).

Die „Systemgruppen Dachbegrünung“ bzw. „Systemgruppen Fassadenbegrünung“ sind in den Spalten in die einzelnen Systeme gegliedert und in den Zeilen anhand der „technischen Komponenten“ in Oberkategorien, Unterkategorie und Detailbeschreibung gegliedert.

Acronym			SYSTEMGRUPPEN FASSADENBEGRIÜNUNG								
Technische Komponenten			Bbok (Efeu)	Bbok (Veilchsi)	Bbmsk	Bbnkt	TB	R/M	MS	FK	
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veilchsi)	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe - star	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel	Troggebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regelsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)	Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)	Füßige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)	
Konstruktive und bautechnische Kriterien	Tragfähigkeit und Statik	Anforderung an die Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion				(1)	(2)				
		Prüfung des Wuchsergrundes notwendig									
		Statistischer Nachweis erforderlich									
		Anforderung an tragende Bauteile									
		Verankerung notwendig									
	Fassadentyp	Eignung für den Fassadentyp Mischkonstruktion									
		Eignung für den Fassadentyp Wärmedämmverbund									
	Platzbedarf	Eignung für vorgehängte Hinterlüftete Fassaden									
		Notwendige Distanz zur Fassade									
	Materialeinsatz und Materialaufwand	Aufwand für Kletterhilfe					(3)	(4)			
Aufwand für Pflanzgefäße											
Infrastruktur für Pflege & Instandhaltung	Kumulierter Materialaufwand										
	Anschluss notwendig (Strom, Wasser) in der Betriebsphase										
	Wuchsbegrenzung zum Schutz der Fassade notwendig										
	Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten erforderlich										
Vegetation	Pflanzenarten	Gräser/Kräuter						(5)	(6)		
		Sterum, Moose						(5)	(6)		
		Stauden						(5)	(6)		
		Kletterpflanzen - einjährig						(6)	(5)		
		Kletterpflanzen - mehrjährig, verholend						(6)	(5)		
		Gehölze						(6)	(5)		
	Flächennutzung	Begrünungsdauer			(1)	(2)	(3)	(4)		(7)	

Legende	
sehr positiv / stark	
positiv / mäßig stark	
neutral oder nicht definierbar	
negativ / mäßig schwach	
sehr negativ / schwach	

Systembezogene Faktoren	
(1)	bei Ausführung als flächige Kletterhilfe
(2)	bei Ausführung als lineare Kletterhilfe
(3)	bei flächiger Begrünung
(4)	bei punktueller Begrünung
(5)	wenn Abstand d. Vegetationsträger (linear) < 50 cm
(6)	wenn Abstand d. Vegetationsträger (linear) > 50 cm
(7)	bei Verwendung von Kletterpflanzen
(8)	bei Vorlatur
(9)	bei Aussaat
(10)	mit Flüssigdünger
(11)	mit Depotdünger
(12)	nur bei entsprechender Wartung
(13)	im Winter
(14)	solarer Gewinn durch Sonneneinstrahlung (Winter)
(15)	abhängig von Pflanzträger und Biomasse
(16)	flächige Verbundung über wasserführende Vegetationsträger
(17)	wenn Nestmodule eingebaut
(18)	wenn Pflanzgrube ausgeformt als Regengarten (bei ausreichendem Platzangebot)
(19)	wenn Brauchwasseranlage inkludiert
(20)	wenn Substrat/System erhöhten Wasserrückhalt aufweist

Ökonomische Komponenten			Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veilchsi)	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe - star	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel	Troggebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regelsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)	Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)	Füßige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)	
Kosten und Aufwände	Ausführung / Errichtung	Investitionsaufwand (Errichtungskosten)									
		Pflegeaufwand						(8)	(9)	(8)	(9)
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)						(8)	(9)	(8)	(9)
	Anwuchspflege	Nährstoffversorgung						(10)	(11)	(10)	(11)
		Pflegeaufwand									
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)						(8)	(9)	(8)	(9)
	Erhaltungspflege	Nährstoffversorgung						(10)	(11)	(10)	(11)
		Pflegeaufwand									
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)						(10)	(11)	(10)	(11)
	Wartung & Instandhaltung technischer Bestandteile	Wartungs- & Instandhaltungsaufwand									
Nährstoffversorgung							(10)	(11)	(10)	(11)	
Dauerhaftigkeit	Schutz der Baub substanz	Schutz der Fassade durch physikalischen Materialschutz	(12)			(3)					
Energetische Relevanz	Dämmfunktion	Reduktion Wärmeverlust / Wärmepufferwirkung	(13)	(14)		(3)					
		Verschattung der Fassade / Schutz vor Wärmeeinstrahlung	(13)	(14)	(3)	(3)					

Sozial/Ökologische Komponenten			Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veilchsi)	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe - star	Bodengebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel	Troggebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regelsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)	Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)	Füßige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)
Mikroklima (Auswirkungen auf den unmittelbar umgebenden Raum)	Verdunstung / Verdunstungskälte	Erhöhte Luftfeuchte durch Bewässerung und Transpiration	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(16)
		Hitzereduktion durch Beschattung und Transpiration der Pflanzen	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(16)
	Positive mikroklimatische Effekte	Dauer bis zur Erfassung positiver mikroklimatischer Wirkungen						(8)	(8)	
Menschliches Wohlbefinden	Ästhetische Wirkung	Sozial/Vielart								
		Lärmschutz	Reduktion des Schalleintrags in Gebäude		(13)					
Stadtökologie (Flora & Fauna)	Habitatschaffung und Biodiversität	Lärmreduzierende Wirkung auf Umgebung		(13)						
		Bereitstellung von Habitaten (Fauna), Trübhabitatökosystem und Grünkorridoren								(17)
Regenwassermanagement	Urban Gardening / Lebensmittelproduktion	Artensvielfalt (Flora)								
		Ausgleichsfächen für durch Bebauung verlorengegangene Areale								
Mehrfachnutzung der Fassadenflächen	Urban Farming / Lebensmittelproduktion	Minimierung von Abflussmengen und Abflussspitzen (Entlastung des Kanalsystems)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(18)	(19)	(20)
		Möglichkeit der Nutzung für den urbanen Gartenbau								
Mehrfachnutzung der Fassadenflächen	Urban Farming / Lebensmittelproduktion	Möglichkeit der Nahrungsmittelproduktion								

Abbildung 21: Bewertungsmatrix der Systemgruppen Fassadenbegrünung. Ergebnis der Kategorisierung und Bewertung potenzieller Maßnahmen zur Fassadenbegrünung (Anschauungsbeispiel).

Acronym			SYSTEMGRUPPEN DACHBEGRÜNUNG			
Technische Komponenten			IB	RIB	EB	REB
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Intensivbegrünung	Reduzierte Intensivbegrünung	Extensivbegrünung	Reduzierte Extensivbegrünung
Konstruktive und bautechnische Kriterien	Tragfähigkeit	Anforderung an die Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion	Red	Or	Gr	Gr
		Punktlast (Bauwerke, Großsträuchern, Bäumen, etc.) ist zu berücksichtigen	Red	Gr	Gr	Gr
		Windoglast ist zu berücksichtigen	Red	Gr	Gr	Gr
	Zugänglichkeit	Konstruktiver und bautechnischer Aufwand für sichere Zugänglichkeit (Pflegegänge/Instandhaltung/etc.)	Or	Or	Gr	Gr
		Begehbarkeit	Gr	Gr	Or	Red
	Rutsch- und Schubsicherungen (abhängig von der Dachneigung)	Rutsch- und Schubsicherungen mittels bautechnischer Maßnahmen notwendig	Or	Or	Gr	Gr
		Rutsch- und Schubsicherungen mittels vegetations technischer Maßnahmen möglich	Gr	Gr	Or	Or
Infrastruktur für Pflege und Instandhaltung	Wasseranschluss ist erforderlich	Or	Or	Gr	Gr	
	Wuchsbegrenzung (Kiestreifen) ist erforderlich	Or	Or	Gr	Gr	
Dachkonstruktionsaufbau	Geignet für zweischaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung, durchlüftet (Kalt Dach)	Geignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau ohne Wärmedämmung	Or	Or	Gr	Gr
		Geignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung unter der Feuchtigkeitsabdichtung (Warmdach)	Or	Or	Gr	Gr
	Geignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung über der Feuchtigkeitsabdichtung (Umkehrdach)	Geignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung über der Feuchtigkeitsabdichtung (Umkehrdach)	Or	Or	Gr	Gr
		Geignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung über der Feuchtigkeitsabdichtung (Umkehrdach)	Or	Or	Gr	Gr
Vegetation	Pflanzentypen	Gräser/Kräuter	Gr	Gr	Or	Or
		Sedum	Gr	Gr	Or	Or
		Moos	Gr	Gr	Or	Or
		Stauden	Gr	Gr	Or	Or
		Gehölze	Or	Or	Red	Red
		Bäume	Or	Or	Red	Red
	Begrünungsverfahren	Kultivierungsmöglichkeiten (Einsatz von Vegetationsträgern)	Or	Or	Gr	Gr
		Pflanzung oder Saat	Gr	Gr	Or	Or
	Flächenwirkung	Gestalt/Vielfalt	Or	Or	Gr	Red
		Dauer bis zum Erreichen der Zielvegetation (abhängig von Technik, Investitionskapital, Pflanzenwahl, etc.)	Or	Or	Gr	Gr

Ökonomische Komponenten			Intensivbegrünung	Reduzierte Intensivbegrünung	Extensivbegrünung	Reduzierte Extensivbegrünung
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung				
Kosten und Aufwände	Ausführung / Errichtung	Investitionsaufwand (Errichtungskosten)	Or	Or	Gr	Gr
		Pflegeaufwand	Or	Or	Gr	Gr
	Anwuchspflege	Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)	Or	Or	Gr	Gr
		Nährstoffversorgung	Or	Or	Gr	Gr
		Pflegeaufwand	Or	Or	Gr	Gr
	Entwicklungspflege	Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)	Or	Or	Gr	Gr
		Nährstoffversorgung	Or	Or	Gr	Gr
		Pflegeaufwand	Or	Or	Gr	Gr
	Erhaltungspflege	Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)	Or	Or	Gr	Gr
		Nährstoffversorgung	Or	Or	Gr	Gr
Wartungs- & Instandhaltung technischer Bestandteile		Or	Or	Gr	Gr	
Dauerhaftigkeit	Schutz der Bausubstanz	Or	Or	Gr	Gr	
	Schutz der Dachhaut durch physischen Materialschutz	Or	Or	Gr	Gr	
Energetische Funktionen	Dämmfunktion	Reduktion Wärmeverlust (Wärmepufferwirkung)	Or	Or	Gr	Gr
		Kühlung des Daches / Schutz vor Wärmeeindringung	Or	Or	Gr	Gr

Soziale/Ökologische Komponenten			Intensivbegrünung	Reduzierte Intensivbegrünung	Extensivbegrünung	Reduzierte Extensivbegrünung
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung				
Mikroklima	Verdunstung / Verdunstungskälte	Hitzereduktion durch versickerungsfähige Oberflächen	Or	Or	Gr	Gr
		Hitzereduktion durch Beschattung und Transpiration der Pflanzen	Or	Or	Gr	Gr
		Erhöhte Verdunstungsrate durch Speicherung von Niederschlagswasser	Or	Or	Gr	Gr
	Schadstoffbindung und O2 Produktion	CO2 Bindung durch Vegetation	Or	Or	Gr	Gr
		CO2 Einsparung durch Schaffung von Freiräumen vor Ort "Stadt der kurzen Wege"	Or	Or	Gr	Gr
Positive mikroklimatische Effekte	Potenzial für Feinstaubbindung	Or	Or	Gr	Gr	
Menschliches Wohlbefinden	Lärmschutz	Temperaturreduktionspotenzial	Or	Or	Gr	Gr
		Reduktion des Schalleintrags in Gebäude	Or	Or	Gr	Gr
	Soziale Interaktionen	Lärmreduzierende Wirkung auf Umgebung	Or	Or	Gr	Gr
Stadtökologie (Flora & Fauna)	Habitatschaffung und Biodiversität	Potenzielle Freiräume für unterschiedliche NutzerInnengruppen	Or	Or	Gr	Gr
		Bereitstellung von Habitaten (Fauna), Trittschnecken und Grünkorridoren	Or	Or	Gr	Gr
Regenwasser- management	Rückhalt, Speicherung, Verdunstung von H2O	Artenvielfalt (Flora)	Or	Or	Gr	Gr
		Ausgleichsflächen für durch Bebauung verlorengegangene Areale	Or	Or	Gr	Gr
		Minimierung von Abflussmengen und Abflussspitzen (Entlastung des Kanalsystems)	Or	Or	Gr	Gr
Mehrfachnutzung der Dachflächen	Erneuerbare Energie	Wasserrückhalt / Abflussverzögerung	Or	Or	Gr	Gr
		Kombination Dachbegrünung mit Photovoltaik - Steigerung des Energieertrags durch Kühlwirkung	Or	Or	Gr	Gr
	Urban Gardening / Lebensmittelproduktion	Möglichkeit der Nutzung für den urbanen Gartenbau	Or	Or	Gr	Gr
		Möglichkeit der Nahrungsmittelproduktion	Or	Or	Gr	Gr
Erweiterung des Lebensraums	Erweiterung des Lebensraums	Schaffung von Wohnraum / Nutzfläche / Öffentlichen Raum	Or	Or	Gr	Gr
		Schaffung von Wohnraum / Nutzfläche / Öffentlichen Raum	Or	Or	Gr	Gr

Legende	
Grün	sehr positiv / stark
Oranger	positiv / mäßig stark
Blau	neutral oder nicht definierbar
Rot	negativ / mäßig schwach
Rotrot	sehr negativ / schwach

Systemspezifische Kriterien	
(1)	bei Vorkultur
(2)	Bereitstellung potenzieller Habitate für Spezialisten
(3)	bei Ausführung als artenreiche Wiesengesellschaft

Abbildung 22: Bewertungsmatrix der Systemgruppen Dachbegrünung. Ergebnis der Kategorisierung und Bewertung potenzieller Maßnahmen zur Dachbegrünung (Anschauungsbeispiel).

3.7. Technology Readiness Level von Begrünungssystemgruppen (Ziel 4)

3.7.1. Grundlage zur TRL-Analyse

Als Grundlage für die erste nachfolgende Auswertung dient die im Rahmen des Projekts ausgearbeitete Stärken-Schwächen-Analyse zu den verschiedenen Systemgruppen (Kap. 3.9), welche eine detailreiche Beurteilung technischer, ökonomischer als auch sozialer/ökologischer Faktoren ermöglicht. Für die TRL Analyse wurden die Systemgruppen der Bewertungsmatrix mit Werten von 1 bis 5 versehen und bezüglich den systembezogenen Faktoren vereinfacht und gemittelt (siehe Tabelle 9-12). Je System und Komponenten-Kategorie wurden die vom Maximum erreichbaren Prozentwerte bestimmt. Diese dienen nur unterstützend der groben Orientierung und Einordnung in das TRL und drücken aus, wie gut die Technologien in Summe performen. Der in Tabelle 8 angeführte Prozentwert steht für den aktuellen Erfüllungsgrad, der offene Prozentanteil repräsentiert das Entwicklungspotenzial.

Tabelle 8: Erste prozentuale Auswertung der Faktoren Technik, Ökonomie und Soziales/Ökologie nach der im Projekt erarbeiteten Systemgruppenmatrix (eigene Erstellung)

Systemgruppen Fassadenbegrünung		Komponenten		
		technisch [%]	ökonomisch [%]	soziale/ ökologisch [%]
F1	Bodengebundene Begrünung			
F1a	ohne Kletterhilfe (Efeu)	77	71	50
F1b	ohne Kletterhilfe (Veitschii)	80	79	47
F1c	mit Kletterhilfe – starr	74	67	65
F1d	mit Kletterhilfe – flexibel	70	67	65
F2	Horizontale Vegetationsflächen			
F2a	Troggebundene Begrünung	67	47	65
F2b	Regalsysteme/ Pflanzenregale als Vorfassade	50	48	60
F3	Senkrechte Vegetationsflächen			
F3a	Modulare Systeme	63	60	63
F3b	Flächige Konstruktion	63	57	70
Systemgruppen Dachbegrünung		Komponenten		
		technisch [%]	ökonomisch [%]	soziale/ ökologisch [%]
D1	Intensivbegrünung	76	36	100
D2	Reduzierte Intensivbegrünung	72	51	83
D3	Extensivbegrünung	65	69	35
D4	Reduzierte Extensivbegrünung	56	89	27

Am Beispiel der Systemgruppe F1a und F1b (Bodengebundene Begrünung ohne Kletterhilfe) sei dargelegt, dass allgemein über Veitschii-Begrünungen (F1b) mehr Wissen und Sicherheit über die technischen Parameter vorliegt als von Efeu (F1a). Auch bei der ökonomischen Komponente

schneidet Veitschii besser ab, da er weniger Pflege erfordert oder etwa der Baubestand besser geschützt ist. Die soziale/ökologische Komponente wiederum wird für Efeu höher beurteilt aufgrund besserer Habitatfunktion und Futterquelle für Vögel und Insekten, erhöhter Feinstaubbindung durch immergrünes Laub und seinen Bekanntheitsgrad.

Innerhalb der Fassadenbegrünungen liegen derzeit die bodengebundenen Begrünungen mit und ohne Kletterhilfen in der Häufigkeit ihrer Anwendung so auch im Bekanntheitsgrad noch voran, wobei flächige fassadengebundene Systeme eben erst seit weniger als 10 Jahren den einen kleinen Markt erschlossen haben. Technisches und ökonomisches Potenzial ist vorwiegend in der Gruppe F2 Trog- oder Regalsysteme mit horizontaler Vegetationsfläche bzw. in den senkrechten modularen und flächigen Systemen zu sehen (Gruppe F3). Letzteres weist allerdings geringer soziales/ökologisches Potenzial auf als alle anderen Systeme, weil eine individuelle Nutzbarkeit und Wandelbarkeit bezüglich der Bepflanzung der betrachteten Lösungen dieser Systemgruppen derzeit nur umständlich oder gar nicht erfolgen kann (z.B. temporäre Urban Gardening, also die Bepflanzung mit essbarer Vegetation durch den Nutzer selbst).

Bei den Dachbegrünungen läge derzeit noch hohes technisches Potenzial bei D4 Reduzierte Extensivbegrünung, allerdings ist der soziale/ökologische Wert besonders niedrig, und eine starke Fokussierung oder Priorisierung nicht empfehlenswert. D3, extensive Dachbegrünungen weisen hingegen ein hohes ökonomisches und technisches Potenzial auf, da die Kombination mit Energieproduktion und die einfache Bestandssanierung - also z.B. Umwandlung von Kies- in Gründächer im großen Stile - die Branche vor neue Herausforderungen aber auch Chancen stellen wird.

3.7.2. Technology Readiness Level: Systemgruppen Fassadenbegrünung

Nachfolgend wurden auf Basis der Bewertungsmatrix die von Ornetzeder et. al. (2016) vorgeschlagenen Bewertungsklassen den jeweiligen Systemgruppen durch die ExpertInnen des Innovationslabors GRÜNSTATTTGRAU und dem Verband für Bauwerksbegrünung zugewiesen, deren Einordnung überprüft und in die 3-stufige TRL-Skala eingetragen sowie mit einer Begründung als auch einem Ausblick auf begrüßenswerte Technologieinnovationen ergänzt (siehe Tabelle 9-12).

TRL-Bandbreiten ergeben sich aus unterschiedlichen verfügbaren Produkten, die durchaus in Ausführung, Erfüllungsgraden und Entwicklungspotenzialen voneinander abweichen, und bei einer Vollanalyse nach Ornetzeder et al. (2016) auf Produktebene verschiedene Bewertungen erzielen würden. Speziell im Bereich Fassadenbegrünung wäre eine noch wesentlich detailliertere Betrachtung einzelner Systemtechnikansätze nötig wäre, da sich die vielfältigen verfügbaren Systemlösungen (Materialien, Funktionsweisen) schwer in aussagekräftige Gruppen zusammenschließen lassen. Außerdem weisen manche technische Einzelkomponente unterschiedliche Entwicklungsgrade auf. Bei der bedarfsgerechten automatisierten Versorgung von fassadengebundenen Begrünungen ergibt sich beispielweise ein noch sehr hohes Potenzial, hingegen weiß man über die technische Bemessung und Steuerung von Regenwässern über Dachbegrünungen (Abflussbeiwert, Substrattechnik) schon gut Bescheid und dementsprechende Netzwerke sind existent (Forschung/Prüfung, Zertifizierung, Anwendungstechnik, Monitoring). Wobei ebenfalls angemerkt werden muss, dass die Anwendung jeglicher Technik zur Bestandssanierung zumeist quer über alle Systemgruppen auch noch 2019 auf Projektebene immer wieder neue Fragen aufwirft, die es zu beantworten gilt.

Tabelle 9: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Fassadenbegrünung anhand technischer, ökonomischer und sozial-ökologischer Komponenten (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung)

Systemgruppen Fassadenbegrünung		Komponenten			TRL
		technisch	ökonomisch	soziale/ökologisch	
F1	Bodengebundene Begrünung				
F1a	ohne Kletterhilfe (Efeu)	Zu beachten, dass eine Prüfung des Wuchsuntergrundes notwendig ist und laut derzeitiger Einschätzung hohe Skepsis beim Wärmedämmverbund herrscht. Es ist außerdem eine gewisse Zeitspanne bis zum Grüneffekt nötig, Überwachsen auf Nachbargebäude muss verhindert werden.	Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ist vorhanden. Verschattung der Fassade ist auch im Winter gegeben, nur wenig Verschattung der Fenster und damit einhergehende Einsparung technischer Verschattungsanlagen.	Mehrfachnutzung der Fassadenflächen kaum möglich, wenig Artenvielfalt jedoch wertvolles Vogelfutter- und Nisthabitat	4-7 m.R.
F1b	ohne Kletterhilfe (Veitschii)	Prüfung des Wuchsuntergrundes ist notwendig, und nur bedingt geeignet für den Fassadentyp Wärmedämm-verbund ist, außerdem ist eine gewisse Begrünungsdauer nötig	Wenig Verschattung der Fenster und damit einhergehende Einsparung technischer Verschattungsanlagen + keine Verschattung im Winter (solarer Gewinn durch Sonneneinstrahlung)	Mehrfachnutzung der Fassadenflächen kaum möglich, wenig Artenvielfalt jedoch wertvolle Futterquelle und Nistplatz für Vögel	4-7 m.R.
F1c	mit Kletterhilfe – starr	Distanz zur Fassade nötig, Zusatzaufwand für Planung der Kletterhilfe, gewisse Begrünungsdauer nötig (kürzer bei linearer als bei flächiger Kletterhilfe), statische Anforderungen geringer	Durchwegs positiv bewertet, da Pflegenotwendigkeit gering und als laubabwerfender Sonnenschutz planbar	Durchwegs positiv bewertet, integrierbar in verschiedensten Baubestand, große Pflanzenartenauswahl bis hin zu essbaren Pflanzen	4-7 m.R.
F1d	mit Kletterhilfe – flexibel	Distanz zur Fassade nötig, Aufwand für Kletterhilfe gegeben, außerdem ist eine gewisse Begrünungsdauer nötig (kürzer bei linearer Kletterhilfe), bei großflächigen Netzen hohe statische Anforderungen, Komplexität steuerbar	Durchwegs positiv bewertet da Pflegenotwendigkeit gering und als laubabwerfender Sonnenschutz planbar	Durchwegs positiv bewertet, integrierbar in verschiedensten Baubestand, große Pflanzenartenauswahl bis hin zu essbaren Pflanzen	8-9 h.R.
F2	Horizontale Vegetationsflächen				
F2a	Troggebundene Begrünung	Statik muss beachtet werden, erhöhter Materialeinsatz und Zugänglichkeit für Wartung sowie Infrastruktur (Wasser- und Stromanschluss), außerdem ist bei	Pflegeaufwand groß (subjektive Bewertung- bei optimaler Planung/Bepflanzung wiederlegbar),	durchwegs positiv bewertet da viele Kletterpflanzenarten und Rankhilfen geeignet bzw. weitere Gehölze bzw.	4-7 m.R.

Systemgruppen Fassadenbegrünung		Komponenten			TRL
		technisch	ökonomisch	soziale/ökologisch	
		Verwendung von Kletterpflanzen, welche große Flächen abdecken, sollen eine gewisse Begrünungsdauer nötig, kaum Fertiglösungen	Errichtungskosten höher als bodengebundene Begrünung, Automatische Bewässerung notwendig, Substitution Verschattungselemente	Stauden verwendbar, hohe Artenvielfalt und Gestaltungsmöglichkeit, hoher Einbeziehungs-/Nutzungsgrad	
F2b	Regalsysteme/ Pflanzenregale als Vorfassade	Statik muss beachtet werden, hoher Materialeinsatz und Zugänglichkeit für Wartung sowie Infrastruktur (Wasser- und Stromanschluss), vielfältige Systemformen (vorgesezte Laubgänge bis Pflanzwannen als fassadengebundenes Living Wall System VHF)	Pflegeaufwand groß (subjektive Bewertung - bei optimaler Planung/Bepflanzung wiederlegbar), Errichtungskosten höher als bodengebundene Begrünung	durchwegs positiv bewertet, Bereitstellung von Habitaten (Fauna), Trittsteinbiotopen und Grünkorridoren, da viele Kletterpflanzenarten und Rankhilfen geeignet bzw. weitere Gehölze bzw. Stauden verwendbar, hohe Artenvielfalt und Gestaltungsmöglichkeit, hoher Einbeziehungs-/Nutzungsgrad durch Integration von Vorkonstruktion als Loggia/ Verbindungsgang	4-7 m.R.
F3	Senkrechte Vegetationsfläche				
F3a	Modulare Systeme	Statik und Wandaufbau müssen beachtet werden, hoher Materialeinsatz und Zugänglichkeit für Wartung sowie Infrastruktur (Wasser- und Stromanschluss)	Investitions- und Pflegeaufwand höher	durchwegs positiv bewertet, hohe Artenvielfalt möglich, Integration von Nisthilfen möglich, Selbstbepflanzung und Pflege in leicht zugänglichen Bereichen möglich	4-7 m.R.
F3b	Flächige Konstruktion	Statik muss beachtet werden, hoher Materialeinsatz und Zugänglichkeit für Wartung sowie Infrastruktur (Wasser- und Stromanschluss), gleichmäßige Wasserverteilung und Rückhaltung, potenziell hohe Pufferung, Dämmleistung/ Wärmerückhaltung	Investitions- und Pflegeaufwand höher	durchwegs positiv bewertet, in niedrigen Bereichen Selbstpflege möglich, hoher ästhetischer Anspruch	4-7 m.R.

Tabelle 10: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Fassadenbegrünung. Die TRL-Bandbreiten ergeben sich aus unterschiedlichen Produkten, die partiell voneinander abweichen und bei einer Vollanalyse nach Ornetzeder et al. auf Produktebene verschiedene Bewertungen erhalten würden. (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung; eigene Erstellung)

Elemente	Technik	Regelwerke	Nutzerpraktiken und Märkte	Kulturelle Bedeutung	Infrastruktur	Produktionsnetzwerke	Wartungsnetzwerke
F1a.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	1-3 g.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.
	Tendenz 1-3 g.R. kaum Studien verfügbar	FLL- Richtlinie		Hohe Skepsis Schäden am Gebäude			Mehr alternative Anbieter, Nachfrage jedoch niedrig (Notfälle)
F1b.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.
	Tendenz 1-3 g.R. kaum Studien verfügbar	FLL- Richtlinie		Hohe Skepsis Schäden am Gebäude			Mehr alternative Anbieter, Nachfrage jedoch niedrig da Pflege nicht akzeptiert
F1c.	8-9 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.
	Sonnenschutzfunktion noch nicht am Markt angekommen	FLL- Richtlinie		Bekanntheits-grad ausbau-fähig		Innovative Anbieter nicht in Österreich (DE, CH)	Mehr alternative Anbieter, Nachfrage jedoch niedrig da Pflege nicht akzeptiert
F1d.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.
	Sonnenschutzfunktion noch nicht am Markt angekommen	FLL- Richtlinie	Seile/ Netze in der Architektur angekommen				Mehr alternative Anbieter, Nachfrage jedoch niedrig da Pflege nicht akzeptiert
F2a.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	4-7 h.R.	8-9 h.R.
	Sonnenschutzfunktion noch nicht am Markt angekommen	FLL- Richtlinie	Hohe DIY Aktivität		Legislative Anpassungen notwendig (Platzbedarf)	Keine All- in One Lösungen bzw. Low-Cost Varianten abrufbar	Mehr alternative Anbieter, Nachfrage jedoch niedrig da Pflege nicht akzeptiert
F2b.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.
	Sonnenschutzfunktion noch nicht am Markt angekommen	FLL- Richtlinie	Offices/ Wohnbauten		Legislative Anpassungen notwendig (Platzbedarf)	Nur teilw. All- in One Lösungen (Living Wall) bzw. Low-Cost Varianten abrufbar	Mehr alternative Anbieter, Nachfrage jedoch niedrig da Pflege nicht akzeptiert

Elemente	Technik	Regelwerke	Nutzerpraktiken und Märkte	Kulturelle Bedeutung	Infrastruktur	Produktionsnetzwerke	Wartungsnetzwerke
F3a.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.
	TRL zwischen 6-8, viele Lösungen verfügbar, zumeist jedoch im Betrieb unterschätzt, nicht jedes Gebäude begrünbar	FLL- Richtlinie	Profile und Ansprüche gut bekannt	Breit bekannt	Kaum Gebäudeanpassungen Neubau, Sanierung ausbaufähig (VHF)	Je nach Systemtechnik unterschiedlich entwickelt und komplex	Kaum Wissen zu leistbarem Preis
F3b.	4-7 m.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.
	TRL zwischen 6-8, gleichmäßige Wasserverteilung und Rückhaltung, zumeist jedoch im Betrieb unterschätzt, nicht jedes Gebäude begrünbar	FLL- Richtlinie	Profile und Ansprüche gut bekannt	Breit bekannt (Patric Blanc)	Kaum Gebäudeanpassungen Neubau, Sanierung ausbaufähig (VHF)	Je nach Systemtechnik unterschiedlich entwickelt und komplex	Kaum Wissen zu leistbarem Preis

Tabelle 11: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Dachbegrünung anhand technischer, ökonomischer und sozial-ökologischer Komponenten (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung)

Systemgruppen Fassadenbegrünung		Komponenten			TRL
		technisch	ökonomisch	soziale/ökologisch	
D1	Intensivbegrünung	Hohe Anforderung an die Statik (Tragfähigkeit, Punktlast, Windsoglast), hohe Anforderungen an Architektur und Planung, Wurzelsicherheit	Höhere Investitions- und Erhaltungskosten (Pflegeaufwand, Bewässerung, Nährstoffversorgung) ähnlich einem Garten in ebenerdiger Lage	jede Komponente mit sehr positiv bewertet, hoher Nutzwert für Investor und Bewohner	8-9 h.R.
D2	Reduzierte Intensivbegrünung	Details zu beachten (Tragfähigkeit, Wasseranschluss, Wuchsbegrenzung, usw.)	Höhere Investitions- und Pflegekosten (reduzierbar mittels Vorkultur bzw. ökologischen Bepflanzungs- und Bewirtschaftungskonzepten)	jede Komponente mit sehr positiv oder positiv bewertet	8-9 h.R.
D3	Extensivbegrünung	Gehölze und Bäume nicht möglich	Jede Komponente mit mindestens positiv bewertet, leistbare Technologie	Keine Erweiterung des Lebensraums und ein Großteil mäßig/negativ bewertet, kaum Nutzung durch den Menschen aber hohes Potenzial zur Förderung der Artenvielfalt/Naturschutz bei entsprechendem Saatmischung	8-9 h.R.
D4	Reduzierte Extensivbegrünung	Gehölze, Bäume und Artenvielfalt durch geringen Aufbau nicht möglich	jede Komponente mit positiv oder sehr positiv bewertet	Großteil negativ/mäßig bewertet, Nutzung der Dächer	8-9 h.R.

Tabelle 12: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Dachbegrünung (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung; eigene Erstellung)

Elemente	Technik	Regelwerke	Nutzerpraktiken und Märkte	Kulturelle Bedeutung	Infrastruktur	Produktionsnetzwerke	Wartungsnetzwerke
D1.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.
	Mit einigen Spezialfällen für die breite Masse bereitstehend	ÖNORM L1131/2010, inkl. Zertifizierung, FLL-Richtlinie, etc.	Profile und Ansprüche gut bekannt	Breit bekannt und auch vorgeschrieben	Kaum Gebäudeanpassungen Neubau, Sanierung ausbaufähig Schrägdächer, Kiesdächer, Blechdächer, etc.		Wissen und Notwendigkeit, normativ zu verankern
D2.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.
	Mit einigen Spezialfällen für die breite Masse bereitstehend	ÖNORM L1131/2010, inkl. Zertifizierung, FLL-Richtlinie, etc.	Profile und Ansprüche gut bekannt	Breit bekannt und auch vorgeschrieben	Kaum Gebäudeanpassungen Neubau, Sanierung ausbaufähig Schrägdächer, Kiesdächer, Blechdächer, etc.		Wissen und Notwendigkeit, normativ zu verankern
D3.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	4-7 h.R.
	Mit einigen Spezialfällen für die breite Masse bereitstehend	ÖNORM L1131/2010, inkl. Zertifizierung, FLL-Richtlinie, etc.	Profile und Ansprüche gut bekannt	Breit bekannt und auch vorgeschrieben	Kaum Gebäudeanpassungen bei Neubau, Sanierung ausbaufähiger Schrägdächer, Kiesdächer, Blechdächer, große Hallendächer etc.		Wissen und Notwendigkeit, normativ verankert aber nicht verbreitet
D4.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	8-9 h.R.	4-7 m.R.	8-9 h.R.	4-7 h.R.
	Ökologische Aspekte nicht genügend berücksichtigt	ÖNORM L1131/2010, inkl. Zertifizierung, FLL-Richtlinie, etc. (bei Umkehrdächern trotzdem oft technisch falsch gebaut)	Profile und Ansprüche gut bekannt	Breit bekannt und auch vorgeschrieben	Kaum Gebäudeanpassungen im Neubau, Sanierung ausbaufähig Schrägdächer, Kiesdächer, Blechdächer, große Hallendächer etc.		Wissen und Notwendigkeit, normativ zu verankern aber nicht verbreitet

Zum TRL ist anzumerken, dass speziell im Bereich Fassadenbegrünung eine noch wesentlich detailliertere Betrachtung einzelner Systemtechnikansätze nötig wäre, da sich die vielfältigen verfügbaren Systemlösungen (Materialien, Funktionsweisen) schwer in aussagekräftige Gruppen zusammenschließen lassen. Eine aussagekräftige Bewertung war daher schwierig.

Außerdem weisen manche technischen Einzelkomponenten unterschiedliche Entwicklungsgrade auf. Bei der bedarfsgerechten automatisierten Versorgung von fassadengebundenen Begrünungen ergibt sich beispielweise ein noch sehr hohes Entwicklungspotenzial, hingegen weiß man über die technische Bemessung und Steuerung von Regenwässern über Dachbegrünungen (Abflussbeiwert, Substrattechnik) schon gut Bescheid, und dementsprechende Netzwerke sind existent (Forschung/Prüfung, Zertifizierung, Anwendungstechnik, Monitoring).

Abschließend ist ebenso zu vermerken, dass die Anwendung jeglicher Technik zur Bestandssanierung zumeist quer über alle Systemgruppen auf Projektebene immer wieder neue Fragen aufwirft, die es zu beantworten gilt.

3.8. Übersicht brauchbarer/plausibler ökonomischer Bewertungsansätze (Ziel 5)

Ziel 5 fokussierte auf die Erhebung eines Status Quo über ökonomische Betrachtungen und Bewertungen von Grünen Infrastrukturen bzw. Maßnahmen und Technologien. Es wurden derzeit übliche Ansätze und Trends und Stärken und Schwächen identifiziert. Maßnahmen, Technologien und Grüne Infrastrukturen werden nach einfachen Indikatoren kategorisiert und bewertet.

3.8.1. Projekte und identifizierte Instrumente zur Bewertung von Grünen Infrastrukturen

Die Vorrecherche fokussierte auf der Identifikation von Projekten, die sich mit ökonomischen Bewertungen zu urbanen grünen Infrastrukturen befassen. Daraus konnte ein Einblick in aktuelle Trends gewonnen werden, sowie ein Eindruck über Stärken und Schwächen der unterschiedlichen Ansätze vermittelt werden.

Identifiziert wurden eine Forschungsinitiative (TEEB) sowie vier Projekte im 7. Rahmenprogramm bzw. Horizon 2020 der Europäischen Kommission. Des Weiteren wurden fünf Tools und sieben weitere Bewertungsansätze ausfindig gemacht, die sich explizit mit Grünen Infrastrukturen auseinandersetzen. Detaillierte Beschreibungen über die Projektzugänge und Ansätze finden sich im Anhang, Kapitel 7.3.

Tabelle 13 bietet sowohl einen Überblick über die Projekte und Instrumente als auch zu Kategorien zusammengefasste Indikatoren und Indikatorengruppen, die in den jeweiligen Bewertungsansätzen Berücksichtigung finden. Die Tabelle veranschaulicht, dass die Indikatorengruppe „Klima“ beliebt ist und derzeit in fast allen Arbeiten Berücksichtigung findet. Davon sind die Indikatoren „Klimawandel“ und „Wassermanagement und -qualität“ am häufigsten abgebildet (in 13 von 16). Der Indikator „Luftqualität“ wird in 11 von 16 Arbeiten beachtet. Die weiteren Indikatorengruppen „Umwelt“, „Ressourcen“, „Soziales“ und „Wirtschaft“ werden sehr unterschiedlich angesprochen. „Biodiversität“ (Gruppe Umwelt), „Ressourceneffizienz“ (Gruppe Ressourcen), „Gesundheitswesen“ (Gruppe Soziales), „Tourismus“ und

„Energieeffizienz“ (Gruppe Wirtschaft) sind weitere, gleichwertig beliebte Indikatoren. Der Indikator „Sicherheit der Menschen“ wurde nur in drei der angeführten Referenzen aufgegriffen.

Weiters ist aus Tabelle 13 ablesbar, dass sich manche Ansätze auf nur wenige Indikatoren beschränken (wie etwa der Green Roof Energy Calculator (US) oder TURAS (FP7)). Nature4 Cities (H2020), der Green Infrastructure Valuation Toolkit (UK) sowie Assessing the Economic Value (Victoria AUST) wiederum sind stärker Indikatoren-bezogen und befassen sich mit einer breiten Palette von Indikatoren.

Die Matrixtabelle über weitere Erhebungspunkte (Tabelle 14) weist Kriterien aus, die Hinweise möglicher Anwendungen einzelner Bewertungsansätze liefern und eine klare Unterscheidung dieser untereinander ermöglichen.

Tabelle 13: Initiativen, Projekte und Tools, die sich explizit mit der Bewertung von Grünen Infrastrukturen befassen, sowie Indikatoren(-Gruppen), die adressiert werden

Bewertungsansätze	Indikatorengruppen												
	Klima				Umwelt		Ressourcen	Sozial			Wirtschaft		
	Klimawandel	Wassermanagement und Wasserqualität	Luftqualität	Biodiversität	Stadterneuerung und Boden	Ressourceneffizienz	Gesundheitswesen	Umweltgerechtigkeit und sozialer Zusammenhalt	Sicherheit der Menschen	Tourismus	Investition	Land- und Eigentums-werte	Energieeffizienz
Forschungsinitiativen													
TEEB													
Forschungsprojekte													
Nature4Cities (Horizon 2020)													
NATURVATION (Horizon 2020)													
TURAS (FP7)													
Green Surge (FP7)													
Tools													
Itree (US Forest Service)													
Greenpass (Green4Cities)													
Grünflächenfaktor													
Green infrastructure valuation toolkit (UK)													
Green Roof Energy Calculator (US)													
weitere Ansätze													
Guide to valuing ecosystem services (DEFRA)													
Economic Value of Green Infrastructure (forestry.gov.uk)													
UHI Strategieplan (MA22)													
Assessing the Economic Value of Green Infrastructure (Victoria Institute)													
The economic benefits of Green Infrastructure: ECOTEC													
The Value of Green Infrastructure (CNT Center for Neighborhood Technology)													

berücksichtigt	in Teilen berücksichtigt	nicht berücksichtigt

Tabelle 14: Übersicht über zusätzliche berücksichtigte Parameter sowie eine Einschätzung der Übertragbarkeit auf Wien

Bewertungsansätze	weitere Erhebungspunkte								
	Rechentool	Datenbank	Messergebnisse	Vertikalbegrünung inkludiert?	Dachbegrünung inkludiert?	konkreter Ort berücksichtigt	Transferierbar	Bewertung	Anwendbarkeit für Wien
Forschungsinitiativen									
TEEB	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	umfangreich	nein
Forschungsprojekte									
Nature4Cities (Horizon 2020)	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	umfangreich	ja
NATURVATION (Horizon 2020)	ja	ja	nein	ja	ja	nein	ja	umfangreich	nein
TURAS (FP7)	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	umfangreich	nein
Green Surge (FP7)	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	umfangreich	nein
Tools									
Itree (US Forest Service)	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	vereinfacht	nein
Greenpass (Green4Cities)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	umfangreich	ja
Grünflächenfaktor	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja	vereinfacht	ja
Green infrastructure valuation toolkit (UK)	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	umfangreich	nein
Green Roof Energy Calculator (US)	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	vereinfacht	nein
weitere Ansätze									
Guide to valuing ecosystem services (DEFRA)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	umfangreich	nein
Economic Value of Green Infrastructure (forestry.gov.uk)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	vereinfacht	nein
UHI Strategieplan (MA22)	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	vereinfacht	ja
Assessing the Economic Value of Green Infrastructure (Victoria Institute)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	vereinfacht	nein
The economic benefits of Green Infrastructure: ECOTEC	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	vereinfacht	nein
The Value of Green Infrastructure (CNT Center for Neighborhood Technology)	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	vereinfacht	ja
	berücksichtigt		in Teilen berücksichtigt		nicht berücksichtigt				

Nachfolgend werden Bewertungsinstrumente, die aus der umfangreichen Quellengrundlage als brauchbare Methoden zur Einschätzung des ökonomischen Wertes von Grünen Infrastrukturen in urbanen Räumen eingestuft werden, zusammengefasst und Eindrücke über Vor- und Nachteile explizit angesprochen. Detailliertere Informationen zu den Projekten finden sich im Anhang (Kapitel 7.3).

Green Infrastructure Valuation Toolkit

Dieses Tool ist öffentlich zugänglich und ermöglicht eine umfangreiche Bewertung grüner Infrastruktur. Vertikalbegrünung findet jedoch keine Berücksichtigung, und es wird nicht auf den konkreten Ort eingegangen. Das Toolkit wurde für UK konzipiert, daher ist es nicht unmittelbar und ohne Adaptierung für den Standort Wien anwendbar (Mersey Forest 2010, 2011, 2018).

Grünflächenfaktor

Beim Grünflächenfaktor werden verschiedene Arten von grüner Infrastruktur unterschiedlich gewichtet, was der Konstruktion eines Index entspricht. Ein Index ermöglicht, verschiedenartige Indikatoren in einer einzigen Größe zusammenzufassen, somit können multidimensionale Informationen über geographische Einheiten (z.B. Bauplätze) einfach verglichen werden (Morawetz et al. 2016).

Er ist aufgrund seiner Einfachheit und Generalisierung gut zu kommunizieren, kann jedoch infolge der stark komprimierten Information irreleiten und zu falschen Schlussfolgerungen führen. Zudem wird nicht auf den konkreten Ort eingegangen (z.B. Nord oder Südausrichtung bei FB). Als Planungsinstrument wird nicht sichergestellt, dass die erhofften Wirkungen auch eintreffen (Wirkungen hängen unmittelbar mit Standort zusammen).

GREENPASS

Der entscheidende Vorteil des *Greenpass* gegenüber den anderen Tools und Bewertungsansätzen ist, dass dieser auf den konkreten Ort eingeht, der Standort adaptiert werden kann, und daher ein internationaler Vergleich sowie verschiedene Szenarien (z.B. Minimum- oder Maximumvarianten) möglich sind. Er ist zudem in der Lage neben Dachbegrünungen auch Vertikalbegrünungen abzubilden (GREENPASS 2018).

UHI Strategieplan

Beim UHI Strategieplan basiert die Maßnahmenbewertung zumeist auf ExpertInnenschätzungen und nicht auf Messergebnissen. Die Darstellung erfolgt dabei mittels Spiderwebs. Es ist nur eine grobe Einteilung möglich: 3 Abstufungen für positive Ausprägungen [z.B. bzgl. „Wirtschaftlichkeit“ (Errichtung/ Erhaltung: 3 sehr niedrige/ keine Kosten – 2 niedrige Kosten – 1 mittel - -1 hohe/sehr hohe Kosten)] (Wiener Umweltschutzabteilung MA 22, 2015).

3.8.2. Methodenpool wirtschaftswissenschaftlicher Ansätze

Nachfolgend werden wirtschaftswissenschaftliche Methoden, die erfolgreich und zunehmend zur Bewertung grüner Infrastrukturen Anwendung finden, kurz charakterisiert. Eine Übersicht über den Methodenpool zeigt Tabelle 15, ergänzende Informationen sind dem Anhang (Kapitel 7.3) zu entnehmen.

Tabelle 15: Ökonomische Bewertung: Übersicht über den Methodenpool zur Bewertung von Grünen Infrastrukturen in den identifizierten Forschungsinitiativen und GI-Projekten sowie etablierten Instrumenten

Bewertungsansätze	Methoden												
	Contingent valuation	hedonic pricing	travel cost method	effect on production	preventative expenditure	specific values	direct market valuation	shadow pricing	survey	benefit transfer	simulation	index	contribution to gross value added
Forschungsinitiativen													
TEEB	x	x	x				x	x					
Forschungsprojekte													
Nature4Cities (Horizon 2020)									x		x		
NATURVATION (Horizon 2020)	x	x											
TURAS (FP7)													
Green Surge (FP7)		x											
Tools													
Itree (US Forest Service)													
Greenpass (Green4Cities)													
Grünflächenfaktor		x										x	
Green infrastructure valuation toolkit (UK)	x	x	x	x	x	x		x		x			
Green Roof Energy Calculator (US)											x		
weitere Ansätze													
Guide to valuing ecosystem services (DEFRA)	x	x	x	x			x						
Economic Value of Green Infrastructure (forestry.gov.uk)													x
UHI Strategieplan (MA22)									x				
Assessing the Economic Value of Green Infrastructure (Victoria Institute)	x	x	x	x	x	x				x			
The economic benefits of Green Infrastructure: ECOTEC													x
The Value of Green Infrastructure (CNT Center for Neighborhood Technology)	x	x											

Präferenzansätze (Contingent Valuation CV, Choice Modeling CM)

Präferenzansätze simulieren Markt und Nachfrage zu hypothetischen Veränderungen in der Bereitstellung von Ökosystem-Dienstleistungen. Die Bewertung erfolgt qualitativ über die Erhebung individueller Präferenzen (CV) (z.B. Zahlungsbereitschaft für Verbesserung, und Erhalt, Akzeptanzbereitschaft für eine Verschlechterung oder Verlust; Whittington und Pagiola, 2012, Jones et al. 2015) oder Modellierung von Entscheidungsprozessen (CM) (Giergiczny et Kronenberg, 2014). Die Methoden geben Aufschluss über Wahrnehmung und Werteinordnung im jeweiligen sozialen Kontext. Sie können auch Nutzungsverhalten als auch Bedürfnisse und Akzeptanz von Maßnahmen abbilden.

Der Nachteil ist in meist eingeschränkten Kenntnissen der Befragten über das zu bewertende Gut zu sehen. Die Abschätzbarkeit, wie sich quantitative Änderung der Bereitstellung des Gutes auf die konkrete Lebenswelt bzw. die Zahlungsbereitschaft auswirkt, beruht auf subjektiver Wahrnehmung und Vorlieben sowie subjektiven Verhältnissen. Das limitiert eine reale und objektive Bewertung.

Ein besonderer Vorteil von Präferenzenerhebungen vor Ort liegt darin, dass Aufmerksamkeit und Bewusstsein geschaffen werden und so positiv zur Akzeptanzerhöhung von Maßnahmen beigetragen werden kann.

Ansatz über offenbarte Präferenzen (Heconic Pricing, Travel Cost Method TC)

Revealed Preference Techniken basieren auf der Beobachtung individueller Entscheidungen in bestehenden Märkten, die mit der Ökosystemleistung verbunden sind („Offenbarung“ der Präferenzen“ (TEEB, 2018).

Hedonic Pricing stützt sich auf die Beobachtung der Immobilien- und Eigentumswerte und ihre Veränderungen bzw. Nachfrage. Durch die Preisänderung der Immobilie wird der gesellschaftliche Wert grüner Infrastrukturen an Bauwerken sowie die Wertsteigerung (z.B. durch angenehme Aussichten, Seenlage oder ähnlich), aber auch Unannehmlichkeiten (etwa von nahegelegenen Deponien etc.) gut abgebildet (DEFRA, 2007, TEEB 2018).

Der Nachteil liegt darin, dass die Methode auf marktrelevante Objekte abzielt. Die Bedeutung grüner Infrastrukturen an nicht marktrelevanten Gebäuden und Infrastrukturen wird hierin nicht oder nur indirekt abgebildet (z.B. Wertsteigerung durch begrünte Umgebung).

Die *Travel Cost Method* hingegen ist v.a. für die Ermittlung von Freizeitwerten in Bezug auf Biodiversität und Ökosystemleistungen relevant und basiert auf der Begründung, dass Freizeitgestaltung mit Kosten verbunden ist (direkte Kosten und Opportunitätskosten der Zeit). Die Nachfrage oder Besucherzahlen ergeben dabei den Schätzwert für qualitative oder quantitative Veränderungen eines Erholungsgebietes (z.B. Nationalpark) (Bateman et al., 2002; Kontolean und Pascual, 2007; Veisten et al., 2012).

3.8.3. Weitere Methoden

Preventative Expenditure scheint ein vielversprechender Ansatz für die Bewertung von Kompensationsflächen und Retentionspotenzialen. Der Vergleich konventioneller (Ingenieur-) Lösungen von Klimarisiken mit Vorteilen aus grüner Infrastrukturen (als „Vorbeugende Ausgaben“) kann eine gute Entscheidungshilfe darstellen (Vesely et al., 2005).

Effect on Production misst die (z.B. negativen) Auswirkung einer potenziellen Investition auf die Produktion, die Kosten oder die Rentabilität von Herstellern durch ihre Auswirkungen auf ihre Umwelt und das Wohl der Verbraucher. So ein Effekt kann z.B. Speicherbecken beinhalten, die neue Fischereien schaffen, oder Imker, die benachbarte Gärten nutzen (u.a.) (Jones et al., 2015).

Produktivitäts-Methoden (*net factor income, derived value method*) schätzen den Wert von Ökosystemleistungen, die zur Produktion von kommerziellen Marktgütern beitragen. Sie kommen zur Anwendung, wenn der Zustand der Ökosysteme die Marktprodukte direkt beeinflusst, wie etwa sauberes Wasser in der kommunalen Trinkwasserherstellung, und somit andere Zusätze oder Prozesse der Produktion einspart (z.B. Trinkwasserreinigung).

Ein **Benefit Transfer** findet statt, wenn die Ergebnisse einer Bewertung über eine Situation in eine ähnliche Situation an einem anderen Ort oder zu einem anderen Zeitpunkt übertragen werden (Brouwer, 2000; Wilson und Hoehn, 2006). Um den wirtschaftlichen Wert von Änderungen aus Programmen oder Richtlinien zu schätzen, können vorhandene Studien verwendet werden. Stehen nicht genügen Transferreferenzen zur Verfügung, ist jedoch die Robustheit stark eingeschränkt und die Bewertung stark verzerrt bis falsch (Rosenberger und Stanley, 2006).

3.8.4. Werterfassung als Basis für Entscheidungsprozesse: Die globale Forschungsinitiative TEEB und die MCA-Methode

Eine sehr gute und wegweisende Grundlage ist die globale Initiative **TEEB** (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) von 2007 zur Sichtbarmachung der Werte der Natur. Sie basiert auf einem integrativen, „offenen Architekturprozess“ welcher eine Vielzahl an internationalen Organisationen, Ministerien, Unternehmen, Forschungs- und sonstigen Einrichtungen vereint (TEEB, 2018). Drei Grundprinzipien stehen im Vordergrund:

1. Realisierung des Wertes von Ökosystemen, Landschaften, Arten und anderen Aspekten der Biodiversität, dadurch können teilweise schon die Erhaltung und nachhaltige Nutzung gewährleistet werden;
2. Nachweis des Wertes in ökonomischer Hinsicht zur Unterstützung der Entscheidungsfindung für politische Entscheidungsträger und Unternehmen unter Berücksichtigung der gesamten Ökosystemkosten und- nutzen;
3. Einführung von Mechanismen durch die Werterfassung für Anreize und Preissignale und damit zur Entscheidungsfindung

Ziel ist ein strukturierter Bewertungsansatz zur Anerkennung der Werte der Biodiversität und Ökosystemleistungen, der auf existierenden Methoden, wie oben aufgezeigt, beruht. Werte können auf diese Weise in wirtschaftlicher Hinsicht demonstriert und in Entscheidungsprozessen erfasst werden.

Dieser Ansatz, dessen Basis schon in den 1980igern und 1990igern mit der Arbeit von Costanza et al. (1997) und anderen elaborierten Grundlagen aus dieser Epoche gesetzt wurde, ist sehr gut übertragbar auf anthropogen induzierte Ökosysteme urbaner Grüner Infrastrukturen wie etwa Gebäudegrünräume an Fassaden oder Dächern oder auch anderen GI-Typologien (Parks, Erholungsanlagen, Retentionsstrukturen, Grüngleise, Grünkorridore etc.). Speziell bei der Etablierung von Standards zur Anwendung und Umsetzung ist der gesellschaftliche Wert ein anerkanntes

ausschlaggebendes Kriterium in der Entscheidungsfindung, dies gilt für Grüne Infrastruktur gleichwohl wie für graue. Änderungen in Qualitäten und Quantitäten haben massiven Einfluss nicht nur auf Kosten, sondern Impacts v.a. auf den gesellschaftlichen und sozialen Nutzen, so diese sich auf einfacher Ebene gleichwohl aber in komplexen Zusammenhängen spiegeln können.

Für Großvorhaben bietet das Multi-Criteria Analysis-Manual (MCA; Manual des Departments for Communities and Local Government, 2009) elaborierte Grundlagen und Anleitungen zur erweiterten ökonomischen Bewertung. Es stellt ein umfassendes Set von etwa 35 unterschiedlichen Vorgangsweisen zur praktischen Anwendung zur Verfügung, das nicht ausschließlich auf monetären Techniken fußt, sondern diese integrativ mit qualitativen Ansätzen und prozessorientierten Entscheidungsmodellen ergänzt.

3.9. Evaluierung der Erhebungsinstrumente zur Einschätzung des Grünraumpotenzials

3.9.1. Stärken-Schwächen-Analyse für die Erhebung des Potenzials für Dach- und Fassadenbegrünung

Für eine detaillierte Erfassung des Grünraumpotenzials am Gebäude- und verbauten Bestand auf Quartiersebene gibt es noch Bedarf an Erhebungsinstrumenten. In vorhergehenden internen Studien des Projektpartners MA22 konnte das Grünraumpotenzial mittels umfangreicher Feldaufnahmen erfasst werden. Im Rahmen der Urbanen GmbA wurden bestehende Datengrundlagen evaluiert, um Alternativen zu aufwändigen Feldaufnahmen auszuarbeiten.

Stärken: Aus den zahlreichen öffentlich zugänglichen Geodaten konnte eine gute Grundlage für die Erarbeitung einer GIS-basierten Methodik zusammengestellt werden. Allgemeine Informationen zu den Gebäuden (z.B. Gebäudeumrisse, Lage) stehen flächendeckend für das Stadtgebiet zur Verfügung.

Horizontal ist das Grünraumpotenzial im verbauten Bestand für das gesamte Stadtgebiet über den Gründachpotenzialkataster auf ViennaGIS abrufbar. Der Gründachpotenzialkataster ermöglicht auf Gebäudeniveau eine gute Abschätzung der Eignung von Dächern für eine Nachrüstung von Gründächern. Der Gründachpotenzialkataster basiert auf hochauflösenden ALS Daten. Um Fehler zu reduzieren wurden Flächen, die kleiner als 5 m² sind, von der Bewertung ausgeschlossen. Im Projekt wurde versucht, aus bestehenden Datensätzen nützliche Informationen zur Abschätzung des Begrünungspotenzials der Fassaden zu extrahieren bzw. diese abzuleiten. Das Dachmodell (LOD2) wurde im Projekt herangezogen, um die Bruttofassadenflächen zu berechnen. Auch die FMZK Mehrzweckkarte bietet in hoher Auflösung Informationen zur umgebenden Landnutzung der Gebäude. Mit den bestehenden Daten konnten erste Hinweiskarten und methodische Ansätze erstellt werden.

Schwächen: Zu den Gebäudeeigenschaften waren teilweise Informationen nicht oder nicht flächendeckend vorhanden. Die Bauperiode der einzelnen Gebäude und deren Nutzung stand nicht in der gewünschten Auflösung zur Verfügung. Das vertikale Grünraumpotenzial ist derzeit in Wien nicht erfasst. Es existieren keine Geodaten mit spezifischen Informationen zu Fassaden, die für Potenzialerhebungen verwendet werden können. Eine Schwäche des Gründachpotenzialkatasters ist die teilweise starke Fragmentierung, die die praktische Anwendbarkeit beeinträchtigt. Außerdem

werden zusammenhängende Flächen, wie zum Beispiel flache aber sehr schmale Dachränder, die in der Praxis für eine Dachbegrünung nicht geeignet sind, als Potenzialflächen ausgewiesen.

Mögliche Optimierung

Urbane GmbA testete eine alternative Methode zum Gründachpotenzialkataster. Auf Grundlage des Dachmodells (level of detail 2 – LOD2) wurden die Dachneigung und die Exposition berechnet. Anschließend wurde den jeweiligen Dachflächen ein Begrünungspotenzial zugeschrieben. Das Ergebnis ist homogener als das des Gründachpotenzialkatasters. Allerdings stellt das Dachmodell eine Vereinfachung dar, weshalb der Auflösungsgrad des Gründachpotenzialkatasters höher ist (siehe Abbildung 23).

In der Stadt Wien werden detaillierte Dachmodelle (level of detail 3 – LOD3) projektbezogen auf Basis von



Luftbilddatensätzen bestimmt (siehe



Abbildung 24). Durch die Verwendung von LOD3 Dachmodellen könnten mit dem in diesem Projekt verfolgten Ansatz zukünftig homogene Flächeninformationen mit hohem Detaillierungsgrad erzielt werden.

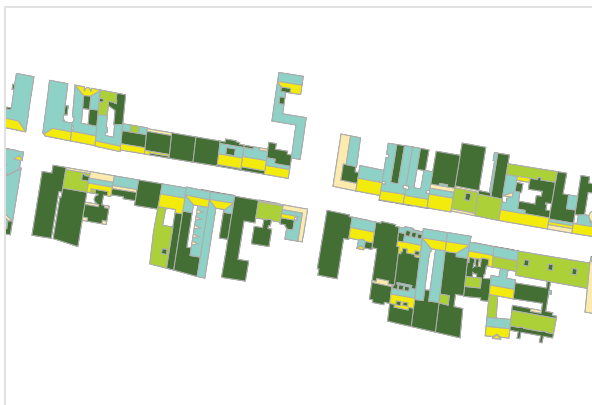


Abbildung 23: Vergleiche der Erhebung des horizontalen Grünraumpotenzials auf einem Abschnitt im Projektgebiet Neulerchenfelderstrasse. Links: Auf Basis der im Projekt angewandten Methodik und rechts: die Darstellung des Gründachpotenzialkatasters

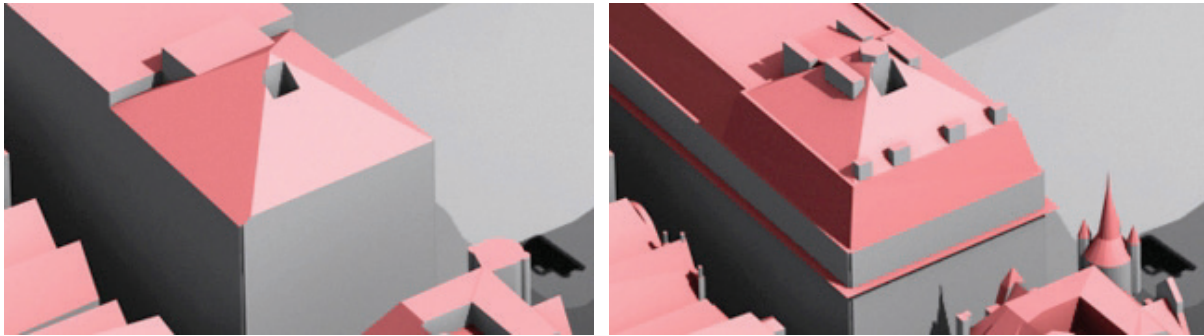


Abbildung 24: Links: Generalisiertes Dachmodell (LOD2) - Datengrundlage zur GIS-gestützten Erhebung des Grünraumpotenzials im Projekt. Rechts: Detailliertes Dachmodell (LOD3-Dach) – Zeigt die genauen Dachformen und könnte in zukünftigen Projekten die Auflösung der Ergebnisse verbessern (Quelle: Stadtvermessung Wien)

Insgesamt besteht noch erheblicher Bedarf an Geodaten (siehe Tabelle 16), um exakte Erhebungen des Begrünungspotenzials von Fassaden durchführen zu können. Das sind vor allem bautechnische Informationen zum Aufbau, Zustand und zur Ausstattung der Fassaden. Zukünftig könnten beispielsweise unter Anwendungen von Drohnen großflächig relevante Daten erhoben werden. Im Rahmen des Projektes „Wien gibt Raum“ entsteht eine Bilddatenbank des öffentlichen Raums für das gesamte Stadtgebiet (Strondl et al., 2018). Die georeferenzierten Bilder der Datenbank könnten zukünftig eine Grundlage für die Erhebung fehlender Informationen bereitstellen.

Tabelle 16: TRL-Bewertung der untersuchten Grundlagen und Techniken für die Dach- und Fassadenbegrünung.

Technologie	Stärken	Schwächen	TRL-Einstufung
Geodaten (Allgemeine Daten zu Gebäuden)	++	keine	8
Geodaten (vertikal)	++	keine	2
Geodaten (horizontal)	++	keine	5
3D Gebäudemodell	++	keine	6

3.9.2. Stärken-Schwächen-Analyse für die Erhebung der Brownfields

Für die Erhebung von Brownfields stehen der Altlastenatlas, der Verdachtsflächenkataster sowie die registrierten Standorte beim Umweltbundesamt zur Verfügung.

Altlastenatlas

Stärken: Die Verfügbarkeit der digitalen Daten als Polygone ist gewährleistet. Durch die Verschneidung mit Luftbildern bzw. Bodennutzungskarten ist das Ausmaß von Begrünungspotenzialen gut abschätzbar.

Schwächen: Die Anzahl an vorliegenden Altlastenflächen ist gering, somit ist auch die Erkenntnis über mögliches Begrünungspotenzial gering. In der Regel liegen die Altlasten am Stadtrand und können zur Begrünung von dichtverbauten Stadtteilen wenig beitragen.

Verdachtsflächenkataster

Stärken: Digitale Daten über Verdachtsflächen liegen beim Umweltbundesamt vor. Durch die Verschneidung mit Luftbildern bzw. Bodennutzungskarten ist das Ausmaß von Begrünungspotenzial gut abschätzbar. Erfassung von Begrünungspotenzial ist möglich.

Schwächen: Aufgrund der Sensibilität der Datennutzung von vorliegenden Verdachtsflächen, da GrundstückseigentümerInnen mögliche negative Auswirkungen befürchten könnten, ist die Verfügbarkeit nicht direkt gegeben, wie z.B. beim Altlastenatlas. Die Information über das Vorliegen von Verdachtsflächen ist durch die Grundstücksdatenbank beim Umweltbundesamt gegeben. Die Anzahl an vorliegenden Verdachtsflächen ist relativ gering, jedoch signifikant höher als beim Altlastenatlas.

Register der gemeldeten Standorte

Stärken: Die gemeldeten Standorte stellen eine große Anzahl an potenziellen Standorten dar.

Schwächen: Die Anzahl an vorliegenden Standorten ist zwar groß, jedoch liegt ein relativ geringer Informationsgehalt nur punktförmig vor (keine Polygone), was für die Erfassung bzw. Abschätzung des Begrünungspotenzials als nicht geeignet kategorisiert werden muss.

TRL-Beschreibung und Einstufung für die Erhebung der Brownfields

Entsprechend der Definition des Technology Readiness Levels der Europäischen Kommission (siehe Kap. 3.5) wird eine Einstufung bezüglich der einzelnen „Potenzialerhebungs-Werkzeuge“ zwischen 1 und 9 vorgenommen. Im Wesentlichen werden die Stufen 1-3 als grundlegende Konzeptideen zusammengefasst, 4-6 können als Labor- bzw. im Vorversuch bewährte Technologien bezeichnet werden und die Stufen 7-9 stellen gut anwendbare, in der Praxis bewährte Technologien dar.

3.9.3. Stärken-Schwächen-Analyse des Bodenradars für die Erhebung auf Verdachtsflächen und Gehsteigen

Stärken: Die Stärken des Bodenradars liegen in der raschen Verfügbarkeit der Technologie; es sind so gut wie keine langfristigen Mobilisationszeiten notwendig. Bei idealen Verhältnissen lassen sich schon während der Messung Anomalien bzw. Schichten identifizieren, d.h. vorläufige Ergebnisse können in nahezu Echtzeit geliefert werden, wobei berücksichtigt werden muss, dass keine echten Tiefenangaben geliefert werden, sondern nur Laufzeiten, die erst mit der Auswertung in entsprechende Tiefen umgerechnet werden können. Eine grobe Abschätzung der Tiefen ist aber auch vor Ort möglich. Des Weiteren kann eine große Fläche durch z.B. Rastermessungen abgedeckt werden.

Schwächen: Basierend auf dem Funktionsprinzip der Bodenradarmessung ergibt sich eine starke Abhängigkeit der Methoden von den Untergrundeigenschaften; d.h. haben zwei Schichten, die rein visuell gut unterscheidbar wären, dieselben Eigenschaften in der Leitfähigkeit bzw. Dielektrizitätskonstante, werden sich in der Messung keine signifikanten Unterschiede feststellen lassen. Gleiches gilt auch für die vertikale Auflösung, die wie bereits erwähnt von der Frequenz/Wellenlänge bestimmt wird. Daher ist eine vorhergehende Abschätzung der Untergrundverhältnisse oder eine Kalibrierung der Messungen an Hand einer Bohrung oder dergleichen für die Auswahl der Frequenzen in Abstimmung mit dem Erkundungsziel zielführend.

TRL-Beschreibung des Bodenradars und Einstufung für die Erhebung

Die dem Bodenradar zu Grunde liegende Technologie ist seit mehreren Jahren ausgereift und kann mit einem TRL 8-9 ausgewiesen werden. Was die Anwendung für Begrünungsmaßnahmen anbelangt, sind noch einige methodische Fragestellungen (z. B. Kombination des Bodenradars mit weiteren geophysikalischen Geräten (z.B. Magnetik, Elektromagnetische Induktion, Schall) näher zu betrachten und sind einem TRL 2-4 zuzuordnen. Das gleiche gilt auch in der Anwendung für Altlasten, wobei hier die Methodik durch existierende, spezielle Anwendungsbeispiele (vgl. DNAP-Kontaminationen, vgl. z.B. Wilson, et al. 2009) schon einen Schritt weiter ist und je nach Art der Verdachtsfläche ein TRL von 2-5 anzuwenden wäre.

Tabelle 17: TRL-Bewertung der untersuchten Grundlagen und Techniken für Brownfields, Verdachtsflächen und Gehsteige.

Technologie	Stärken	Schwächen	TRL-Einstufung
Altlastenatlas	++	0	7-9
Verdachtsflächenkataster	++	--	4-6
Register der Standorte	+	--	1-3
Bodenradar / Allgemein	++	0	8-9
Bodenradar / Begrünungspotenzialerhebung	+	-	2-4

3.10. Externe Evaluierung der Ergebnisse durch Stakeholder

Die Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse und die Bewertungsmatrix wurden in einem Stakeholder-Workshop um die Praxiserfahrung relevanter ExpertInnen aus Planung, Ausführung und Verwaltung ergänzt. Die 13 Teilnehmenden vermittelten ihre Expertise zu finanziellen, (verwaltungs-) rechtlichen, technischen, sozio-ökologischen und systembezogenen Kriterien. Durch schriftliches Feedback, Diskussionen im World Café-Setting und im Plenum wurde die Bewertung des Grünraumpotenzials nochmals evaluiert und validiert. Die detaillierte Auswertung der Beiträge aus dem Stakeholder-Workshop befindet sich im Anhang (siehe Anhang, Kapitel 7.4).

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Diskussionsrunden waren:

- **Pflege und Wartung sind ausschlaggebend für den Erfolg:** Es gibt allerdings Unsicherheiten, die durch eingeschränkte Erfahrung oder fehlende Informationen bedingt sind. Während der Planung muss die Integration der AnwohnerInnen mitbedacht werden.
- **Fehlende Daten bzw. Informationen für die Kostenkalkulationen** sind sowohl für den langfristigen Erfolg als auch für die Umsetzung einschränkend. Relevante Daten sind nicht für alle gleich verfügbar.
- Die **Wasserversorgung** bzw. die Bewässerungstechnik sind wesentlich für den erfolgreichen Erhalt der Begrünung: Regenwassermanagement und Retentionsleistung sind durch Auflagen bzw. Normenregelungen einzufordern.
- Einig ist man sich darin, dass die Lebensdauer eine Frage der (richtigen) **Ausführung** und **Resilienz** der Systeme ist.
- Neue **Finanzierungsmöglichkeiten** (z.B. Leasing, Public-Private-Partnerships) könnten die erfolgreiche Umsetzung erhöhen und Kostentransparenz schaffen.

Nach genauer Betrachtung der Bewertungsmatrizen für Dach- und Fassadenbegrünung (siehe Tabelle 16 und Tabelle 17) sehen die ExpertInnen die größten Potenziale bei einfachen Systemen (vor allem bodengebundene oder Trogbegrünung), in der Mehrfachnutzung, der Flächenquantität und bei Kombinationsdächern, die von Extensivdächern weiter in Richtung (reduziert-) Intensivdächern gehen können.

Ein wichtiger Aspekt ist auch die Verknüpfung von städtebaulichem Regenwassermanagement mit der notwendigen Innenverdichtung, um den technischen, (klein-)klimatischen, ideellen und wirtschaftlichen Nutzen darstellen zu können.

3.11. Ableitung und Erarbeitung einer Roadmap für Umsetzungsmaßnahmen der MA 22 und des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU (Ziel 7)

Übersicht der Flächen mit Grünraumpotenzialen in den Projektgebieten:

Das Grünraumpotenzial wurde für beide Projektgebiete erhoben. Die Tabellen 18 und 19 geben einen Überblick über die Größe der gesamten Potenzialflächen in den Projektgebieten. Außerdem sind die Flächen, in die zur Potenzialerhebung definierten Kategorien gegliedert, dargestellt. Kategorien, denen ein tendenziell höheres Potenzial zugeschrieben wird, sind in den Tabellen grün markiert. Zu beachten ist, dass die erhobenen Flächen einen Schätzwert abbilden. Auch konnten im Rahmen der Aufnahmen nicht alle bautechnischen Anforderungen, die für die endgültige Abschätzung der Begrünbarkeit relevant sind, erfasst werden. Die Ergebnisse geben jedoch PlanerInnen Auskunft über wichtige Rahmenbedingungen und können auf Quartiersebene bei der Identifizierung und Einschätzung von Grünraumpotenzialen unterstützen.

Tabelle 18: Fassaden- und Dachflächen mit Grünraumpotenzial im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ und Gliederung der Flächen in die zur Potenzialerhebung definierten Kategorien. Grün markierten Kategorien wird ein höheres Begrünungspotenzial zugeschrieben.

Projektgebiet Innerfavoriten - Kretaviertel		
	Kategorie	Flächen mit Grünraumpotenzial
Fassadenflächen	Gesamte Potenzialflächen – Fassaden	17,74 ha
	Gehsteig - Breite $\geq 2,2$ m	4,85 ha
	Gehsteig - Breite $< 2,2$ m	0,07 ha
	Befestigte Fläche	5,58 ha
	Private Parkplätze und Verkehrsfläche	1,37 ha
	Grünraum	4,65 ha
	Ohne Bodenanschluss - Flachdach	1,22 ha
Dachflächen	Gesamte Potenzialflächen – Dach	10,19 ha
	0° bis 5°	4,2 ha
	5° bis 15°	1,16 ha
	15° bis 45°, keine Südexposition	3,91 ha
	0° bis 15°, Kiesdach (Dacheindeckung)	0,92 ha

Tabelle 19: Fassaden- und Dachflächen mit Grünraumpotenzial im Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ und Gliederung der Flächen in die zur Potenzialerhebung definierten Kategorien. Grün markierten Kategorien wird ein höheres Begrünungspotenzial zugeschrieben.

Projektgebiet Neulerchenfelderstrasse		
	Kategorie	Flächen mit Grünraumpotenzial
Fassadenflächen	Gesamte Potenzialflächen – Fassaden	6,44 ha
	Gehsteig - Breite $\geq 2,2$ m	0,92 ha
	Gehsteig - Breite $< 2,2$ m	0,7 ha
	Fußgängerzone	0,12 ha
	Befestigte Fläche	2,69 ha
	Private Parkplätze und Verkehrsfläche	0,61 ha
	Grünraum	0,87 ha
Dachflächen	Gesamte Potenzialflächen – Dach	3,75 ha
	0° bis 5°	1,50 ha
	5° bis 15°	0,42 ha
	15° bis 45°, keine Südexposition	1,74 ha
	0° bis 15°, Kiesdach (Dacheindeckung)	0,09 ha

Die folgende Abbildung 25 zeigt die notwendigen Maßnahmen zur Umsetzung der Roadmap für die Projektgebiete der MA 22 und des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU.

	Notwendige Maßnahmen	Bewertungen
1	GIS-gestützte Identifizierung des Grünraumpotenzialen von Gebäuden	
Schritt 1	1.1 Abfrage der Rahmenbedingungen der jeweiligen Objekte	Es werden allgemeine Informationen (Gebäude ID, Adresse und Nutzung) sowie der Schutzstatus (Lage in Schutzzone oder Gebäude unter Denkmalschutz) ersichtlich. Straßenseitige Gebäudefassaden: Informationen zu Fassadenstruktur, Erdgeschoßzone, Obergeschoßzone, Gehsteigbreite, Ausstattung der Fassaden mit Kellerfenstern.
	1.2 Abfrage der Grünraumpotenziale: Gebäudefassaden	Die potenziell begrünbare Nettofassadenfläche kann getrennt für Erdgeschoß- und Obergeschoßzone und straßen- und innenhofseitige Fassaden abgefragt werden. Die Gliederung der Flächen hinsichtlich des Bodenanschlusses der Fassaden gibt den PlanerInnen einen zusätzlichen Hinweis zur Abschätzung des Grünraumpotenzials.
	1.3 Abfrage der Grünraumpotenziale: Dachflächen	Die Dachflächen sind gegliedert in Potenzialklassen abrufbar. Zusätzliche abrufbare Information: Dacheindeckung
2	Konkretisierung der Auswahl begrünbarer Gebäude in den Projektgebieten	
Schritt 2	2.1 Ergänzung des Datensatzes mit beliebigen Daten	Die GIS-gestützte Abfrage liefert den PlanerInnen Informationen zu Gebäuden und deren potenziell begrünbaren Flächen. Für die Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen werden noch weitere Daten benötigt (z.B. EigentümerInnenverhältnisse). Auf Grundlage der Urbanen GmbA – Shapefiles können konkrete Begrünungsprojekte in den Projektgebieten zukünftig schnell und einfach georeferenziert werden.
	2.2 Einbeziehung der Ergebnisse des Bodenradars	Bodenradargramme zur Unterstützung der Auswahl bodengebundene Begrünungsmöglichkeiten Zugänglichkeit zu den digitalen Daten des Verdachtsflächenkatasters/ der Registrierten Standorten mit dem Umweltbundesamt klären Abklärung: rechtlicher Abstimmungsbedarf bezüglich des Betretens der Grundstücke
3	Auswahl von Objekten zur Gebäudebegrünung	
Schritt 3	3 Konkrete Auswahl von Zielobjekten	Einholung weiterer Informationen; Eigentümerverhältnisse, bautechnischen Anforderungen an potenziellen Objekten; Kostenabschätzung von Maßnahmen Ausarbeitung erster Varianten zur Vorlage bei den EigentümerInnen
4	Auswahl von Begrünungsmaßnahmen am Gebäude	
Schritt 4	4.1 Auswahl standortangepasster Begrünungsmaßnahmen	Als Grundlage werden von den PlanerInnen Ziele definiert und bautechnische Gegebenheiten erhoben. Anschließend können Systemgruppen aus der Bewertungsmatrix ausgewählt werden. Darin werden Stärken und Schwächen übersichtlich dargestellt und Systemgruppen direkt vergleichbar.
	4.2 Anwendung der Bewertungsmatrix	
5	Einbeziehung der TRL-Analyse	
Schritt 5	5 Überprüfung des TRL (Technology Readiness Level) der Systemgruppen	Der TRL gibt Informationen zur Marktnähe der jeweiligen Systemgruppen und kann bei der endgültigen Festlegung der Begrünungsvariante unterstützen.

Abbildung 25: Roadmap für Umsetzungsmaßnahmen

3.12. Ableitung von Innovationspotenzialen und Technologieinnovierungen für weitere F&E&I-Vorhaben (Ziel 6)

3.12.1. Innovationspotenziale und Technologieinnovierungen der einzelnen Systemgruppen

Im Zuge der Ermittlung des Technology Readiness Levels (siehe Kapitel 3.8) wurden die Systemgruppen zusätzlich anhand ihres Innovationspotenzials und möglicher Technologieinnovierungen beurteilt (siehe Tabelle 20).

Tabelle 20: Innovationspotenziale der Systemgruppen

Innovationspotenzial	Systemtechnologie (Vegetation und Konstruktion)	Material und Produktion	Pflege	Gebäudetechnik	rechtliche Vorgaben & Förderungen & ökonomische Bewertung	zusätzlicher Nutzen
F1a	Erforschung Verbindung Efeu/ Fassadenoberfläche, Auszugsversuche WDVS	Regionale Pflanzenproduktion, verschiedene Größen verfügbar	Pflegenetzwerk, automatisierter Schnitt, Überwuchsleiste	Gebäudeabdichtung, Unbedenklichkeitsgutachten für Untergründe, Langzeitstudien verbesserte Haltbarkeit Fassadenuntergrund (Witterungsschutz)	Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	Biomasseproduktion, Regenwassernutzung, Verbindung mit Regengärten
F1b	Erforschung Verbindung Veitchii/ Fassadenoberfläche, Auszugsversuche WDVS	Regionale Pflanzenproduktion, verschiedene Größen verfügbar	Überwuchsleiste, automatisierter Schnitt, Pflegenetzwerk	Gebäudeabdichtung, Unbedenklichkeitsgutachten für Untergründe, Langzeitstudien verbesserte Haltbarkeit Fassadenuntergrund (Witterungsschutz)	Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	neue Anwendungsgebiete z.B. als Hintergrünung/ Kühlung für PV-Fassaden, Biomasseproduktion, Regenwassernutzung, Verbindung mit Regengärten
F1c	Integration Rankhilfen in Fassadenfertigsysteme, Kombination mit PV- Integration in ein System, Rankhilfe als Basis für weitere Multifunktionale Fassadenelemente, Kombination mit Nebelanlagen und multifunktionalen Rankhilfen (z.B. Wasserversorgung als Rankhilfe)	Neue Materialien für Rankhilfen, 3D Druck	automatisierter Rückschnitt	Gebäudeabdichtung	Ausbau Nutzen/ Substitution von Beschattungselementen, Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	Mehrfachnutzung (Gestaltung, Funktion Beschattung), Regenwassernutzung, Verbindung mit Regengärten

Innovationspotenzial	Systemtechnologie (Vegetation und Konstruktion)	Material und Produktion	Pflege	Gebäudetechnik	rechtliche Vorgaben & Förderungen & ökonomische Bewertung	zusätzlicher Nutzen
F1d	Integration Rankhilfen in Fassadenfertigungssysteme, Kombination mit PV-Integration in ein System, Rankhilfe als Basis für weitere Multifunktionale Fassadenelemente, Kombination mit Nebelanlagen und multifunktionalen Rankhilfen (z.B. Wasserversorgung), Statische Innovationen bei großflächigen Netzen	Neue Materialien für Rankhilfen, 3D Druck	automatisierter Rückschnitt	Gebäudeabdichtung	Ausbau Nutzen/ Substitution von Beschattungselementen, Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	Mehrfachnutzung (Gestaltung, Funktion Beschattung), Regenwassernutzung, Verbindung mit Regengärten
F2a	Kleinskalige, mobile Fertiglösungen; in Tröge integrierte Rankhilfen und Versorgungseinheiten, Vereinfachung Versorgungssysteme und Sensorenteknik (Pegelanstau)	Integration in Vorfertigungsprozesse und Fertigfassadensysteme, neue innovative und ökologische Trogmaterialien, 3D Druck	automatisierte Pflege und Wartung	Trogintegration Bestandsgebäude (Kellerflächen)	Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	vertical farming Potenziale, Biomasseproduktion, Policy und Vorgabeninnovation (öff. Gut, priv. Gut- nutzbare Flächen, Bebauungsplan)
F2b	kleinskalige, mobile Fertiglösungen; in Tröge integrierte Rankhilfen und Versorgungseinheiten, Vereinfachung Versorgungssysteme und Sensorenteknik, Leichtbausysteme, etc.	Integration in Vorfertigungsprozesse und Fertigfassadensysteme, neue innovative und ökologische Materialien, 3D Druck	automatisierte Pflege und Wartung, PPP- öff Gut/ priv. Gut Pflege		Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	Integration Bebauungspläne (nutzbare Fläche erweitern), vertical farming Potenziale, Möglichkeit des Auskragens (Biomasse, soz. Effekte)

Innovationspotenzial	Systemtechnologie (Vegetation und Konstruktion)	Material und Produktion	Pflege	Gebäudetechnik	rechtliche Vorgaben & Förderungen & ökonomische Bewertung	zusätzlicher Nutzen
F3a	Low-Cost Varianten, dämmstoffintegrierte Begrünungen, Sensorbasierte bedarfsgerechte Steuerung, Vorpflanzung, Substrat-ersatzstoffe, Hydroponik, Kreislaufanlagenintegration	neue Materialien, Gewichtsreduktion, Vorfertigung und Fertigteilfassaden	Pflegetätigkeiten und Modelle inkl. NutzerInnen, Wartung und Pflege automatisiert		Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	Gemüse- und Biomasseproduktion, Grauwasserklärung
F3b	Gleichmäßige Wasserversorgung und Rückhaltung, Alternative Nährstoffsysteme, sensorbasierte Steuerung, Kreislaufanlagenintegration, Substratersatz, hydroponische Bauweisen, Vorkultur, etc.		Pflege mit Robotern und Drohnen bzw. automatisiert		Förderung für Umsetzung/ Anwendungen auf Ebene der Länder/Städte/Gemeinden	Integration in Produktion (Gemüse, Biomasse), Grauwasserklärung
D1	alternative Bewässerungsmethoden, Beschattungselement Baum am Dach	Qualität von Abdichtungsmaterialien hinsichtl. Anstauverfahren, Vorfertigung, Verbindung Holzbau		Statik Sanierung	Legislative Vorgaben Denkmalschutz, Legislative Vorgaben zur Anwendung (Grün- und Freiflächenfaktor/ Regenwassersteuer), Kosten-Nutzen Rechnungen, BIM	Sanierungen/ Nachrüsten von bestehenden Gründächern mit PV und Nutzung durch den Menschen, neue Nutzungen auf Dächern (Produktion, Biomasse, Nahrungsmittel), Förderung Artenvielfalt und Wissen
D2	Integration von PV und Solarthermie bzw. geothermische Anlagen in Bodensubstrate, Lokale und artenvielfältige Saatgutmischungen	Vorfertigung, Verbindung Holzbau	öffentlich genutzte Dächer → gemeinsame Pflege und	Sanierung von Bestandsgebäuden und Denkmalschutz/ spezielle statische Anforderungen, Leichtdächer	Legislative Vorgaben zur Anwendung (Grün- und Freiflächenfaktor/ Regenwassersteuer), Optimierte	neue Nutzungskonzepte (Produktion: Gemüse, Biomasse, Kläranlagen, Grauwasser, Kreislaufanlagen,

Innovationspotenzial	Systemtechnologie (Vegetation und Konstruktion)	Material und Produktion	Pflege	Gebäudetechnik	rechtliche Vorgaben & Förderungen & ökonomische Bewertung	zusätzlicher Nutzen
	mit hoher Auswirkung Biodiversität und Artenvielfalt		Nutzung (Verträge)		Anwendung (ökon. Betriebskostenrechnung Gebäude, Mehrwerte berechnen), BIM	andere Formen Stromproduktion, etc.), Urban Gardening
D3	Vorfertigung, Verbindung Holzbau			extreme Leichtdachbegrünungen (Statik)	Legislative Vorgaben zur Anwendung (Grün- und Freiflächenfaktor / Regenwassersteuer), Quantifizierung Beitrag Artenschutz, Optimierte Anwendung (ökon. Betriebskostenrechnung Gebäude, Mehrwerte berechnen), BIM, etc.	Artenvielfalt und Biodiversität (Strukturelemente), weitere Formen der Produktion und Mehrfachnutzung integrieren siehe D2 (Biomasse, Lebensmittel, Strom, Energie, Grauwasserklärung etc.), alternativ auch Nutzungsformen durch den Menschen integrieren
D4	Wasserrückhaltekapazität erhöhen, PV- Kombination umsetzen, Sanierung mit PV zulassen	Vorfertigung Vegetationsdecke geschlossen		noch leichtere Formen inkl. Bewässerung für große Hallendächer zur Kühlung von Betriebsstätten und Anlagen	mehr legislative Vorgaben für Umsetzung (Regenwassersteuer), Optimierte Anwendung (ökon. Betriebskostenrechnung Gebäude, Mehrwerte berechnen), BIM	Artenvielfalt und Biodiversität, weitere Formen der Produktion und Mehrfachnutzung integrieren siehe D2 (Biomasse, Lebensmittel, Strom, Energie, Grauwasserklärung etc.), Nutzung durch Menschen integrieren, Geothermie

3.12.2. Weitere Innovationspotenziale

In der folgenden Tabelle 21 werden weitere Innovationspotenziale für verschiedene Zielgruppen aufgelistet.

Tabelle 21: Innovationspotenziale der Systemgruppen für Zielgruppen

Innovationspotenziale	Beschreibung Argumentation	Zielgruppe
Automatisierung zur Erfassung von Nettoflächen (Fassaden)	Abstände Fenster, Zustand der Fassade, Fassadeninspektion mit Drohnen und Kameras	PlanerInnen, EigentümerInnen, Verwaltung
Automatisierung und Vereinfachung des analytischen Prozesses	Unterstützung der Ressourceneffizienz	Verwaltung
Integration auf verwaltungsinternes GIS-Kartenmaterial	Open Source Applikation für MitarbeiterInnen	Verwaltung Öffentlichkeit
Vienna 3-D	Nutzbarmachung von 3-D Informationen; sind derzeit noch herausfordernd; Nutzungsoptionen: Informationsgrundlagen, Entscheidungsgrundlagen; z.B. Sichtbarmachung, wo Begrünungen nur im Obergeschoss möglich sind	Verwaltung, BauherrInnen, PlanerInnen Blocksanierungen
Nutzung der Ergebnisse für eine Verschneidung der stadtklimatischen Typologien „Urban Standard Typologies“ (Green4Cities)	Datenaufbereitung und Nutzung der Daten für die Klimasimulation etwa im Rahmen des Projektes Green.Resilient.City für das Zielgebiet Innerfavoriten.	ForscherInnen Verwaltung
Vergleich der Ergebnisse mit tatsächlichen Realisierungen von Dach,- und Fassadenbegrünungen als mögliches Evaluierungsinstrument	Vereinfachung von Evaluierungsverfahren für die Verwaltung ggf zwecks Evaluierung von Förderungen	Verwaltung FördergeberInnen, Stadt- und Planungsverantwortliche
Zusammenhänge zwischen architektonischen und städtebaulichen Eigenschaften	Übertragbar auf die Agenden und Fachbereiche der Verwaltungen	Verwaltung
Verbesserte Anwendbarkeit der Bodenradargramme	Validierung der Bodenradargramme durch gezielte Schürfe und Bodenöffnungen; Optimierung der Antennenkombination bzw. -auswahl und Gerätekomponenten; Kombination des Bodenradars mit weiteren geophysikalischen Geräten (z.B. Magnetik, Elektromagnetische Induktion, Schall); Auswerte-Software; Kooperation mit anderen Bodenradaranwendern (z.B. Archäologen, Straßenaufbauüberwachungseinrichtungen, Forschungseinrichtung)	Forschung, Verwaltung, BauherrInnen

4. Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Sondierungsprojektes Urbane GmbA konnten zu den definierten Zielen (Kap. 2.2) folgende Erkenntnisse gewonnen und zentrale Schlussfolgerungen extrahiert werden:

Ziel 1: Verschiedene derzeit verfügbare Instrumente, Datenbanken oder Modelle enthalten wertvolle und brauchbare Informationen, auf die sowohl eine Potenzialflächenerhebung als auch Entscheidungen zur Maßnahmenwahl aufgebaut werden können.

- 1.1 Etwa lassen sich exakte Berechnungen der Dachneigung aus einem Digitalen Oberflächenmodell (DOM), das auf hochauflösenden Airborne Laserscanning (ALS-Daten) basiert, herstellen. Die Verfügbarkeit von ALS-Daten ist in Österreich gut, wodurch eine kostengünstige und großflächige Anwendung möglich ist.
- 1.2 Auf Grundlage spektraler Oberflächensignatur können z.B. gute Ergebnisse bei der Identifizierung von Kiesdächern erzielt werden. Flache oder leicht geneigte Kiesdächer stellen Präferenzdächer dar, da ein Retrofit zumeist ohne zusätzliche Anforderungen an die Gebäudestatik möglich ist. Allerdings können andere bautechnische Erfordernisse wie Dachabdichtung, Wärmedämmung, Dachrandhöhen, Zugänglichkeiten (DDV, 2016) etc. nicht über fernerkundliche Methoden ermittelt werden.
- 1.3 Anwendungsbeispiele von Drohnen zeigen beträchtliche Potenziale zur Anwendung in der Vegetationstechnik und zur Gebäudebegrünung. Detaillierte bautechnische Aufnahmen von Gebäuden können die Abschätzung des Begrünungspotenzials erheblich verbessern. Für eine großflächige Anwendung im urbanen Bestand stellen die rechtlichen Rahmenbedingungen einen limitierenden Faktor für den Drohneneinsatz dar.

Ziel 2: Eine synthetisierte Anwendung zur Kartierung im Gebäudebestand ist gelungen, indem relevante Datensätze identifiziert und bearbeitet wurden. Fehlende Informationen konnten durch bildgestützte Analysen ergänzt werden.

- 2.1 Google-Maps 3D erwies sich als ein sehr hilfreiches Instrument zur Abschätzung von Grünraumpotenzialen, insbesondere zur ersten Einschätzung und als Alternative zu aufwändigen Aufnahmen vor Ort. Für die Erhebung des Grünraumpotenzials auf Quartiers- oder Stadtebene kann Google-Maps 3D ergänzend eingesetzt werden.
- 2.2 Für die Projektgebiete konnten Begrünungspotenziale getrennt nach Fassaden und Dach dargestellt werden. Als Indikator für ein hohes Begrünungspotenzial können die Fassaden, angrenzend an breiten Gehsteigen und Grünräumen gesehen werden. Innenhofseitig ist die Summe der Potenzialflächen insgesamt größer.
- 2.3 Zu beachten ist, dass die erhobenen Flächen einen Schätzwert abbilden. Nicht alle bautechnischen Anforderungen, die für die endgültige Abschätzung der Begrünbarkeit relevant sind, können erfasst werden.
- 2.4 Die Urbane GmbA-Ergebnisse geben jedoch Auskunft über wichtige Rahmenbedingungen und können auf Quartiersebene bei der Identifizierung und Einschätzung von Grünraumpotenzialen unterstützen.

Ziel 3: Einschätzung, Kategorisierung und Bewertung von möglichen Maßnahmen und State of the Art – Technologien, insbesondere Nature Based Solutions: Es werden die Stärken und Schwächen analysiert.

- 3.1 Im Bereich der Gebäudebegrünung gibt es eine Vielzahl an technischen Lösungen. In der Literatur ist die Einteilung der unterschiedlichen Lösungen in Systemgruppen nicht einheitlich. Die Einteilung der Urbanen GmbA erfolgte auf Basis aktueller Literaturwerke und wurde im Rahmen von Stakeholder-Workshops diskutiert und festgelegt. Somit wurde die Praxisnähe, Aktualität und Integrierbarkeit neuer Technologien in die Kategorisierung sichergestellt.
- 3.2 Durch die Gliederung der bewerteten Kriterien in „Technische Komponenten“, „Ökonomische Komponenten“ und „Soziale/Ökologische Komponenten“ lassen sich die Stärken und Schwäche der einzelnen Systemgruppen gut vergleichen.
- 3.3 Der Stakeholder-Workshop ergab, dass die Lebensdauer der Systeme von der (richtigen) Ausführung, Wasserversorgung, Pflege und Wartung abhängt. Unsicherheiten sind oft das Resultat fehlender Daten, da diese nicht für alle Stakeholder gleich verfügbar sind. Diese werden auch für neue Finanzierungsmöglichkeiten (z.B. Leasing, Public-Private-Partnerships) und Kostenkalkulationen benötigt, um Kostentransparenz zu schaffen.

Ziel 4: Analyse des Technology Readiness Levels: von den identifizierten Maßnahmen, Technologien und Systemlösungen wird der Technology Readiness Level analysiert. Es wird mithilfe einer Bewertungsskala der TRL festgestellt und darauf aufbauend die Marktrelevanz sowie der Innovationsbedarf in Bezug auf Material, Konstruktionen, Substrate, Vegetation etc. festgestellt.

- 4.1 Generell können für Dachbegrünungen in allen Bewertungsbelangen höhere Skalen (Hoher Reifegrad) erzielt werden als für Fassadenbegrünungen (Mittlerer Reifegrad). Dies ist auf eine längere bewusste technologische Auseinandersetzung und gute Förder- und Legislativlandschaft als auch auf einen aktiven Markt zurückzuführen
- 4.2 Der Markt an fassadengebundenen Begrünungen (Living Walls) ist jung und sehr dynamisch. Das wirtschaftliche Interesse, simple Anwendungen wie Kletterpflanzenbegrünungen aufzugreifen, ist aufgrund geringer Umsatzerwartung nicht so stark. Für das Marktsegment Betreuung/Pflege ist derzeit noch keine hohe Marktakzeptanz gegeben.
- 4.3 Für keine Systemkategorie ist eine TRL Skala von 1-3 in der Gesamtschau vorliegend, wonach kein Markt- und Nutzerpotenzial abschätzbar wäre, keine Regulative oder nur Funktionsbeschreibungen vorliegend wären, die kulturelle Bedeutung noch nicht akzeptiert wäre, Infrastrukturen zur Umsetzung fehlen, keine Produktionslinien und Wartungsnetzwerke existieren würden.
- 4.4 In einigen Detailbereichen von Technologieanwendungen wurde jedoch geringe Reife (1-3) diagnostiziert. Bei Direktbewuchs mit Efeu beispielsweise ist eine kulturelle Akzeptanz vorhanden, jedoch die Skepsis vor Bauwerksschäden noch immer sehr hoch und eine dementsprechende Beweisführung ausständig.

- 4.5 Bei der Anwendung von Überwuchssperren, um Planbarkeit und Schutzempfinden zu erhöhen, existiert kein entsprechendes wirtschaftliches und produktionsbedingtes Zusatzprodukt am Markt, jedoch erste technische Ansätze.

Ziel 5: Erhebung Status Quo ökonomischer Betrachtungen und Bewertungen von Grünen Infrastrukturen bzw. Maßnahmen und Technologien: Es werden derzeit übliche Ansätze und Trends identifiziert, Stärken und Schwächen identifiziert. Maßnahmen, Technologien und Grüne Infrastrukturen werden nach einfachen Indikatoren kategorisiert und bewertet.

- 5.1 Häufige, durchaus brauchbare Ansätze liegen in einfachen Kosten-Nutzenanalysen, oder, wie für Fassaden- und Gründachstrukturen naheliegend, in der Gegenüberstellung von Errichtungs- und Betriebskosten. Ein etablierter Ansatz versucht annäherungsweise die Opportunitätskosten für Fassaden- und Dachbegrünung oder Rückbau zu ermitteln (EPA, 2014).
- 5.2 Komplexer ist der Zugang über den Total Economic Value (TEV), der direkte Nutzen (z.B. Versorgung mit Wasser oder Lebensmittel), indirekte Nutzen (Luft, Klimaregulierung) und auch non-use-values (Schutz der Umwelt für die künftigen Generationen, künftige Umweltaspekte etc.) inkludiert bzw. Kosten und Benefits gegenüberstellt (Europäische Kommission, 2012).
- 5.3 Präferenzansätze (Contingent Valuation, Choice Modeling) geben Aufschluss über Wahrnehmung und Werteinordnung im sozialen Kontext. Sie eignen sich Nutzungsverhalten, Bedürfnisse und Akzeptanz von Maßnahmen abzubilden. Nachteilig sind eingeschränkte Kenntnisse der Befragten, die die Einschätzung der Auswirkung auf die Lebenswelt erschwert.
- 5.4 Als probate Mittel für umfangreiche Vorhaben zur Etablierung Grüner Infrastrukturen sind sowohl die Grundsätze von TEEB (2018) als auch die MCA (Multi-Criteria Analysis; Department for Communities and Local Government, 2009) auf Basis langjährig etablierter Grundlagen seit den 1990igern einzustufen. Sie vereinen integrative Ansätze und Mechanismen zur Wertrealisierung und monetäre Techniken mit qualitativen prozessorientierten Entscheidungsmodellen.

Ziel 6: Ableitung von Innovationspotenzialen und Technologiesprünge für weitere F&E&I-Vorhaben im Rahmen des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU.

- 6.1 Weiterführung der Ergebnisse in ein Folgeprojekt (z.B. F&E SDZ): Ausbau des Bereichs neuer Katastersysteme für Österreichs Städte: Konfigurieren und Zusammenführen von Datenbanken zu Energiehaushaltsdaten und Energieausweisdaten, Digitalisierung, Programmierung, Datenverarbeitung mit dem Ziel, Datenerhebung, Auswertung und Visualisierung als auch ein Monitoring von Grünflächen zu ermöglichen (Potenzial, Bestand) und dies auch weiteren Städten in Österreich als Serviceleistung und Businessmodell anbieten zu können.
- 6.2 Datennutzung und -weitergabe: Nutzung der gebäudespezifischen Daten des Projekts Urbane GmbA für weitere, laufende F&E Projekte mit Zielgebietsbezug (LILA4Green, 50 grüne Häuser, DroB, Green Resilient Cities ua.) mit dem Ziel, Umsetzungen voranzutreiben.

- 6.3 Datennutzung für Strategie- und Beratungsgespräche des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU mit Stakeholdern: Nutzung der gebäudespezifischen Projektdaten (einfach zu begründende Objekte mit Hinweis auf rasche Umsetzungsoptionen, z.B. große Gehsteigbreiten, Einbautensituationen, zusammenhängende große Flächen bzw. Feuermauern).
- 6.4 Datennutzung für Workshops zur Strategieentwicklung: Nutzung der gebäudespezifischen Projektdaten, um mit führenden Verbänden und Gruppen (Innovationslabor Act4Energy, Austrosolar, Dachgold, TPPV, etc.) im Bereich erneuerbarer Energien konkrete Flächenpotenziale, Überschneidungen, Konkurrenzsituationen frühzeitig erkennen und zu einer Symbiose bringen zu können.
- 6.5 Entwicklung von Vorgaben bei Förderung von Demonstrations- und Umsetzungsprojekten und auf Ebene des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes als auch passende Fördermodelle
- 6.6 Nutzung für Marktdaten und Entwicklungspotenziale: Verschneidung der Flächenpotenziale (begrünbaren Flächen) mit Technologien und hinterlegten Kostendaten, Erarbeitung der generierten Auswirkung für die Wirtschaft (Wachstum/Umsätze) als auch generierten Arbeitsplätze für Umsetzungsszenarien
- 6.7 Zur Anwendung und zum Einsatz des Bodenradars besteht der Bedarf der Validierung der Radargramme durch gezielte Schürfe und Bodenöffnungen. Weitere Entwicklungsschritte sind die Optimierung der Antennenkombination bzw. -auswahl, von Gerätekomponenten, der Kombination mit weiteren geophysikalischen Geräten (Magnetik, elektromagnetische Induktion, Schall) und Auswerte-Software. welche eine Kooperation mit anderen BodenradaranwenderInnen (z.B. ArchäologInnen, Straßenaufbauüberwachungseinrichtungen, Forschungseinrichtung) vereinfachen würden.

Ziel 7: Ableitung und Erarbeitung einer Roadmap: Für Umsetzungsmaßnahmen der MA 22 und des Innovationslabors GRÜNSTATTGRAU wird ein Arbeitskalender sowie Empfehlungen mit einem Maßnahmenkatalog mit entsprechenden Bewertungen aus den Zielen 1-6 für die Projektgebiete erstellt.

- 7.1 Die Umsetzungsmaßnahmen der Roadmap können im Rahmen des Arbeitskalenders jederzeit umgesetzt werden (siehe Abbildung 24).
- 7.2 Im Rahmen der Projekterhebungen konnten nicht alle bautechnischen Anforderungen, die für die endgültige Abschätzung der Begrünbarkeit relevant sind, erfasst werden. Die Ergebnisse geben jedoch PlanerInnen Auskunft über wichtige Rahmenbedingungen und können auf Quartiersebene bei der Identifizierung und Einschätzung von Grünraumpotenzialen unterstützen.
- 7.3 Anhand der angeführten Bewertungen können die Maßnahmen von der MA 22 und dem Innovationslabor in den jeweiligen Projektgebieten je nach Relevanz implementiert werden.
- 7.4 Investment in grüne Infrastrukturen auf lokaler Ebene soll auf eine gleichwertigere Höhe mit Investment in graue Infrastruktur gelangen.

5. Ausblick und Empfehlungen

Die Roadmap in Kap. 3.11 ist als Arbeitskalender zu interpretieren, der Handlungsanleitungen und Vorgehensweisen zu den genannten Prioritätsobjekten, abgeleitet aus den Projektergebnissen, empfiehlt. Die in Urbane GmbA erarbeiteten Potenzialflächen wurden samt Attributtabelle, welche Daten zu den erhobenen Kriterien zur Bestimmung des Grünraumpotenzials der einzelnen Gebäude enthalten, der Stadt Wien und dem Innovationslabor GRÜNSTATTGRAU und seinen Partnern zur Verfügung gestellt.

Fast alle Innovationsmaßnahmen setzen die Weiterentwicklung und das Engagement von Gesellschaft, Markt, Politik und Verwaltung voraus und sind dementsprechend multidimensional zu betrachten, wenn Erfolg erzielt werden soll. Eine Weiterführung in eine tiefere Analyseebene (auf Produkt- und Komponentenebene) wird als notwendig und erfolgversprechend erachtet, da die Systemkategorien sehr unterschiedliche Systemtechnologien beinhalten. Der Innovationsbedarf auf Ebene der Begrünungstechnologien reicht breit über verschiedene Themenfelder wie Energieeffizienz, Wassermanagement, artenreiche/ ökologische Umsetzungsvarianten und Kommunikationsinnovation, Umsetzungsförderungen, neue Finanzierungs- und Rechnungsmodelle, Kosten-Nutzen-Verhältnisse, Betriebsdatenauswertungen, Regulative bis hin zu technischen Optimierungen von Bauweisen, Vorfertigung, Verbindung mit anderen Bauweisen, Robotereinsatz sowie Bioökonomie (Biomasse- und Energieproduktion, Auflösen von Flächenkonkurrenz, Ernährungssicherheit, Stoffkreisläufe) und Verwebung mit Mobilität.

Es besteht große Nachfrage bezüglich Begrünungsdaten (Bestand und Potenzial) auf Ebene vieler Stakeholder (EC, Politik, Verwaltung, Unternehmen), auch außerhalb Wiens in Österreich und generell in Europa. Wissen über den Begrünungsbestand und die Wirkungsweisen erlaubt detailliertere Prognosen und ermöglicht strategische Entscheidungen.

Evaluierungen von Dach- und Fassadenbegrünungen sind Erfordernisse, die bereits jetzt in strategischen Konzepten der Stadtentwicklung (Klimaschutzprogramm STEP 2025 und mehreren Fachkonzepten, z.B. Grün- und Freiräume, öffentlicher Raum) festgelegt sind und eingefordert werden. Das Know-How dafür ist weitestgehend noch nicht vorhanden und damit entsprechender Entwicklungsbedarf gegeben. Einfach verfügbare und aussagekräftige Daten zum Potenzial ermöglichen ökonomisch vergleichbare Investitionen und Schwerpunktsetzungen in der Bezuschussung, in der Arbeitsplatzsicherung oder im Ausbau.

Potenzialanalysen müssen künftig auch auf weitere Stadtteile und Brownfields ausgeweitet werden. Die erzielbaren Ergebnisse stellen eine gute und wichtige Grundlage für die Etablierung eines Monitorings für die Wiener Grünräume, evt. als Ergänzung zum bestehenden Grünraummonitoring der Stadt Wien oder als unabhängiges Programm dar, sind aber methodisch noch auszubauen. Außerdem können Arbeitsschritte sowohl auf Ebene der Stadtplanung als auch der Umsetzung von Begrünungsvorhaben verkürzt und verbessert werden. Eine flächendeckende Datenlage erlaubt beispielsweise auch ein Monitoring der Wirksamkeit von Förderungen oder Schwerpunktsetzungen (z.B. im Bereich BürgerInnenaktivierung).

Die zentrale direkte Empfehlung lautet daher, in Folgeprojekten den Aufbau und die Pflege sowie die laufende Weiterentwicklung eines Gebäudebegrünungskatastersystems zu Bestand und Potenzial für Österreich zu ermöglichen, welches kompatibel mit existierenden Systemen beschaffen ist und eine einfache und aktuelle Entnahme von Daten für alle Stakeholder ermöglicht.

6. Verzeichnisse

6.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung des Gründachpotenzialkatasters in Kombination mit dem öffentlich zugänglichen generalisierten Dachmodell (LOD2). Das LOD2 wurde als Grundlage für die Erfassung des Grünraumpotenzials in Urbane GmbA herangezogen (siehe Kapitel 5).....	14
Abbildung 2: Methodischer Zugang zur Erreichung der Projektziele.....	19
Abbildung 3: Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ im 16. Wiener Gemeindebezirk und die Einteilungen des Projektgebietes in zwei Abschnitte (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung).....	20
Abbildung 4: Projektgebiet „Innerfavoriten - Kretaviertel“, im 10. Wiener Gemeindebezirk (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung).....	21
Abbildung 5: Verschieden Georadar-Frequenzen und deren minimale Eindringtiefen (orange Kurve) bzw. vertikale Auflösung (blaue Kurve). Rot gekennzeichnet sind die vom AIT eingesetzten Frequenzen von 200 MHz und 600 MHz.	24
Abbildung 6: neunstufige Skala des Technology Readiness Levels (ABACO 2018)	27
Abbildung 7: Gebäudefassaden im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ klassifiziert nach der umgebenden Bodennutzung.....	33
Abbildung 8: Dachflächen klassifiziert nach deren Ausrichtung im Bereich Reumannplatz (1100 Wien) (A) und Referenzbild aus Google-Maps 3D (B).....	34
Abbildung 9: Neigung und Exposition als Grundlage zur Abschätzung des Begrünungspotenzials.....	35
Abbildung 10: Aufnahme eines Gebäudes im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ als Grundlage zur Erhebung relevanter Eigenschaften der Fassaden und die Gliederung in Erdgeschoß- und Obergeschoßzone	35
Abbildung 11: A.) Beispiel im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ für die Darstellung der straßenseitigen und B.) der innenhofseitigen Gebäudeansicht in Google-Maps 3D.....	36
Abbildung 12: Ansicht des Gebäudes Quellenstraße 10/2c im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ in Google Maps 3D.....	38
Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Shape-File Projektgebiet Innerfavoriten – Kretaviertel, Anwendungsbeispiel Gebäude Quellenstraße 10/2c (türkise Blockumrandung im Bild rechts): Die Attributtabelle zeigt alle aufgenommenen Kriterien zur Erhebung des Grünraumpotenzials.	39
Abbildung 14: Beispiel „Neulerchenfelderstrasse 3/5/7“. (A) Fotoaufnahme der straßenseitigen Gebäudefassade, mit einem Ausschnitt der Erdgeschoßzone. (B) Fotoaufnahme der straßenseitigen	

Gebäudefassade, mit einem Ausschnitt der Obergeschoßzone. (C) Ansicht der innenhofseitigen Fassaden und Dachflächen in Google Maps 3D	40
Abbildung 15: Ausschnitt aus dem Shape-File Projektgebiet Neulerchenfelderstrasse, Anwendungsbeispiel Gebäude Neulerchenfelderstrasse 3/5/7 (türkise Blockrandmarkierung rechts im Bild): Die Attributtabelle zeigt alle aufgenommenen Kriterien zur Erhebung des Grünraumpotenzials.....	41
Abbildung 16: Fassadenflächen mit Begrünungspotenzial in den Projektgebieten und Gliederung der Flächen hinsichtlich des Bodenanschlusses der Fassaden	42
Abbildung 17: Dachflächen mit Begrünungspotenzial in den Projektgebieten. Die Potenzialflächen werden gesamt und in den zur Potenzialerhebung definierten Klassen dargestellt	43
Abbildung 18: Befahrungsrouten Kempelengasse 3-5 (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung)	44
Abbildung 19: Radargramm Kempelengasse 3-5	45
Abbildung 20: Radargramm Detail	46
Abbildung 21: Bewertungsmatrix der Systemgruppen Fassadenbegrünung. Ergebnis der Kategorisierung und Bewertung potenzieller Maßnahmen zur Fassadenbegrünung (Anschauungsbeispiel).....	48
Abbildung 22: Bewertungsmatrix der Systemgruppen Dachbegrünung. Ergebnis der Kategorisierung und Bewertung potenzieller Maßnahmen zur Dachbegrünung (Anschauungsbeispiel).	49
Abbildung 23: Vergleiche der Erhebung des horizontalen Grünraumpotenzials auf einem Abschnitt im Projektgebiet Neulerchenfelderstrasse. (A) Auf Basis der im Projekt angewandten Methodik und (B) die Darstellung des Gründachpotenzialkatasters	66
Abbildung 24: (A) Generalisiertes Dachmodell (LOD2) - Datengrundlage zur GIS-gestützten Erhebung des Grünraumpotenzials im Projekt. (B) Detailliertes Dachmodell (LOD3-Dach) – Zeigt die genauen Dachformen und könnte in zukünftigen Projekten die Auflösung der Ergebnisse verbessern (Quelle: Stadtvermessung Wien)	67
Abbildung 25: Roadmap für Umsetzungsmaßnahmen	72

6.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Datenanalyse und Beschreibung der Datenbasis zur Erhebung des Grünraumpotenzials in den Projektgebieten	22
Tabelle 2: Datengrundlage zur Erhebung von „Brownfields“	25
Tabelle 3: Elemente soziotechnischer Innovationen und Definition von Reifegraden der Elemente (Ornetzeder et. al., 2016)	27
Tabelle 4: Übersicht über die zentralen Literaturwerke, die als Grundlage für die Bewertung potenzieller Begrünungsmaßnahmen herangezogen wurden.....	31
Tabelle 5: Auflistung und Beschreibung der Klassen zur Erhebung des Bodenanschlusses von Fassaden	33
Tabelle 6: Klassifizierung der Dachflächen zur Abschätzung des Begrünungspotenzials und Beschreibung der Klassen.....	34
Tabelle 7: Begrünungspotenzial von Verdachtsflächen eines ausgewählten Bezirks von Wien. (a) Abschätzung anhand des Nutzungskatasters (b) anhand von visuellen Luftbildauswertungen.....	43
Tabelle 8: Erste prozentuale Auswertung der Faktoren Technik, Ökonomie und Soziales/Ökologie nach der im Projekt erarbeiteten Systemgruppenmatrix (eigene Erstellung)	49
Tabelle 9: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Fassadenbegrünung anhand technischer, ökonomischer und sozial-ökologischer Komponenten (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung)	51
Tabelle 10: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Fassadenbegrünung. Die TRL-Bandbreiten ergeben sich aus unterschiedlichen Produkten, die partiell voneinander abweichen und bei einer Vollanalyse nach Ornetzeder et al. auf Produktebene verschiedene Bewertungen erhalten würden. (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung; eigene Erstellung).....	53
Tabelle 11: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Dachbegrünung anhand technischer, ökonomischer und sozial-ökologischer Komponenten (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung)	55
Tabelle 12: Beurteilung des Technology Readiness Levels für die Systemgruppe Dachbegrünung (g.R. – geringe Reife, m.R. – mittlere Reife, h.R. – hohe Reife; eigene Erstellung; eigene Erstellung)	56
Tabelle 13: Initiativen, Projekte und Tools, die sich explizit mit der Bewertung von Grünen Infrastrukturen befassen, sowie Indikatoren(-Gruppen), die adressiert werden	59

Tabelle 14: Übersicht über zusätzliche berücksichtigte Parameter sowie eine Einschätzung der Übertragbarkeit auf Wien	60
Tabelle 15: Ökonomische Bewertung: Übersicht über den Methodenpool zur Bewertung von Grünen Infrastrukturen in den identifizierten Forschungsinitiativen und GI-Projekten sowie etablierten Instrumenten.....	62
Tabelle 16: TRL-Bewertung der untersuchten Grundlagen und Techniken für die Dach- und Fassadenbegrünung.	67
Tabelle 17: TRL-Bewertung der untersuchten Grundlagen und Techniken für Brownfields, Verdachtsflächen und Gehsteige.	70
Tabelle 18: Fassaden- und Dachflächen mit Grünraumpotenzial im Projektgebiet „Innerfavoriten – Kretaviertel“ und Gliederung der Flächen in die zur Potenzialerhebung definierten Kategorien. Grün markierten Kategorien wird ein höheres Begrünungspotenzial zugeschrieben.....	71
Tabelle 19: Fassaden- und Dachflächen mit Grünraumpotenzial im Projektgebiet „Neulerchenfelderstrasse“ und Gliederung der Flächen in die zur Potenzialerhebung definierten Kategorien. Grün markierten Kategorien wird ein höheres Begrünungspotenzial zugeschrieben.	71
Tabelle 20: Innovationspotenziale der Systemgruppen.....	74
Tabelle 21: Innovationspotenziale der Systemgruppen für Zielgruppen.....	78
Tabelle 22: Bewertungsmatrix für die technischen Komponenten der Systemgruppen Dachbegrünung	95
Tabelle 23: Bewertungsmatrix für die ökonomischen Komponenten der Systemgruppen Dachbegrünung	97
Tabelle 24: Bewertungsmatrix für die sozial-ökologischen Komponenten der Systemgruppen Dachbegrünung	98
Tabelle 25: Bewertungsmatrix für die technischen Komponenten der Systemgruppen Fassadenbegrünung	100
Tabelle 26: Bewertungsmatrix für die ökonomischen Komponenten der Systemgruppen Fassadenbegrünung	102
Tabelle 27: Bewertungsmatrix für die sozio-ökologischen Komponenten der Systemgruppen Fassadenbegrünung	104
Tabelle 28: Adressen für die Standorte, die eine detaillierte Auswertung erhalten haben.	105
Tabelle 29: Workshop-Ergebnisse: notwendige Informationen zur Kostenschätzung.....	130

Tabelle 30: Workshop-Ergebnisse: Potenzialbewertung der Systeme/-gruppen	131
Tabelle 31: Workshop-Ergebnisse: systembezogenen Kriterien für die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen im verbauten Bestand	132

6.3. Literaturverzeichnis

- ABACO: Technology Readiness Level. Online: <https://www.abaco.com/technology-readiness-level> (abgerufen am 04.07.2018, 16:54)
- Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R., Swanson, J.: Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual. Edward Elgar, Cheltenham 2002.
- Behaneck, M.: Drohnen im Baubereich: Einsatzbereiche, Möglichkeiten und Grenzen. In: architektur FACHMAGAZIN. Laser Verlag GmbH, 2017.
- Brouwer, R.: Environmental value transfer: state of the art and future prospects. In: Ecological Economics, 32,137-152, 2000.
- Center for Neighborhood Technology 2010, Online: https://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf (abgerufen am 08.08.2018; 12:24)
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonk, P. und van den Belt, M.: The value of the world's ecosystem services and natural capital. In: Nature, Vol. 187, 1997.
- Cundy A.B., R.P. Bardos, M. Puschenreiter, M. Mench, V. Bert, W. Friesl-Hanl, I. Müller, X.N. Li, N. Weyens, N. Witters, J. Vangronsveld: Brownfields to green fields: Realising wider benefits from practical contaminant phytomanagement strategies. In: Journal of Environmental Management, 184: 67 – 77, 2016.
- DDV - Deutscher Dachgärtner Verband e.V.: Kommunale Gründachstrategien. Inventarisierung, Potenzialanalyse, Praxisbeispiele. 1. Auflage – Nürtingen: Deutscher Dachgärtner Verband e. V., 2016.
- DEFRA: Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2007, Online: http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/valuing_ecosystems.pdf (abgerufen am 24.07.2018, 13:25)
- Department for Communities and Local Government: Multi-criteria analysis: a manual. Department for Communities and Local Government: London, 2009.
- „die umweltberatung“ Wien: „Logisch gedacht ist ökologisch bedacht“. Ein Leitfaden für die Dachbegrünung. Wien, 2009.
- ECOTEC: Natural Economy Northwest: The economic benefits of Green Infrastructure: Developing key tests for evaluating the benefits of Green Infrastructure, 2008, Online: [https://www.forestry.gov.uk/pdf/nweeconomicbenefitsofgideveloping.pdf/\\$FILE/nweeconomicbenenweeconomicbenefit.pdf](https://www.forestry.gov.uk/pdf/nweeconomicbenefitsofgideveloping.pdf/$FILE/nweeconomicbenenweeconomicbenefit.pdf) (abgerufen am 24.07.2018, 15:21)
- EPA: The Economic Benefits of Green Infrastructure – A Case Study of Lancaster, PA. United States Environmental Protection Agency, EPA 800-R-14-007, 2014.

- Europäische Kommission: Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing. European Commission, Brüssel 2012.
- Europäische Kommission: The EU Strategy on Green Infrastructure, 2013, Online: https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/strategy/index_en.htm (abgerufen am 23.09.2019, 10:48)
- Fassnacht, F.E., Latifi, H., Stereńczak, K., Modzelewska, A., Lefsky, M., Waser, L.T., Straub, C., Ghosh, A.: Review of studies on tree species classification from remotely sensed data. In: Remote Sens Environ 186, 64–87, 2016.
- Forestry Commission England: The Economic value of Green Infrastructure, Online: [https://www.forestry.gov.uk/pdf/nweeconomicvalueofgi.pdf/\\$file/nweeconomicvalueofgi.pdf](https://www.forestry.gov.uk/pdf/nweeconomicvalueofgi.pdf/$file/nweeconomicvalueofgi.pdf) (abgerufen am 22.08.2018, 16:12)
- freiland Umweltconsulting ZT-GmbH: Projekt Grünraumanalyse Wien Dachbegrünung. Magistrat der Stadt Wien Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22, 2010.
- Gago, J., Douthe, C., Coopman, R.E., Gallego, P.P., Ribas-Carbo, M., Flexas, J., Escalona, J. & Medrano, H.: UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture. Agricultural Water Management 153, 9–19, 2015.
- Giergiczny M. und Kronenberg J.: From Valuation to Governance: Using Choice Experiment to Value Street Trees, 2014, Online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3989514/#Sec3title> (abgerufen am 17.10.2018, 09:12)
- Granzin, S. und Valtl, M.: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas, Stand: 1. Jänner 2018. REPORT REP-0649. Umweltbundesamt GmbH, Wien 2018.
- GREENPASS: GREENPASS® GmbH, 2018, Online: <http://greenpass.at/faq/> (abgerufen am 24.07.2018, 11:24)
- GREEN SURGE: Green Surge: Linking People and Green Space in Urban Environments, 2014, Online: https://greensurge.eu/filer/GreenSurge_Newsletter_August-2014_WEB.pdf (abgerufen am 23.07.2018, 08:37)
- GREEN SURGE: Green Surge: About the project. University of Copenhagen 2018. Online: <https://greensurge.eu/about/> (abgerufen am 23.07.2018, 17:28)
- Ham, Y., Han, K.K., Lin, J.J. & Golparvar – Fard, M.: Visual monitoring of civil infrastructure systems via camera-equipped Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): a review of related works. Visualization in Engineering 4:1, 2016.
- Hatton MacDonald, D., N.D. Crossman, P. Mahmoudi, L.O. Taylor, D.M. Summers and P.C. Boxall: The value of public and private green spaces under water restrictions. In: Landscape and Urban Planning, 95, 192- 200, 2010.

- Immitzer, M., Lederbauer, S., Lederbauer, M., Kampen, M., Vuolo, F., Atzberger, C.: Nutzung von uLFZ mit multispektralen Kameras zur Datengewinnung und Kartierung von land- und forstwirtschaftlichen Flächen, Machbarkeitsstudie. FFG, Wien 2017.
- ITREE: i -Tree, Tools for Assessing and Managing Forest & Community Trees, 2018, Online: <http://www.itreetools.org/about.php> (abgerufen am 24.07.2018, 09:34)
- Jones, R. N., Symons, J. and Young, C. K.: Assessing the Economic Value of Green Infrastructure: Green Paper. In: Climate Change Working Paper No. 24. Victoria Institute of Strategic Economic Studies, Victoria University, Melbourne 2015.
- Kabisch, N., Korn, H. and Stadler, J.: Nature-based Solutions and Climate Change Adaptation in Urban Areas. In: Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions, Springer, 2017.
- Kontoleon, A. and Pascual, U.: Incorporating Biodiversity into Integrated Assessments of Trade Policy in the Agricultural Sector. In: Volume II: Reference Manual. Chapter 7. Economics and Trade Branch, United Nations Environment Programme. Geneva 2007.
- Kraus, F: Framework of Key Performance Indicators (KPI) for the Assessment of Nature-Based Solutions (NBS). In: EUGIC 2017 European Urban Green Infrastructure Conference, Budapest 2017.
- MA 18: „Urban Catalyst“ - „Strategien für temporäre Nutzungen — Entwicklungspotenziale für urbane Residualflächen in europäischen Metropolen (Amsterdam — Berlin — Helsinki — Neapel — Wien). In: Stadtentwicklung Nr. 60, Wien 2003.
- Mersey Forest: GI-Val: the green infrastructure valuation toolkit. Version 1.6, 2010 (updated in 2018). Online: <https://bit.ly/givaluationtoolkit> (abgerufen am 20.04.2018, 17:36)
- Mersey Forest: Building natural value for sustainable economic development: The green infrastructure valuation toolkit user guide, 2011, Online: https://www.merseyforest.org.uk/files/GI-Val_UserGuide_Feb2011.pdf (abgerufen am 24.07.2018, 13:28)
- Mersey Forest: The Mersey Forest more from trees, 2018, Online: <https://www.merseyforest.org.uk/services/gi-val/> (abgerufen am 24.07.2018, 14:12)
- Morawetz, U.B., Mayr, D. und Damyanovic, D.: Ökonomische Effekte grüner Infrastruktur als Teil eines Grünflächenfaktors. Ein Leitfaden. Universität für Bodenkultur, Wien 2016.
- Nature4Cities: What is Nature4Cities? 2018a, Online: <https://www.nature4cities.eu/> (abgerufen am 16.04.2018, 18:24)
- Nature4Cities: The Project. 2018b, Online: <https://www.nature4cities.eu/the-n4c-project> (abgerufen am 16.04.2018, 18:36)
- Nature4Cities: Factsheet, 2018c, Online: https://docs.wixstatic.com/ugd/55d29d_8e182edafc29498e90a1e6c4a96f3b0f.pdf (abgerufen am 16.04.2018, 18:34)

NATURVATION: About, 2018, Online: <http://www.naturvation.eu/about> (abgerufen am 17.04.2018, 16:22)

Ornetzeder, M., Capari, L. und Gutting, A.: Monitoring urbaner Technologien - Ein Modell zur Abschätzung der Reife soziotechnischer Innovationen für die Stadt der Zukunft. In: nachhaltig wirtschaften 18/2016, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 2016.

Richards J.A.: Inspection, maintenance and repair of tunnels: International lessons and practice. In: Tunnelling and Underground Space Technology, 13/ 4, 369–375, 1998.

Rosenberger, R.S. and T.D. Stanley: Measurement, generalization, and publication: Sources of error in benefit transfers and their management. In: Ecological Economics, 60, 372-378, 2006.

Santos, T., Tenedório, J.A., Gonçalves, J.A.: Quantifying the City's Green Area Potential Gain Using Remote Sensing Data. Sustainability 8, 1247, 2016.

Strondl, M., Vldar, D., Dürauer, S., Eysn, L., Falkner, J., Jakli T., & Oblin, A.: Wien gibt Raum: Vom Konzept einer innovativen Verwaltung des öffentlichen Raums zum Mobile Mapping einer Großstadt. Vermessung & Geoinformation, 44 – 52, 2018.

TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Making Nature's Values Visible, 2018, Online: <http://www.teebweb.org/> (abgerufen am 20.04.2018, 17:32)

TURAS: Transitioning Towards Urban Resilience and Sustainability: About, 2018, Online: <http://www.turas-cities.org/about.html> (abgerufen am 23.07.2018, 11.48)

Umweltbundesamt: Wiedernutzungspotenzial industrieller Brachflächen in Österreich. Umweltbundesamt, Wien 2004.

Urban Nature Atlas: A database of Nature-Based Solutions across 100 European Cities, 2018, Online: https://naturvation.eu/sites/default/files/result/files/urban_nature_atlas_a_database_of_nature-based_solutions_across_100_european_cities.pdf (abgerufen am 20.04.2018, 17:38)

Urban Climate Research Center: Green Roof Energy Calculator, 2018, Online: <https://sustainability.asu.edu/urban-climate/green-roof-calculator/> (abgerufen am 24.07.2018, 10:18).

Vali, N.: Analyse des Dachbegrünungspotentials Wien. MA 22, Bereich Räumliche Entwicklung, 2011.

Veisten, K., Dybedal, P. & Grue, B.: Measuring the economic value of nature and national parks: indirect valuations from travel cost method and tourism satellite accounts. In: International Journal of Tourism Policy, 4, 317-335, 2012.

Vesely, E., Heijs, J., Stumbles, C. & Kettle, D.: The economics of low impact storm water management in practice - Glencourt Place. In: Proceedings of the 4th South Pacific Conference on Stormwater and Aquatic Resource Protection, May 2005, 4-6, Auckland 2005.

Voegele A. und Sommer L.: Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure, Carl Hanser Verlag, München 2012.

Whittington, D. & Pagiola, S.: Using contingent valuation in the design of payments for environmental services mechanisms: a review and assessment. In: The World Bank Research Observer, Oxford 2012.

Wiener Umweltschutzabteilung MA 22: Urban Heat Islands - Strategieplan Wien, 2015, Online: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan.pdf> (abgerufen am 20.04.2018, 10:32)

Wilson, M.A. and J.P. Hoehn: Valuing environmental goods and services using benefit transfer: the state-of-the art and science. In: Ecological Economics, 60, 335-342, 2006.

Wilson V., Power C., Giannopoulos A., Gerhard J., Grant G.: DNAPL mapping by ground penetrating radar examined via numerical simulation. In: J. Appl. Geophysics, 69, 140-149, 2009.

7. Anhang

7.1. Bewertungsmatrix

7.1.1. Bewertungsmatrix: Systemgruppen Dachbegrünung

Legende	
	sehr positiv / stark
	positiv / mäßig stark
	neutral oder nicht definierbar
	negativ / mäßig schwach
	sehr negativ / schwach

Systemspezifische Kriterien	
(1)	bei Vorkultur
(2)	Bereitstellung potenzieller Habitats für Spezialisten
(3)	bei Ausführung als artenreiche Wiesengesellschaft

Tabelle 22: Bewertungsmatrix für die technischen Komponenten der Systemgruppen Dachbegrünung

Technische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN DACHBEGRÜNUNG			
Ober-kategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Intensiv-begrünung	Reduzierte Intensivbegrünung	Extensiv-begrünung	Reduzierte Extensivbegrünung
Konstruktive und bautechnische Kriterien	Tragfähigkeit	Anforderung an die Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion				
		Punktlast (Bauwerke, Großsträuchern, Bäumen, etc.) ist zu berücksichtigen				
		Windsoglast ist zu berücksichtigen				
	Zugänglichkeit	Konstruktiver und bautechnischer Aufwand für sichere Zugänglichkeit (Pflegegänge/Instandhaltung/etc.)				
	Begehbarkeit	Tragfähigkeit des Gesamtaufbaus und der Bepflanzung				
Rutsch- und Schubsicherungen	Rutsch- und Schubsicherungen mittels bautechnischer Maßnahmen notwendig					

Technische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN DACHBEGRÜNUNG			
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Intensivbegrünung	Reduzierte Intensivbegrünung	Extensivbegrünung	Reduzierte Extensivbegrünung
	(abhängig von der Dachneigung)	Rutsch- und Schubsicherungen mittels vegetationstechnischer Maßnahmen möglich				
	Infrastruktur für Pflege und Instandhaltung	Wasseranschluss ist erforderlich				
		Wuchsbegrenzung (Kiesstreifen) ist erforderlich				
	Dachkonstruktionsaufbau	Geeignet für zweischaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung, durchlüftet (Kaldach)				
		Geeignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau ohne Wärmedämmung				
		Geeignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung unter der Feuchtigkeitsabdichtung (Warmdach)				
		Geeignet für einschaligen Dachkonstruktionsaufbau mit Wärmedämmung über der Feuchtigkeitsabdichtung (Umkehrdach)				
Vegetation	Pflanzentypen	Gräser/Kräuter				
		Sedum				
		Moos				
		Stauden				
		Gehölze				
		Bäume				
	Begrünungsverfahren	Kultivierungsmöglichkeiten (Einsatz von Vegetationsträgern)				
		Pflanzung oder Saat				
	Flächenwirkung	Gestalt/Vielfalt				
		Dauer bis zum Erreichen der Zielvegetation (abhängig von Technik, Investitionskapital, Pflanzenwahl, etc.)				

Tabelle 23: Bewertungsmatrix für die ökonomischen Komponenten der Systemgruppen Dachbegrünung

Ökonomische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN DACHBEGRÜNUNG				
			Intensivbegrünung	Reduzierte Intensivbegrünung	Extensivbegrünung	Reduzierte Extensivbegrünung	
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung					
Kosten und Aufwände	Ausführung / Errichtung	Investitionsaufwand (Errichtungskosten)					
	Anwuchspflege	Pflegeaufwand		(1)		(1)	
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)					
		Nährstoffversorgung		(1)		(1)	
	Entwicklungspflege	Pflegeaufwand		(1)		(1)	
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)					
		Nährstoffversorgung		(1)		(1)	
	Erhaltungspflege	Pflegeaufwand					
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)					
		Nährstoffversorgung					
	Wartung & Instandhaltung technischer Bestandteile	Wartungs- & Instandhaltungsaufwand					
	Dauerhaftigkeit	Schutz der Bausubstanz	Schutz der Dachhaut durch physischen Materialschutz				
Energetische Funktionen	Dämmfunktion	Reduktion Wärmeverlust (Wärmepufferwirkung)					
		Kühlung des Daches / Schutz vor Wärmeeindringung					

Tabelle 24: Bewertungsmatrix für die sozial-ökologischen Komponenten der Systemgruppen Dachbegrünung

Soziale/Ökologische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN DACHBEGRÜNUNG			
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Intensiv- begrünung	Reduzierte Intensiv- begrünung	Extensiv- begrünung	Reduzierte Extensiv- begrünung
Mikroklima	Verdunstung / Verdunstungskälte	Hitzereduktion durch versickerungsfähige Oberflächen				
		Hitzereduktion durch Beschattung und Transpiration der Pflanzen				
		Erhöhte Verdunstungsrate durch Speicherung von Niederschlagswasser				
	Schadstoffbindung und O2 Produktion	CO2 Bindung durch Vegetation				
		CO2 Einsparung durch Schaffung von Freiräumen vor Ort "Stadt der kurzen Wege"				
		Potenzial für Feinstaubbindung				
Positive mikroklimatische Effekte	Temperaturreduktionspotenzial					
Menschliches Wohlbefinden	Lärmschutz	Reduktion des Schalleintrags in Gebäude				
		Lärmreduzierende Wirkung auf Umgebung				
	Soziale Interaktionen	Potenzielle Freiräume für unterschiedliche NutzerInnengruppen				
Stadtökologie (Flora & Fauna)	Habitatschaffung und Biodiversität	Bereitstellung von Habitaten (Fauna), Trittsteinbiotopen und Grünkorridoren			(2)	(2)
		Artenvielfalt (Flora)			(3)	(3)
		Ausgleichsflächen für durch Bebauung verlorengegangene Areale				
Regenwasser- management	Rückhalt, Speicherung, Verdunstung von H2O	Minimierung von Abflussmengen und Abflussspitzen (Entlastung des Kanalsystems)				
		Wasserrückhalt / Abflussverzögerung				
Mehrfach- nutzung der Dachflächen	Erneuerbare Energie	Kombination Dachbegrünung mit Photovoltaik - Steigerung des Energieertrags durch Kühlwirkung				
	Urban Farming / Lebensmittelproduktion	Möglichkeit der Nahrungsmittelproduktion				
	Erweiterung des Lebensraums	Schaffung von Wohnraum / Nutzfläche / Öffentlichen Raum				

7.1.2. Bewertungsmatrix: Systemgruppen Fassadenbegrünung

Legende	
	sehr positiv / stark
	positiv / mäßig stark
	neutral oder nicht definierbar
	negativ / mäßig schwach
	sehr negativ / schwach

Systembezogene Faktoren	
(1)	bei Ausführung als flächige Kletterhilfe
(2)	bei Ausführung als linearer Kletterhilfe
(3)	bei flächiger Begrünung
(4)	bei punktueller Begrünung
(5)	wenn Abstand d. Vegetationsträger (linear) < 50 cm
(6)	wenn Abstand d. Vegetationsträger (linear) > 50 cm
(7)	bei Verwendung von Kletterpflanzen
(8)	bei Vorkultur
(9)	bei Aussaat
(10)	mit Flüssigdünger

(11)	mit Depotdünger
(12)	nur bei entsprechender Wartung
(13)	im Winter
(14)	solarer Gewinn durch Sonneneinstrahlung (Winter)
(15)	abhängig von Pflanzträger und Biomasse
(16)	flächige Verdunstung über wasserführende Vegetationsträger
(17)	wenn Nistmodule eingebaut
(18)	wenn Pflanzgrube ausgeformt als Regengarten (bei ausreichendem Platzangebot)
(19)	wenn Brauchwasseranlage inkludiert
(20)	wenn Substrat/System erhöhten Wasserrückhalt aufweist

Tabelle 25: Bewertungsmatrix für die technischen Komponenten der Systemgruppen Fassadenbegrünung

Technische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN FASSADENBEGRÜNUNG								
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veitschii)	Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - starr	Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel	Trog-gebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regalsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)	Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)	Flächige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)	
Konstruktive und bautechnische Kriterien	Tragfähigkeit und Statik	Anforderung an die Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion				(1)	(2)				
		Prüfung des Wuchsuntergrundes notwendig									
		Statischer Nachweis erforderlich									
		Anforderung an tragende Bauteile									
		Verankerung notwendig									
	Fassadentyp	Eignung für den Fassadentyp Massivkonstruktion									
		Eignung für den Fassadentyp Wärmedämmverbund									
		Eignung für vorgehängte hinterlüftete Fassaden									
	Platzbedarf	Notwendige Distanz zur Fassade									
	Material-einsatz und Material-aufwand	Aufwand für Kletterhilfe					(3)	(4)			
		Aufwand für Pflanzgefäß									
		Kumulierter Materialaufwand									
	Infrastruktur für	Anschluss notwendig (Strom, Wasser) in der Betriebsphase									

SYSTEMGRUPPEN FASSADENBEGRÜNUNG											
Technische Komponenten			Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veitschii)	Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - starr	Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel	Trog-gebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regalsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)		Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)	Flächige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)
Ober-kategorie	Unter-kategorie	Detailbeschreibung									
	Pflege & Instandhaltung	Wuchsbegrenzung zum Schutz der Fassade notwendig									
		Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten erforderlich									
Vegetation	Pflanzen-typen	Gräser/Kräuter						(5)	(6)		
		Sedum, Moose						(5)	(6)		
		Stauden						(5)	(6)		
		Kletterpflanzen - einjährig						(6)	(5)		
		Kletterpflanzen - mehrjährig, verholzend						(6)	(5)		
		Gehölze						(6)	(5)		
	Flächen-wirkung	Begrünungsdauer			(1)	(2)	(1)	(2)		(7)	

Tabelle 26: Bewertungsmatrix für die ökonomischen Komponenten der Systemgruppen Fassadenbegrünung

Ökonomische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN FASSADENBEGRÜNUNG										
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)	Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veitschii)	Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - starr	Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel	Trog-gebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regalsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)		Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)		Flächige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)	
Kosten und Aufwände	Ausführung / Errichtung	Investitionsaufwand (Errichtungskosten)											
	Anwuchspflege	Pflegeaufwand					(8)	(9)	(8)	(9)			
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)					(8)	(9)	(8)	(9)			
		Nährstoffversorgung					(10)	(11)	(10)	(11)	(10)	(11)	(10)
	Entwicklungs- pflege	Pflegeaufwand											
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)					(8)	(9)	(8)	(9)			
		Nährstoffversorgung					(10)	(11)	(10)	(11)	(10)	(11)	(10)
	Erhaltungspflege	Pflegeaufwand											
		Bewässerung (Wasserverbrauch, Stromverbrauch)											
		Nährstoffversorgung					(10)	(11)	(10)	(11)	(10)	(11)	(10)
Wartung & Instandhaltung technischer Bestandteile	Wartungs- & Instandhaltungsaufwand												
Dauerhaftigkeit	Schutz der Bausubstanz	Schutz der Fassade durch physischen Materialschutz		(12)			(3)	(3)					

Ökonomische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN FASSADENBEGRÜNUNG											
Oberkategorie	Unterkategorie	Detailbeschreibung	Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)		Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veitschii)		Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - starr		Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel		Trog-gebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)	Regalsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)	Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)	Flächige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)
Energetische Relevanz	Dämmfunktion	Reduktion Wärmeverlust / Wärmepufferwirkung		(13)		(14)		(3)		(3)				
		Verschattung der Fassade / Schutz vor Wärmeeindringung		(13)		(14)		(3)		(3)				
		Verschattung der Fenster / Einsparung technischer Verschattungsanlagen												

Tabelle 27: Bewertungsmatrix für die sozio-ökologischen Komponenten der Systemgruppen Fassadenbegrünung

Soziale/Ökologische Komponenten			SYSTEMGRUPPEN FASSADENBEGRÜNUNG															
			Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Efeu)		Boden-gebundene Begrünung ohne Kletterhilfe (Veitschii)		Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - starr		Boden-gebundene Begrünung mit Kletterhilfe - flexibel		Trog-gebundene Begrünung (horizontale Vegetationsfläche)		Regalsysteme / Pflanzenregale als Vorfassade (horizontale Vegetationsfläche)		Modulare Systeme (senkrechte Vegetationsfläche)		Flächige Konstruktion (senkrechte Vegetationsfläche)	
Oberkategorie	Unter-kategorie	Detailbeschreibung																
Mikroklima (Auswirkungen auf den unmittelbar umgebenden Raum)	Verdunstung / Verdunstungskälte	Erhöhte Luftfeuchte durch Bewässerung und Transpiration		(15)		(15)	(15)	(1)	(15)	(1)		(15)		(15)		(16)		(16)
		Hitzereduktion durch Beschattung und Transpiration der Pflanzen		(15)		(15)	(15)	(1)	(15)	(1)		(15)		(15)		(16)		(16)
	Positive mikroklimatische Effekte	Dauer bis zur Entfaltung positiver mikroklimatischer Wirkungen										(8)		(8)				
Menschliches Wohlbefinden	Ästhetische Wirkung	Gestalt/Vielfalt																
	Lärmschutz	Reduktion des Schalleintrags in Gebäude				(13)												
		Lärmreduzierende Wirkung auf Umgebung				(13)												
Stadtökologie (Flora & Fauna)	Habitat-schaffung und Bio-diversität	Bereitstellung von Habitaten (Fauna), Trittsteinbiotopen und Grünkorridoren														(17)		
		Artenvielfalt (Flora)																
		Ausgleichsflächen für durch Bebauung verlorenegegangene Areale																
Regenwasser-management	Rückhalt, Speicherung, Verdunstung von H2O	Minimierung von Abflussmengen und Abflussspitzen (Entlastung des Kanalsystems)		(18)		(18)		(18)		(18)		(19)		(19)		(20)		(20)

7.2. Bodenradar

7.2.1. Adressen, die mit dem Bodenradar befahren wurden

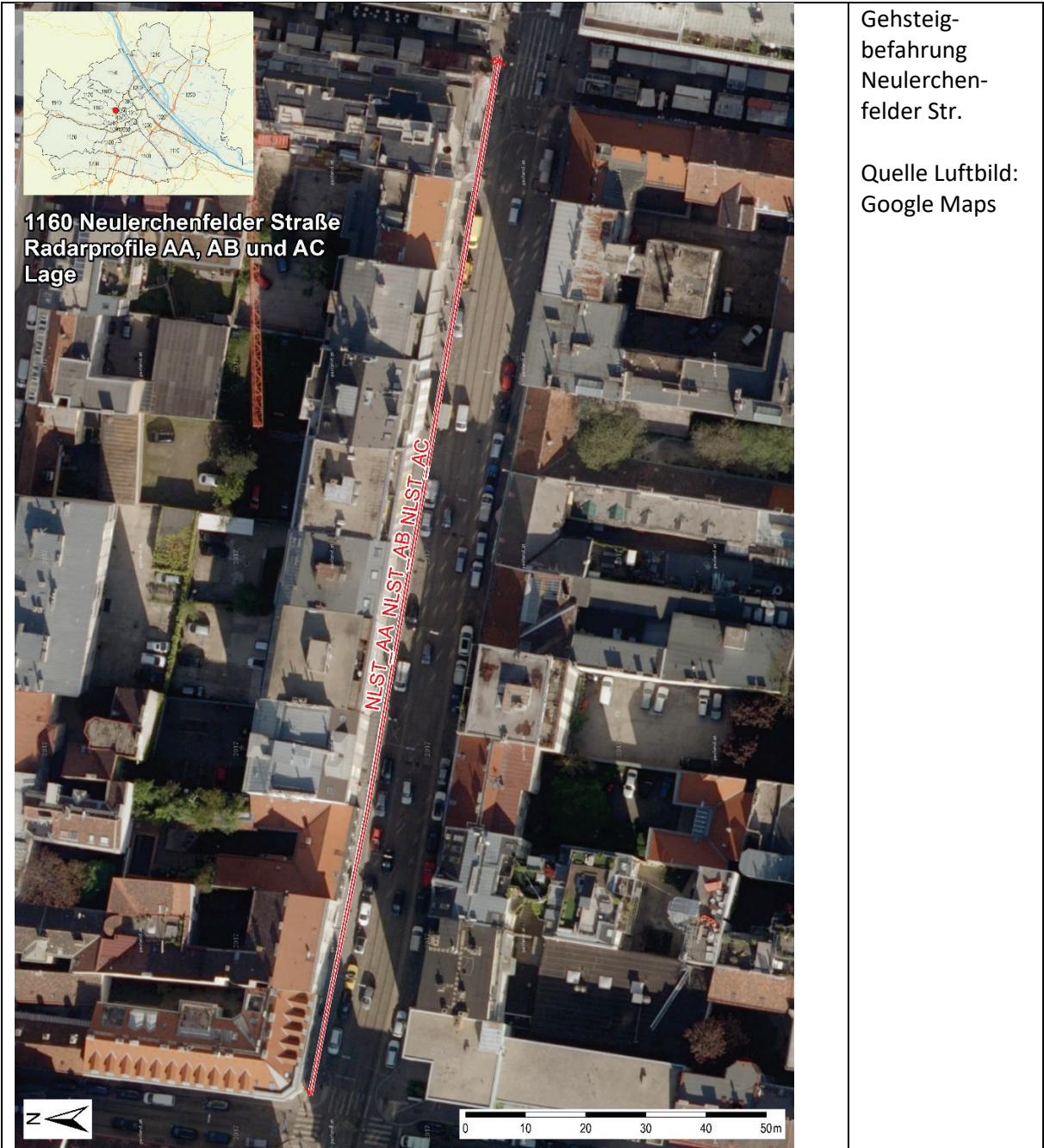
Anschließend sind jene Standorte dargestellt, wo eine detaillierte Auswertung durchgeführt wurde.

Tabelle 28: Adressen für die Standorte, die eine detaillierte Auswertung erhalten haben.

Survey		AA		AB		AC		AD		AE		AF		AG	
		200	600	200	600	200	600	200	600	200	600	200	600	200	600
1160JNP	Johann-Nepomuk-Platz	f	f	JNP_ AB_2 00.J PG	JNP_ AB_6 00.J PG	JNP_ AC_2 00.J PG	JNP_ AC_6 00.J PG	JNP_ AD_2 200. JPG	JNP_ AD_6 600. JPG	x	x	x	x	x	x
	Länge	f		57.08		54.75		20.13		x		x		x	
1100PA	Park	PAR_ AA_2 00.J PG	PAR_ AA_6 00.J PG	PAR_ AB_2 00.J PG	PAR_ AB_6 00.J PG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	391.41		214.62		x		x		x		x		x	
1100KENN	Kennergasse	KEN_ N_A A_20 00.J PG	KEN_ N_A A_60 00.J PG	KEN_ B_20 00.J PG	KEN_ B_60 00.J PG	KEN_ C_20 00.J PG	KEN_ C_60 00.J PG	KEN_ D_2 00.J PG	KEN_ D_6 00.J PG	x	x	x	x	x	x
	Länge	23.87		23.90		23.72		60.63		x		x		x	
1100ABSB	Absberggasse	ABSB_ AA_2 200. PG	ABSB_ AA_6 600. PG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	334.12		x		x		x		x		x		x	
1100ERL	Erlachgasse	ERL_ AA_2 00.J PG	ERL_ AA_6 00.J PG	ERL_ AB_2 00.J PG	ERL_ AB_6 00.J PG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	169.03		23.24											
1100SF	Kreuzung Favoritenstraße	SF_ A A_20 0.JP G	SF_ A A_60 0.JP G	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	240.73		x		x		x		x		x		x	
1160NLST	Neulerchenfelderstraße 26-44	NLST_ AA_2 200. PG	NLST_ AA_6 600. PG	NLST_ AB_2 200. PG	NLST_ AB_6 600. PG	NLST_ AC_2 200. PG	NLST_ AC_6 600. PG	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	175.01		175.84		175.31		x		x		x		x	
1100QU29-	Quellenstraße 29-	Q29_ AA_2 200. PG	Q29_ AA_6 600. PG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	169.11		x		x		x		x		x		x	
1100QUE	Quellenstraße	QUE_ AA_2 200. PG	QUE_ AA_6 600. PG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	454.59		x		x		x		x		x		x	
1100SCHL	Kreuzung Favoritenstraße / Schleiergasse	SCHL_ AA_2 200. JPG	SCHL_ AA_6 600. JPG	SCHL_ AB_2 200. JPG	SCHL_ AB_6 600. JPG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	24.01		23.22		x		x		x		x		x	
Wienberg	Parkplatz	WB_ AA_2 00.J PG	WB_ AA_6 00.J PG	WB_ AB_2 00.J PG	WB_ AB_6 00.J PG	WB_ AC_2 00.J PG	WB_ AC_6 00.J PG	WB_ AD_2 200. PG	WB_ AD_6 600. PG	WB_ AE_2 00.J PG	WB_ AE_6 00.J PG	WB_ AF_2 00.J PG	WB_ AF_6 00.J PG	WB_ AG_2 200. PG	WB_ AG_6 600. PG
	Länge	317		293.02		175.01		74.6		75.57		64.48		66.48	
1100K3-5	Kempelengasse 3-5	K3-5_ AA_2 200. PG	K3-5_ AA_6 600. PG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Länge	63		x		x		x		x		x		x	

7.2.2. Auswertungen der Bodenradarbefahrungen

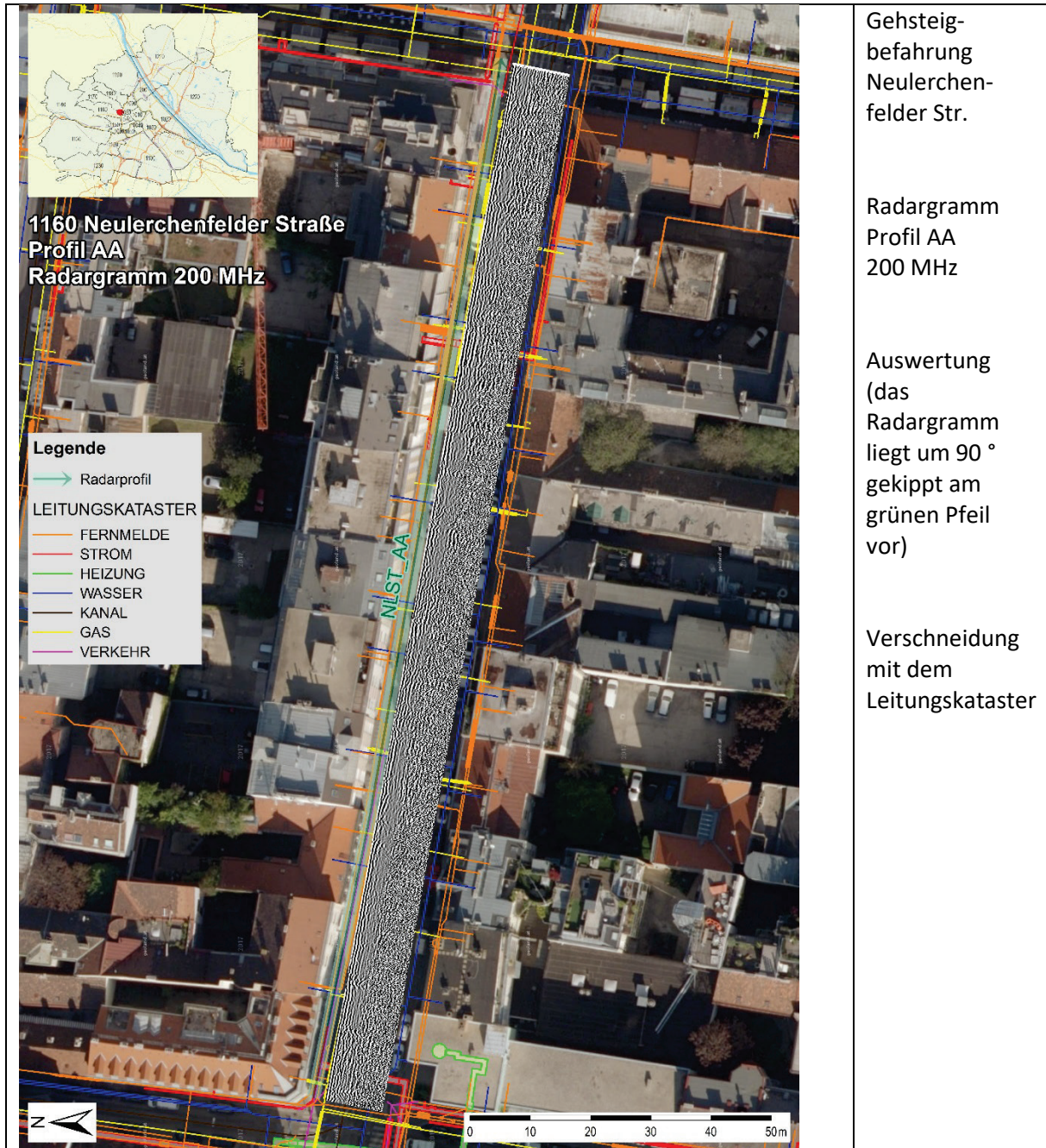
<p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> → Radarprofile ○ Anomalie / Fremdkörper — differenzierbare bzw. abschirmende Schichten <p>Leitungskataster</p> <ul style="list-style-type: none"> FERNMELDE STROM INFORMATION HEIZUNG WASSER KANAL GAS <p>Profil "K3-5_AA" - 1100 Kempelengasse 3-5</p> <p>0 m</p> <p>63 m</p> <p>AIT</p> <p>0 10 20m</p>	<p>Gehsteig- befahrung Kempelengasse 3-5</p> <p>Verschneidung mit dem Leitungskataster</p> <p>Quelle Luftbild: Google Maps</p>
<p>Profil "K3-5_AA" - 1100 Kempelengasse 3-5</p> <p>Radargramm 200 MHz</p> <p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> ● linienförmige Einbauten (Metall) — differenzierbare bzw. abschirmende Schichten <p>AIT</p>	<p>Gehsteig- befahrung Kempelengasse 3-5</p> <p>Radargramm Profil AA 200 MHz</p>
<p>Radargramm 600 MHz</p> <p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> ● linienförmige Einbauten (Metall) — differenzierbare bzw. abschirmende Schichten <p>AIT</p>	<p>Radargramm Profil AA 600 MHz</p>
<p>Bei der Befahrung des Gehsteiges der Kempelengasse 3-5 wurden Einbauten und Schächte erkannt. Für das Ableiten etwaiger Begrünungsmaßnahmen sind Evaluierungsmaßnahmen (punktuelle Schürfe) notwendig, um die Auswertungen zu verifizieren.</p>	



1160 Neulerchenfelder Straße
Radarprofile AA, AB und AC
Lage

Gehsteig-
befahrung
Neulerchen-
felder Str.

Quelle Luftbild:
Google Maps

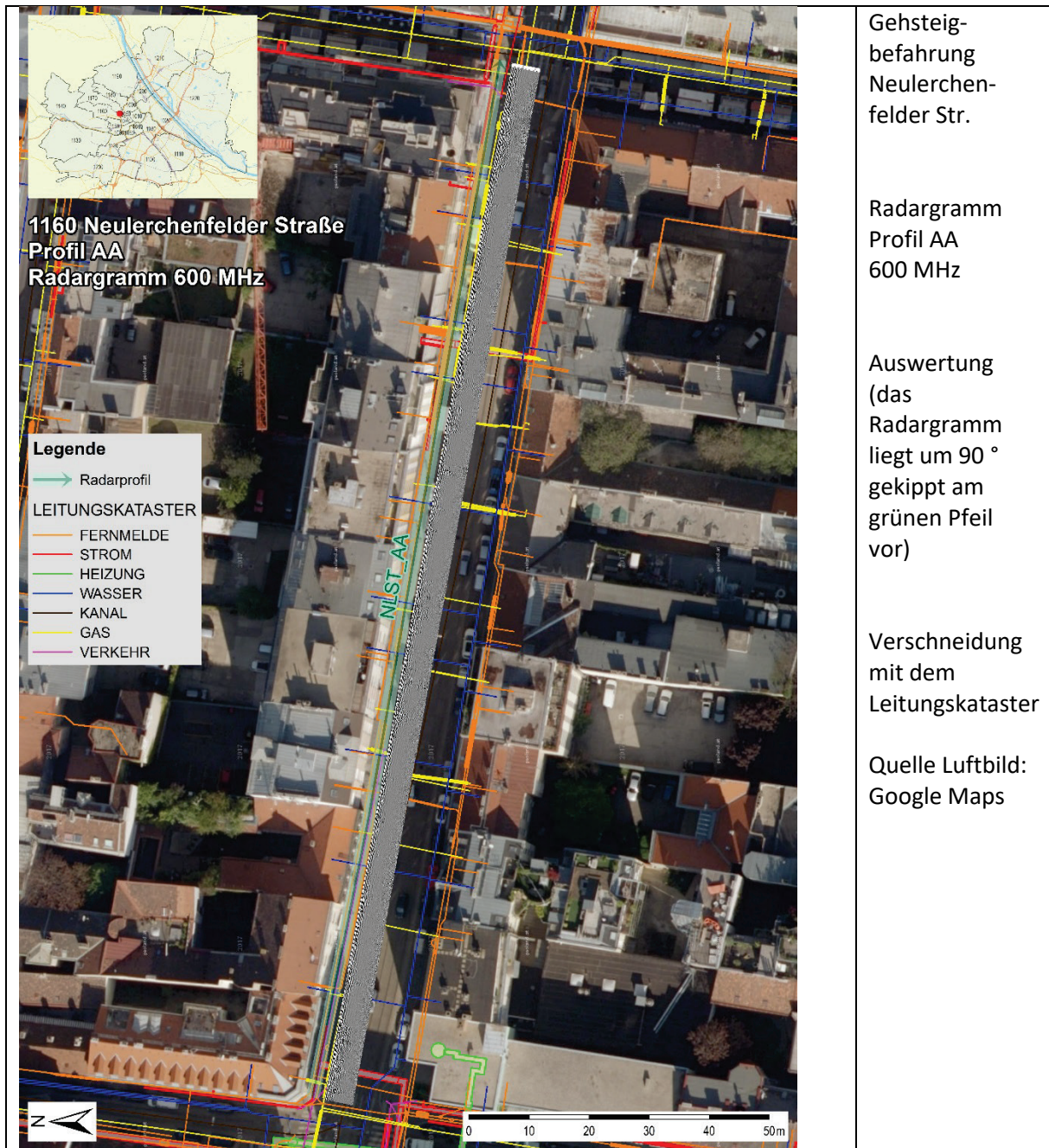


Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

Radargramm
 Profil AA
 200 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Verschneidung
 mit dem
 Leitungskataster



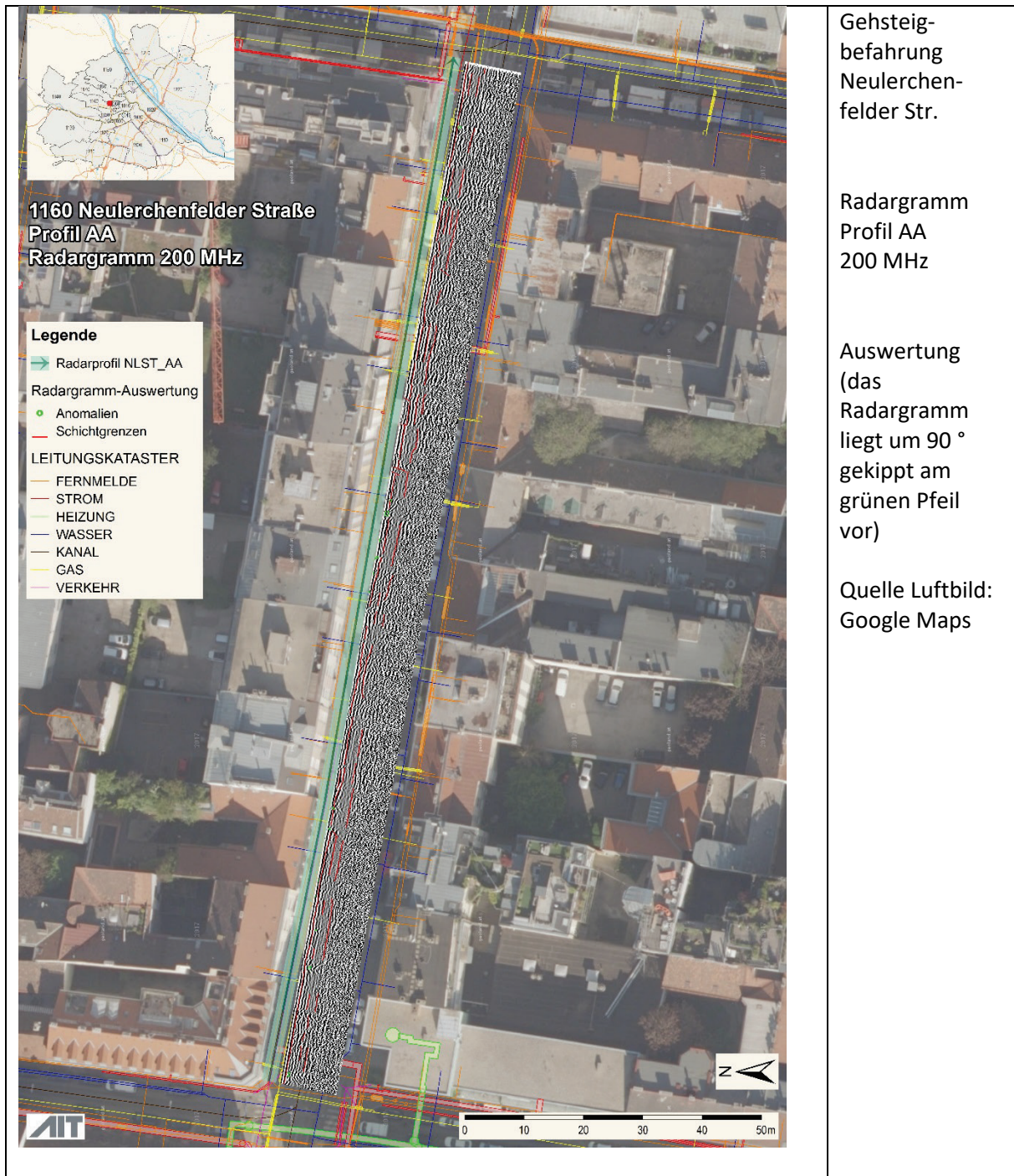
Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

Radargramm
 Profil AA
 600 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Verschneidung
 mit dem
 Leitungskataster

Quelle Luftbild:
 Google Maps

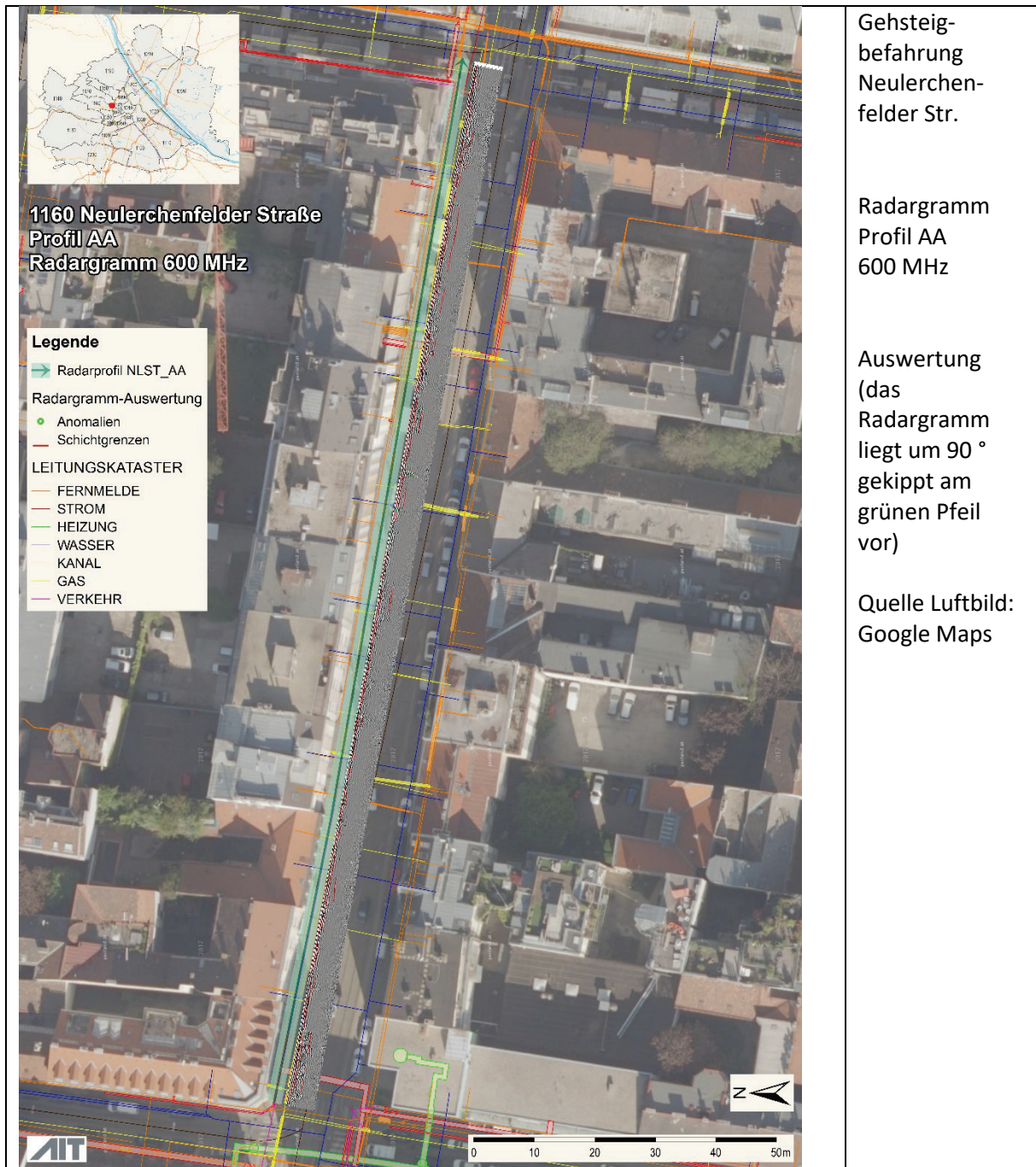


Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

Radargramm
 Profil AA
 200 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Quelle Luftbild:
 Google Maps

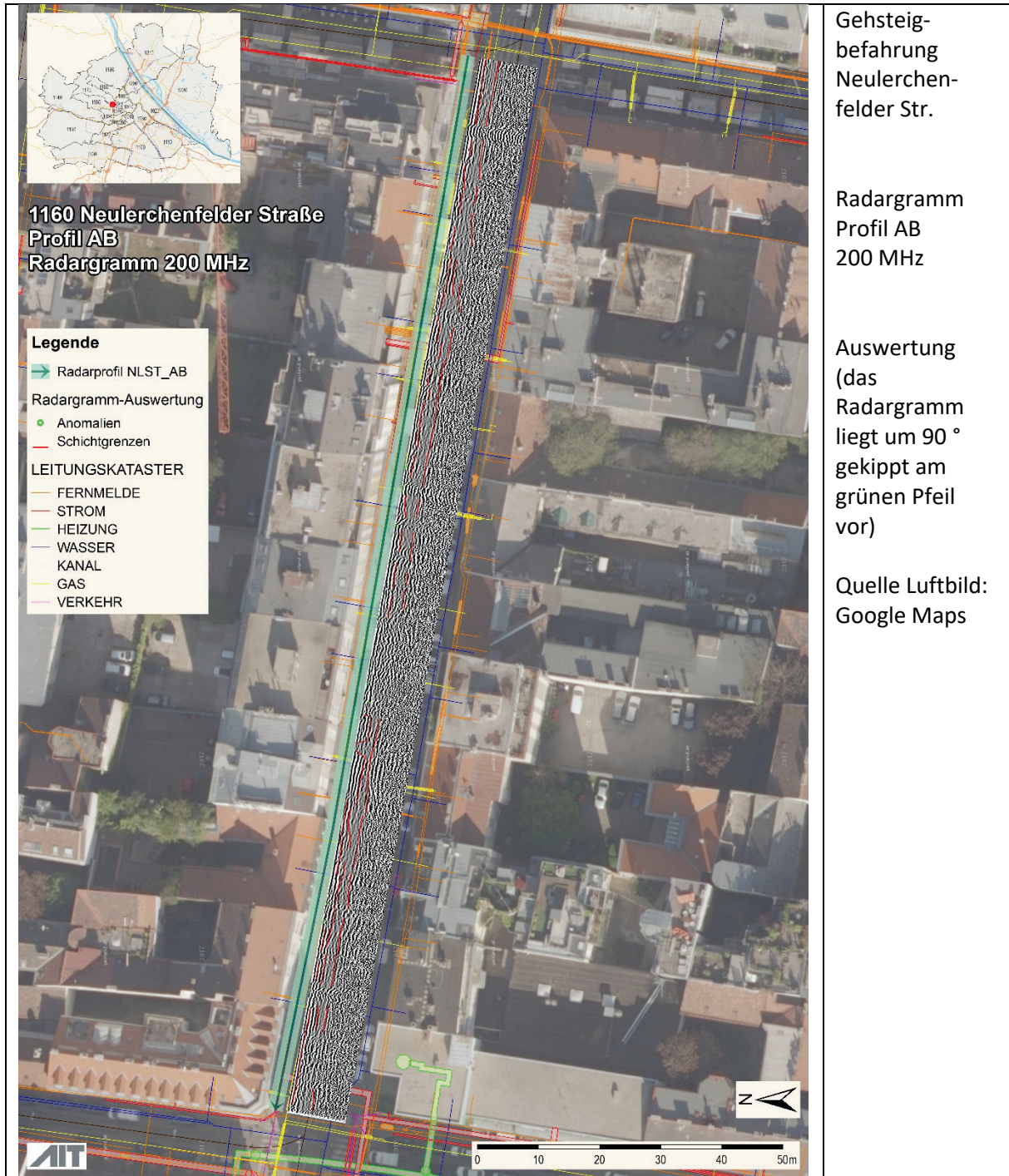


Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

Radargramm
 Profil AA
 600 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Quelle Luftbild:
 Google Maps

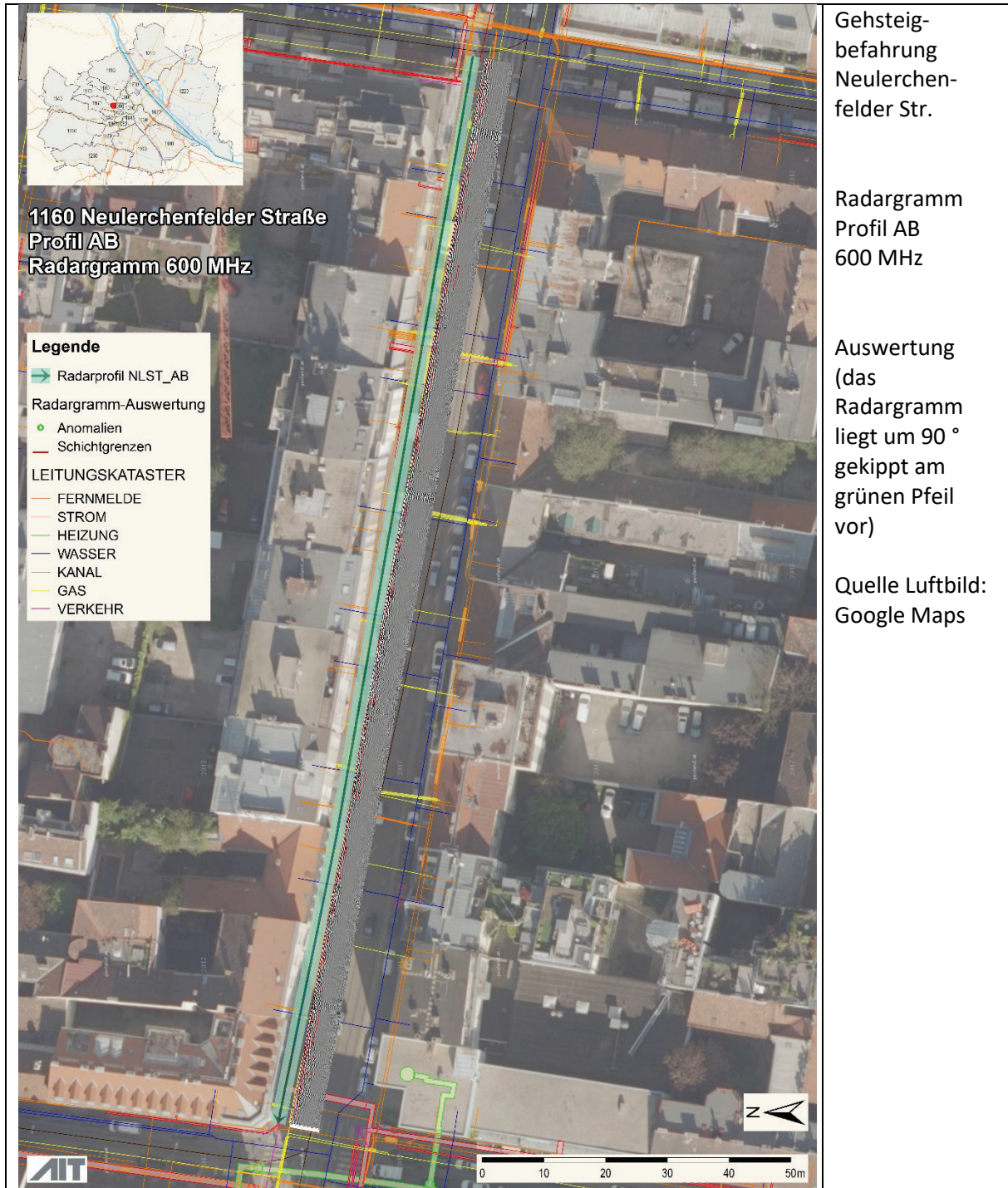


Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

Radargramm
 Profil AB
 200 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Quelle Luftbild:
 Google Maps

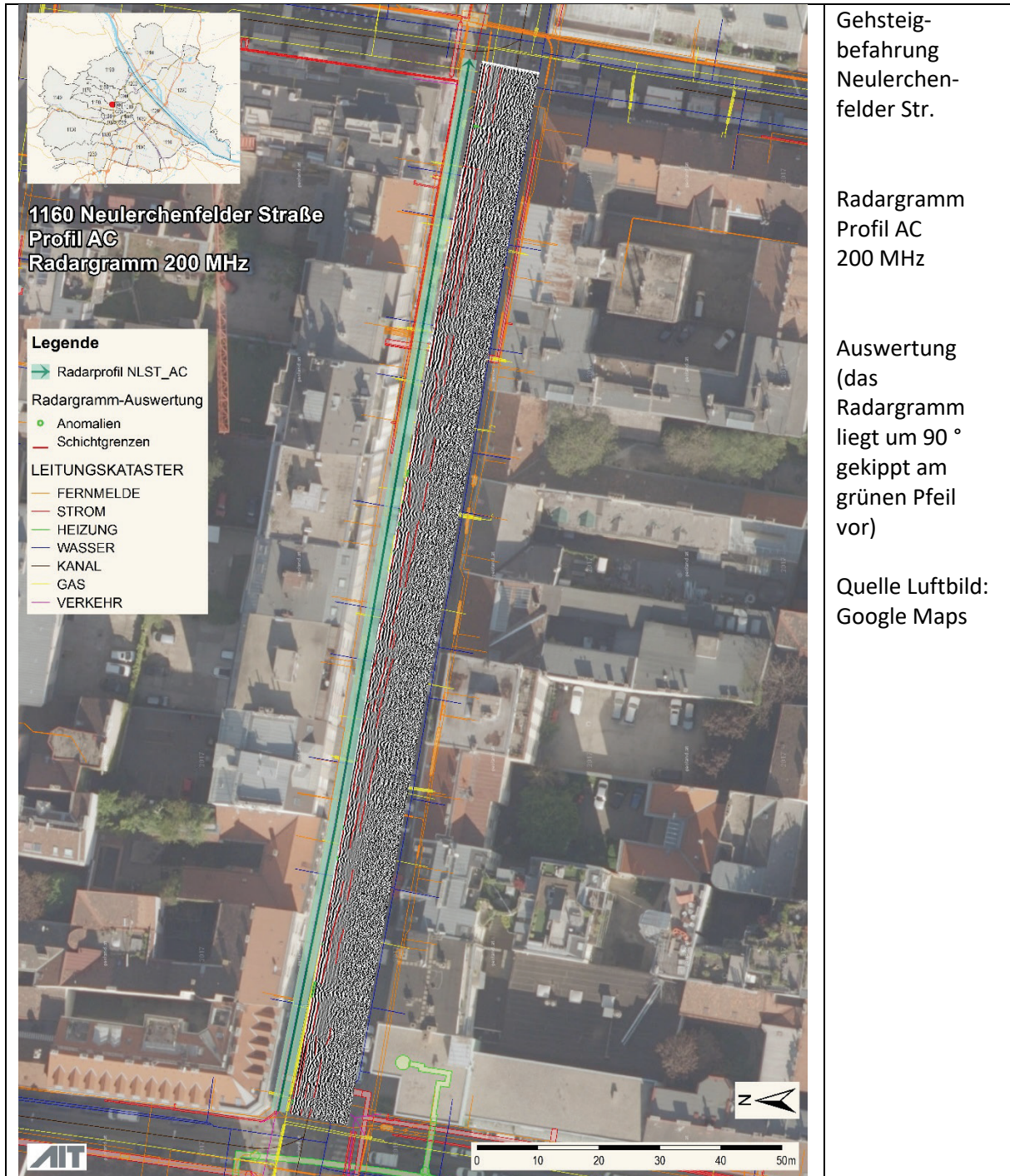


Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

Radargramm
 Profil AB
 600 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Quelle Luftbild:
 Google Maps

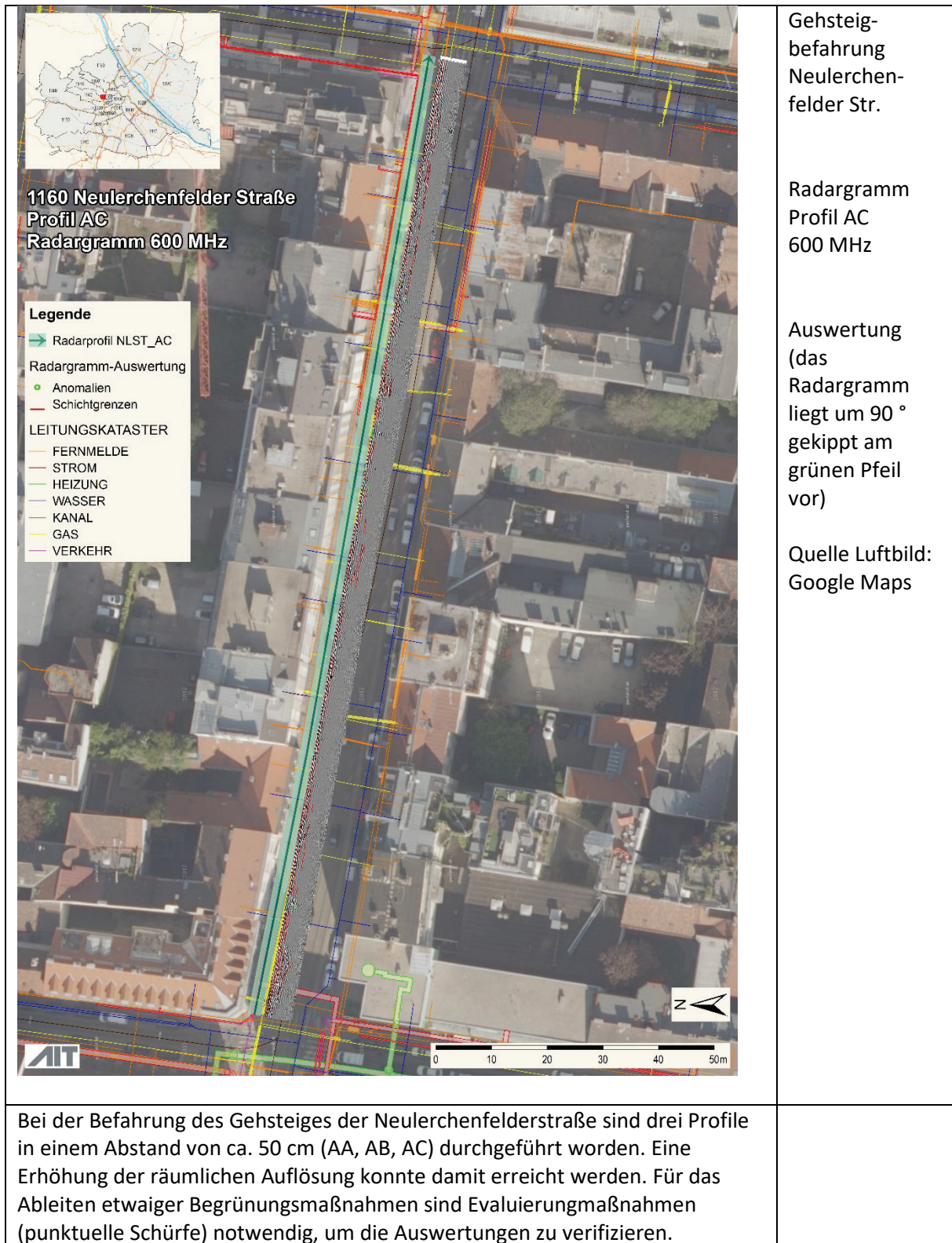


Gehsteig-
 befahrung
 Neulerchen-
 felder Str.

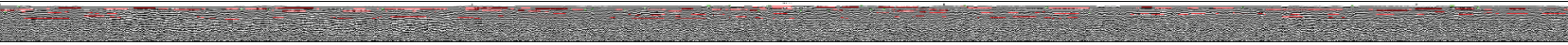
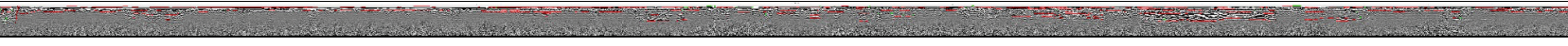
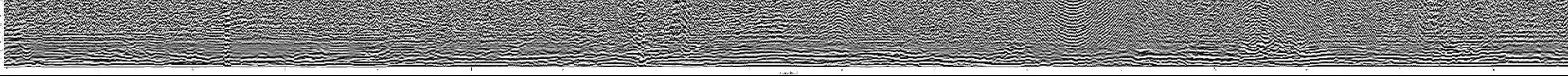
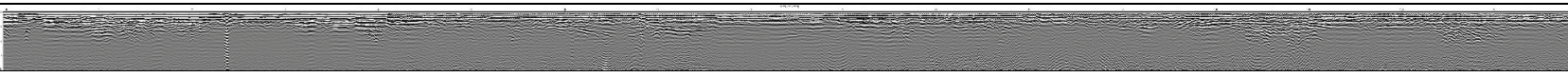
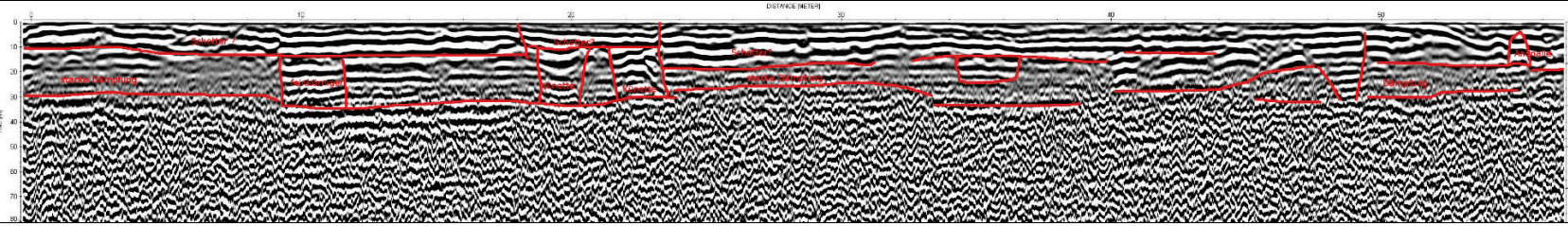
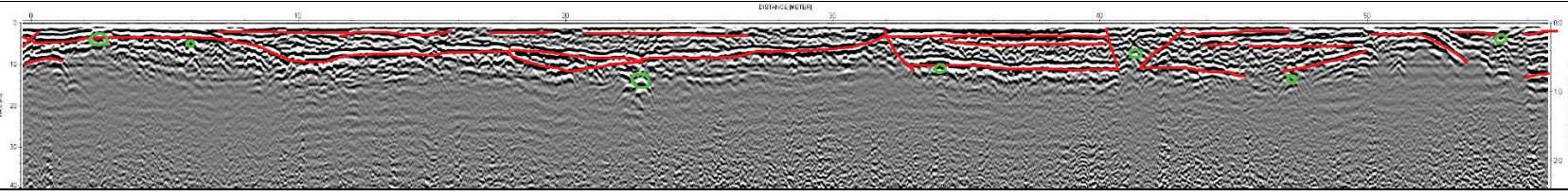
Radargramm
 Profil AC
 200 MHz

Auswertung
 (das
 Radargramm
 liegt um 90 °
 gekippt am
 grünen Pfeil
 vor)

Quelle Luftbild:
 Google Maps



7.2.3. Ausgewählte Radargramme

ABSB_AA_200	
(334 m Länge)	
ABSB_AA_600	
(334 m Länge)	
ERL_AA_200	
(169 m Länge)	
ERL_AA_600	
(169 m Länge)	
JNB_AB_200	
(57 m Länge)	
JNB_AB_600	
(57 m Länge)	

7.3. Ökonomische Bewertung

7.3.1. Ökonomische Bewertung in Forschungsprojekten

Nature4Cities – H2020

Das Projekt

Bei Nature4Cities handelt es sich um ein Horizon2020 gefördertes Forschungs- und Innovationsprojekt, das eine umfassende Referenzplattform für Nature Based Solutions (naturbasierte Lösungsansätze) für Europa entwickelt. Durch die geschaffene Plattform werden technische Lösungen sowie Methoden und Instrumente angeboten, um urbane Planungs- und Entscheidungsprozesse mittels dem Einsatz von Begrünung zu innovieren. Eine Vielzahl von umweltbezogenen, sozialen und ökonomischen Herausforderungen europäischer Städte wird dadurch angesprochen (Nature4Cities, 2018a).

Die Ziele

Die Ziele des Projekts sind die Integration von NBS in die Stadt- und Raumplanung, der Aufbau und Betrieb eines aktiven Netzwerkes rund um NBS, das Anbieten von qualitativ hochwertigen Tools zur Entscheidungsfindung rund um die renaturierte Stadt, der Aufbau eines holistischen Bewertungsrahmens für NBS, die Entwicklung einer Referenzdatenbank um Best- Practice Wissen und Projekte öffentlich zugänglich zu machen und Vorschläge von neuen Verwaltungs-, Geschäfts- und Finanzierungsmodellen zur Umsetzung von NBS zu erarbeiten (Nature4Cities, 2018b).

Die Multi-Stakeholder Plattform dient dem Gesetzgeber, der Verwaltung des öffentlichen Sektors und den Professionisten aus dem Bereich Grüne Infrastruktur, die von der Wissensplattform und den Tools zur Entscheidungsfindung profitieren. Des Weiteren können Wissenschaftlerinnen und Ausbildungsstätten den Zugang zu hochstandardisierten Daten und methodischen Entwicklungen nutzen. Zudem wird die Zivilgesellschaft über Beteiligungsplattformen aktiv eingebunden (Nature4Cities, 2018c).

Die Methoden

Expertenteams für identifizierte „urban challenges“ (UC) wurden zusammengestellt. Nach der Festlegung einer Rahmenstruktur wurde ein Kernsatz von Indikatoren für jede UC und „urban Sub-Challenge“ (USC) identifiziert und evaluiert. Diese Indikatoren (110 Urban Performance Indicators) wurden mit der RACER-Bewertungsmethode weiter analysiert, um relevante Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators, KPIs) für jede UC und USC zu ermitteln (Kraus, 2017).

NATURVATION – H2020

Die Partner

Das Projekt wird von der Europäischen Kommission finanziert und von der Universität Durham (UK) koordiniert. Es umfasst 14 Einrichtungen in ganz Europa in den Bereichen Stadtentwicklung, Geografie, Innovationsforschung und Wirtschaft (NATURVATION, 2018).

Das Projekt

Der Projektname NATURVATION leitet sich aus "Nature-based Urban Innovation" ab. Unter diesem Titel werden vier Jahre lang naturbasierte Lösungen für Städte erforscht. Es geht grundsätzlich darum herauszuarbeiten was naturbasierte Lösungen in Städten erreichen können. Zudem soll aufgezeigt werden wie Innovationen in diesem Bereich gezielt gefördert werden können und wie man dazu beitragen kann das Potenzial naturbasierter Lösungen im Hinblick auf die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Bewältigung von Nachhaltigkeitsproblemen bestmöglich zu nutzen (NATURVATION, 2018).

Die Ziele

Die Ziele des Projekts sind die Erforschung naturbasierter Lösungen für Städte, die Ausarbeitung dessen, was naturbasierte Lösungen in Städten erreichen können, das Aufzeigen wie Innovationen in diesem Bereich gezielt gefördert werden können und die bestmögliche Nutzung des Potenzials naturbasierter Lösungen (NATURVATION, 2018).

Die Methoden

Im Zuge eines systematischen Ansatzes wurde eine breite Palette verfügbarer Indikatoren anhand städtischer und ökologischer Kriterien bewertet und dadurch 100 Städte so ausgewählt, um letztlich die unterschiedlichen Stadt- und Umweltbedingungen in Europa widerzuspiegeln und eine breite geografische Verteilung abzudecken (URBAN NATURE ATLAS, 2018).

TURAS – FP7

Das Projekt

TURAS hat mehr als 80 verschiedene neuartige Ideen und Prozesse entwickelt, die den Gemeinden den Übergang in eine widerstandsfähigere Zukunft ermöglichen. Diese Ergebnisse sind derzeit über die TURAS-Website zugänglich und werden in der Zukunft von „Oppla“ aus zugänglich sein - einem neuen Wissensmarkt, auf dem neueste Erkenntnisse zu Ökosystemdienstleistungen, Naturkapital und naturbasierten Lösungen zusammengetragen werden (TURAS, 2018).

Die Ziele

Im Mittelpunkt des TURAS-Projekts stand der Wunsch, Arbeitsbeziehungen zwischen verschiedenen am Städtebau beteiligten Einrichtungen zu schaffen, wobei die Gemeinden im Zentrum dieser Beziehung stehen (TURAS, 2018).

Die Methoden

TURAS entwickelte zunächst einen Rahmen und einen Prozess für die Entwicklung und Nutzung einer Geoinformations- und Kommunikationstechnologie (IKT) -Infrastruktur auf der Ebene von Stadt und/oder Stadtteil mit relevanten kontextbezogenen und projektspezifischen Daten (TURAS, 2018). Anhand von Fallstudien wurden neue Ansätze entwickelt und erprobt, um die urbane Belastbarkeit zu erhöhen und den ökologischen Fußabdruck jeder teilnehmenden Stadt zu reduzieren (TURAS, 2018).

Das Projekt

Das Projekt soll Möglichkeiten zur Verknüpfung von Grünflächen, Biodiversität, Menschen und der grünen Wirtschaft erkennen, entwickeln und erproben, um die großen städtischen Herausforderungen im Zusammenhang mit Landnutzungskonflikten, Anpassung an den Klimawandel, demografische Veränderungen, sowie Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen zu bewältigen. Es soll eine solide Grundlage für die Planung und Umsetzung städtischer grüner Infrastrukturen bieten und das Innovationspotenzial für eine bessere Verknüpfung von ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Ökosystemdienstleistungen mit lokalen Gemeinden erforschen (GREEN SURGE, 2018).

Die Ziele

Das Projekt zielt von der lokalen auf die städtische und regionale Ebene ab, und strebt eine Entwicklung städtischer, grüner Infrastruktur als Planungskonzept für die Integration und Förderung von Biodiversität und Ökosystemleistungen und Anpassung an lokale Gegebenheiten an.

Weiteres Ziel ist das Verwenden einer innovativen Perspektive über Biodiversität, um erfolgreiche Vereinbarungen mit der Regierung zu entwickeln, die sozioökologische Integration und lokales Engagement bei der Planung städtischer Grünflächen ermöglichen.

Ziel ist es zu erforschen, wie die Bewertung und reale Marktintegration von Biodiversität und Ökosystemleistungen die Entscheidung für die Entwicklung multifunktionaler Grünflächen in städtischen Gebieten erleichtern kann (GREEN SURGE, 2018).

Die Methoden

Ansätze und Werkzeuge sollen durch einen integrativen, iterativen und transdisziplinären Prozess entwickelt und umgesetzt werden. Hierbei will Green Surge einen dreistufigen Ansatz vergleichender europäischer Fälle, die Synthese guter Praktiken und die Einrichtung von fünf Urban Learning Labs, die strategisch ausgewählt wurden, um verschiedene urbane Situationen in Europa darzustellen, umfassen (GREEN SURGE, 2018).

Das Projekt will daher einen projektweiten, wissenschaftsorientierten Ansatz auf der Grundlage einer gemeinsamen Rahmenmethodik mit einem Bottom-up-Wissen oder erfahrungsbasierten Ansatz auf lokaler Ebene kombinieren (GREEN SURGE, 2018).

7.3.2. Forschungsinitiativen

TEEB

Die Partner

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) basiert auf einem integrativen, „offenen Architekturprozess“ welcher eine Vielzahl an Organisationen, Ministerien, Unternehmen, Universitäten und sonstigen Einrichtungen vereint (TEEB, 2018).

Das Projekt

Bei TEEB handelt es sich um eine globale Initiative, die sich darauf konzentriert, "die Werte der Natur sichtbar zu machen" (TEEB, 2018).

Der Ansatz wird durch drei Grundprinzipien geprägt:

- Zum einen den Wert von Ökosystemen, Landschaften, Arten und anderen Aspekten der Biodiversität zu realisieren, wodurch manchmal schon die Erhaltung und nachhaltige Nutzung gewährleistet werden kann.
- Des Weiteren den Wert in ökonomischer Hinsicht auszuweisen, wodurch für politische Entscheidungsträger und Unternehmen eine Entscheidungsfindung ermöglicht wird, in der die gesamten Kosten und Nutzen eines Ökosystems Berücksichtigung finden.
- Zudem soll durch die Werterfassung die Einführung von Mechanismen ermöglicht werden, die die Werte von Ökosystemen durch Anreize und Preissignale in die Entscheidungsfindung einbeziehen.

Die Ziele

Es wird insbesondere das Ziel verfolgt, die Werte der Biodiversität und der Ökosystemleistungen auf allen Ebenen in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen. Um dieses Ziel zu erreichen soll ein strukturierter Bewertungsansatz geschaffen werden, der Entscheidungsträgern dabei hilft, die vielfältigen Vorteile von Ökosystemen und Biodiversität zu erkennen, ihre Werte in wirtschaftlicher Hinsicht zu demonstrieren und diese Werte gegebenenfalls in Entscheidungsprozessen zu erfassen (TEEB, 2018).

Die Methoden

Da es sich bei TEEB um eine Übersichtsstudie bestehender Ansätze handelt, werden zwar bereits existierende Methoden aufgezeigt, jedoch keine neuen Methoden oder Forschungsansätze entwickelt (TEEB, 2018).

7.3.3. Tools

ITREE (US Forest Service)

Die Partner

Die Entwicklung von i-Tree basiert auf dem USDA Forest Service mit einigen Kooperationspartnern wie der Davey Tree Expert Company, die National Arbor Day Foundation, die Society of Municipal Arborists, die International Society of Arboriculture und Casey Trees, die das Tool weiterentwickeln, verbreiten und technisch unterstützen (ITREE, 2018).

Das Projekt

Das Projekt umfasst eine Softwaresuite des USDA Forest Service, die städtische und ländliche Forstwirtschaftsanalyse und Tools zur Nutzenbewertung bereitstellt.

Durch das Verständnis der lokalen, greifbaren Ökosystemdienstleistungen, die Bäume bieten, können i-Tree Nutzer Waldmanagementaktivitäten mit Umweltqualität und Lebensfähigkeit der Gemeinschaft verbinden. Das Tool bietet Basisdaten, mit denen Werte dargestellt, und Prioritäten für eine effektivere Entscheidungsfindung gesetzt werden können (ITREE, 2018).

Die Ziele

Die Tools sollen dazu beitragen, die Waldbewirtschaftung und die Interessenvertretung zu stärken, indem die Waldstruktur und die ökologischen Vorteile der Bäume quantifiziert werden (ITREE, 2018).

GREENPASS®

Das Projekt

GREENPASS® ist ein Planungs-, Bewertungs- und Zertifizierungsinstrument für klimaresistente Stadtplanung (GREENPASS, 2018).

Die Ziele

Der GREENPASS® soll die Wirkung von Baumaßnahmen auf ihre Umwelt sichtbar, messbar und vergleichbar machen (GREENPASS, 2018).

Die Methoden

Mit dem GREENPASS® Tool soll ermöglicht werden, das Design mit der höchsten Klimaresilienz zu finden, indem man Materialien, Formen, Ausrichtungen, NBS und GI für den gegebenen Standort optimiert.

Anstatt die kurzfristigen Auswirkungen von Wetterbedingungen, bewertet GREENPASS® die langfristige Klimaleistung anhand von standardisierten Sets von Key Performance Indicators (GREENPASS, 2018).

Grünflächenfaktor

Die Partner

Der Leitfaden „Ökonomische Effekte grüner Infrastruktur als Teil eines Grünflächenfaktors“ ist an der Universität für Bodenkultur Wien, am Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung entstanden. Die Autoren umfassen Ulrich Morawetz, Dieter Mayr und Doris Damyanovic (Morawetz et. al., 2016).

Das Projekt

Ökonomische Effekte grüner Infrastruktur als Teil eines Grünflächenfaktors ist ein Leitfaden, der auf Erkenntnissen des Projektes „MehrWertGrün! – Nachhaltiges Management urbaner grüner Infrastruktur“ an der Universität für Bodenkultur in Wien entstanden ist (Morawetz et. al., 2016).

Die Ziele

Der Leitfaden soll als Diskussionsgrundlage und Ideengeber dienen (Morawetz et. al., 2016).

Die Methoden

Der Grünflächenfaktor basiert auf einem Index, der verschiedene Indikatoren zu einer einheitlichen Größe zusammenfasst und somit eine Vergleichbarkeit und dessen Kommunikation erleichtert (Morawetz et. al., 2016).

Green infrastructure valuation toolkit (UK) – H2020

Das Projekt

Das Green Infrastructure Valuation Toolkit soll einen einfachen Rahmen bieten, der dazu beiträgt, die Vorteile geplanter grüner Investitionen und bestehender ökologischer Vermögenswerte zu ermitteln und umfassend zu bewerten, unabhängig davon, ob diese Vorteile direkt zur lokalen Wirtschaft beitragen oder nicht marktbestimmte Erträge für die Gesellschaft und die Umwelt erbringen.

Das Toolkit soll einen Einblick in eine Vielzahl von Sektoren, einschließlich wirtschaftlicher Entwicklung und Erneuerung, öffentliche Gesundheit und Naturschutz bieten (Mersey Forest, 2018).

Die Ziele

Ziel ist ein gemeinsames Verständnis von Regierung, Unternehmen und der Zivilgesellschaft über die Bedeutung gemeinsamer grüner Infrastruktur. Das bedeutet, es als ein Gemeinwohl (mit monetärem Wert) anzuerkennen, welches den Menschen spürbare physische und emotionale Vorteile bringt, das schützt und die Wirtschaft unserer Städte verbessert (Mersey Forest, 2018).

Das Ziel ist, dass sich das Toolkit im Laufe der Zeit entwickelt, wenn neue Evidenz- und Bewertungsansätze entwickelt werden. Es soll als ein "lebendiger" Satz von Werkzeugen gesehen werden, das in andere Beurteilungsmechanismen eingebunden und den Weg für weitere Forschung weisen kann (Mersey Forest, 2011).

Die Methoden

Das Toolkit bietet eine Reihe von Berechnungswerkzeugen, mit denen man ein vorhandenes Grün bewerten kann. Es wird untersucht, wie die Vorteile der grünen Infrastruktur, die sich aus einem Vermögenswert oder einer Investition ergeben, bewertet werden können:

- in monetärer Hinsicht: wo möglich, ökonomische Bewertungstechniken anzuwenden
- quantitativ: zum Beispiel in Bezug auf Arbeitsplätze, Hektar Land, Besucher
- qualitativ: Referenzieren von Fallstudien oder wichtiger Forschung, wo es gegebenenfalls eine Verbindung zwischen grüner Infrastruktur und gesellschaftlichem oder ökologischem Nutzen gibt, aber die wissenschaftliche Grundlage für Quantifizierung und / oder Monetarisierung noch nicht ausreichend robust ist.

Das Toolkit verwendet Standard-Bewertungstechniken, um die potenziellen Vorteile einer grünen Infrastruktur innerhalb eines definierten Projektgebiets zu bewerten. Diese Vorteile werden anhand der Funktionen bewertet, die die grüne Infrastruktur erfüllen kann (Mersey Forest, 2011).

Green Roof Energy Calculator

Die Partner

Der Green Roof Energy Calculator ist ein Gemeinschaftsprojekt der Portland State University und der University of Toronto, das vom US Green Building Council finanziert wurde (Urban Climate Research Center, 2018).

Das Projekt

Der Green Roof Energy Calculator ist ein Tool für Privatpersonen, Bauunternehmer und Architekten, um einen Einblick in die Energieeffizienz eines Gebäudes zu erlangen.

Die Ziele

Mit dem Gründach-Energierechner soll die jährliche Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes mit einem vegetativen Gründach, mit einem dunklen Dach oder einem weißen Dach verglichen werden. Zurzeit sind Simulationen für Neubauten und Altbauten, Büro- und Wohngebäude mit typischen

Niederschlags- und Wetterdaten verfügbar. Die Darstellung eines Bewässerungsplans ist optional (Urban Climate Research Center, 2018).

Ziel war es, ein Werkzeug zu entwickeln, mit dem Architekten, Bauunternehmer und andere schnell abschätzen können, wie sich Entscheidungen im Zusammenhang mit grünen Dächern auf den Energieverbrauch von Gebäuden auswirken (Urban Climate Research Center, 2018).

Die Methoden

Die Informationen in diesem Rechner basieren auf jährlichen Gebäudesimulationen, die von der Portland State University durchgeführt wurden. Das Energieministerium hat sechzehn "benchmarking" Eingabedateien für den öffentlichen Gebrauch zugänglich gemacht. Für den Green Roof Calculator wurden 100 nordamerikanische Städte (95 US-amerikanische und 5 kanadische) für die Analyse ausgewählt. Eingabedateien wurden für jede Stadt erstellt, indem die Benchmark-Datei für die Klimazone dieser Stadt mit stadtspezifischen Informationen geändert wurde, einschließlich: Standortinformationen, Verbrauchstarife und jährliche Niederschlagsprofile. 3 Simulationen wurden auch mit und ohne Bewässerung durchgeführt (Urban Climate Research Center, 2018). Dieser Rechner interpoliert die Simulationsergebnisse, um eine vorhergesagte Energie- und Kosteneinsparung basierend auf den Benutzereingabewerten für Gebäudeart, Standort, Gründach-LAI, Bodentiefe und -fläche zu bestimmen (Urban Climate Research Center, 2018).

7.3.4. Weitere Ansätze

Guide to valuing ecosystem services (DEFRA)

Das Projekt

Der Einführungsleitfaden befasst sich mit dem Rahmen für die Bewertung der natürlichen Umwelt und wie diese verbessert werden könnte, indem umfassende und systematische Mittel zur Verfügung gestellt werden, um Ökosysteme zu schützen. Die von den Ökosystemen erbrachten Dienstleistungen sollen bei politischen Bewertungen berücksichtigt werden.

Der Leitfaden baut auf Bewertungsansätze auf, in denen explizit die Umwelt als Ganzes berücksichtigt wird (DEFRA, 2007).

Die Ziele

Ziel dieses Leitfadens ist es, eine Einführung in die Bewertung von Ökosystemleistungen zu geben. Es baut auf früheren Ansätzen zur Bewertung der Umwelt auf, ist jedoch ein systematischer Ansatz zur Bewertung der Auswirkungen auf die natürliche Umwelt.

Dieser Leitfaden ist ein erster Schritt in DEFRA's Ziel, die Auswirkungen auf die natürliche Umwelt besser in der Entscheidungsfindung zu integrieren (DEFRA, 2007).

Die Methoden

Eine Reihe von Methoden steht zur Verfügung, um Veränderungen in den Ökosystemdienstleistungen zu bewerten. Die diskutierten Bewertungsmethoden sind nicht neu. Der Ökosystemdienstleistungsrahmen betont die Notwendigkeit, das Ökosystem als Ganzes zu betrachten, und betont, dass Veränderungen oder Auswirkungen auf einen Teil eines Ökosystems Folgen für das gesamte System haben (DEFRA, 2007).

Die Partner

Economic Value of Green Infrastructure ist das Ergebnis aus einer Partnerschaft zwischen der Northwest Regional Development Agency und Natural England (Forestry Commission England, n.a.).

Das Projekt

Diese Publikation ist im Wesentlichen aus drei Berichten im Auftrag der Natural Economy Nordwesten (NENW) und der Nordwestliche regionale Entwicklung Agentur (NWDA) entstanden und wurde im Jahr 2008 veröffentlicht.

Die Ziele

Ziel ist ein Einblick aus anderen Projekten (DEFRA, NENW und NWDA) einen Einblick in die Bewertung von grüner Infrastruktur zu geben.

Die Methoden

Der Bericht behandelt gängige Methoden aus anderen Projekten wie DEFRA NENW und NWDA und soll Entscheidungsträgern aufzeigen, welche Art von Bewertung für wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte geeignet sind.

UHI Strategieplan (MA 22, AUT)

Das Projekt

Die wichtigsten Zugänge und Maßnahmen für UHI-sensibles Vorgehen in der Stadtplanung und Stadtentwicklung werden in dem UHI-STRAT Wien strukturiert dargestellt. Er enthält konkrete Maßnahmen zur Umsetzung in der Stadtplanung und Stadtentwicklung, sowie exemplarische Beispiele für die verschiedenen Anwendungsfälle und Planungsebenen. Damit soll den unterschiedlichen Herausforderungen einer UHI-sensiblen Stadtplanung – von der strategischen, räumlichen Entwicklung der Gesamtstadt bis zur konkreten Planung und Projektierung von Straßen, Plätzen oder Gebäuden – Rechnung getragen werden (Wiener Umweltschutzabteilung MA 22, 2015).

Die Ziele

Der UHI-STRAT Wien leistet einen Beitrag um den Wärmeinseleffekt in der Stadt Wien zu reduzieren und somit die negativen Auswirkungen, die sich u. a. auf die Gesundheit ergeben, zu vermindern. Ziel des UHI-STRAT Wien ist es, die Maßnahmen und deren Umsetzung aufzuzeigen, die die Hitzebelastung in den Sommermonaten vermindern, um sie in weiterer Folge zu einem Schwerpunkt für die zukünftige Stadtentwicklung zu machen. Die dargestellten Maßnahmen sollen bereits frühzeitig umgesetzt werden, um zu verhindern, dass sich der urbane Hitzeinseleffekt verstärkt.

Damit wird auch ein Beitrag geleistet, den Herausforderungen, die durch den Klimawandel entstehen, entgegenzutreten zu können. Die Klimaresilienz der Stadt Wien soll damit weiter verbessert werden. Der UHI-STRAT Wien zeigt auf, dass es eine große Vielfalt an möglichen strategischen und technischen Maßnahmen gibt, bei denen die Wirkungen auf Mikroklima, Mesoklima, der Beitrag für die Lebensqualität und die Kosten für die Errichtung und Erhaltung unterschiedlich hoch ausfallen. So ist z. B. die Sicherung und Ausweitung der grünen Infrastruktur eine effektive Maßnahme, mit der der

urbane Hitzeinseleffekt vermindert werden könnte sowie die Lebensqualität der Menschen in der Stadt verbessert und die urbane Biodiversität gefördert werden.

Der UHI-STRAT Wien hat das Ziel, PlanerInnen, ArchitektInnen sowie den zuständigen Verwaltungsbereichen aufzuzeigen, welche Maßnahmen in ihrem Wirkungsbereich umgesetzt werden können, welche Steuerungsinstrumente und -ebenen zur Verfügung stehen und welches Potenzial die einzelnen Maßnahmen haben. Somit können bereits frühzeitig in den verschiedenen Planungs- und Projektierungsprozessen UHI reduzierende Maßnahmen aufgegriffen und umgesetzt werden.

Assessing the Economic Value of Green Infrastructure (Victoria Institute, AUS)

Das Projekt

Assessing the Economic Value of Green Infrastructure diskutiert die ökonomischen Aspekte der Bewertung grüner Infrastruktur aus Sicht der kommunalen Verwaltung, um einen wirtschaftlichen Rahmen für grüne Infrastruktur zu schaffen

Das Projekt wird von der Stadt Melbourne geleitet (Jones, Symons und Young, 2015).

Die Ziele

Das Projekt zielt darauf ab, die vielfältigen Vorteile grüner Infrastrukturen aufzuzeigen, um durch die Anpassung der städtischen Umwelt an die kommunale Ebene den potenziellen Kapitalzuwachs zu steigern. Die Investitionen in grüne Infrastruktur sollen sich mit Investitionen in graue Infrastruktur die Waage halten (Jones, Symons und Young, 2015).

Die Methoden

Das Projekt behandelt keine eigenen Methoden, gibt jedoch Empfehlungen über Methoden und Werkzeuge, mit denen die Vorteile grüner Infrastruktur bewertet werden können. Beispiele hierfür sind Methoden wie „Shadow-Pricing“, „Preference methods“ und „Benefit Transfer“, sowie Werkzeuge wie i-Tree oder INFFER (Investment framework for environmental resources) (Jones, Symons und Young, 2015).

The economic benefits of Green Infrastructure. ECOTEC (GB)

Die Partner

Der Bericht wurde von ECOTEC Research and Consulting mit Beiträgen von der NWDA, dem North West Green Infrastructure Think Tank, der Mersey Forest Partnership und der NENW Green Infrastructure Steering Group erstellt (ECOTEC, 2008).

Das Projekt

Das Projekt umfasst das Programm zur Anreicherung der Natur SITA Trust und die Bestrebungen von Natural England und anderen Umwelt- und Naturschutz-, sowie Wirtschaftspartnern, um die natürliche Umwelt in eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung einzubeziehen (ECOTEC, 2008).

Themen innerhalb des Programms sind (ECOTEC, 2008):

- Sensibilisierung für den Wert der natürlichen Wirtschaft;
- Beauftragung und Verbreitung von Forschung;
- Richtlinien, um effektive Nutzung begrenzter finanzieller Ressourcen zu fördern;
- Beitrag zu Entwicklung und Durchführung regionaler und subregionaler Strategien;
- Erleichterung der Projektentwicklung für die natürliche Wirtschaft und Förderung der Projektdurchführung;
- Förderung und Erleichterung der Grünen Infrastruktur und des Naturtourismus;
- fördern strategische Investitionen in Naturwirtschaftsprojekten; und
- eine Erleichterung für die Ausbildung, der Innovation und der Beratung von Unternehmen.

Die Ziele

Dieser Bericht soll die Debatte unter den regionalen Interessengruppen zu den besten Methoden anregen, die entwickelt werden können, um Investitionen in grüne Infrastruktur zu bewerten.

Der Bericht zielt darauf ab, die Verbindung zwischen Planung, Management und/oder Investitionen in Grüne Infrastruktur so klar wie möglich zu gestalten und einen wirtschaftlichen Nutzen für einen Ort, Distrikt, Subregion oder Region zu generieren.

Er soll den Nutzen dieser Vorteile in einem Rahmen zusammenfassen, der es ermöglicht, diese Investitionen über eine Reihe von Schlüsseltests zu bewerten, um ihren wirtschaftlichen Nutzen auf Einzelfall- oder Programmebene zu berechnen (ECOTEC, 2008).

The Value of Green Infrastructure (CNT Center for Neighborhood Technology, USA)

Das Projekt

In diesem Leitfaden werden Überlegungen zur Bewertung der wirtschaftlichen Vorteile von grünen Infrastrukturpraktiken zusammengefasst. Es werden die erforderlichen Schritte zur Berechnung einer Vielzahl von Leistungsvorteilen untersucht, die durch die Umsetzung von gezielter grüner Infrastruktur erzielt wurden, und zeigt nach Möglichkeit vereinfachte illustrative Beispiele, die das Ausmaß und den Wert dieser Vorteile beurteilen (CNT, 2010).

Die Ziele

Um zu verdeutlichen, wie man einer potenziellen grünen Infrastruktur einen Wert zuweisen und Nutzen kann, soll dieser Leitfaden Entscheidungsträgern bei der Bewertung von Optionen für das Wassermanagement unterstützen.

Ein klarerer Blick auf die Werte Grüner Infrastruktur soll Gemeinden helfen, zu entscheiden, wo, wann und in welchem Umfang grüne Infrastrukturpraktiken Teil der Zukunft in Form von Planung, Entwicklung und Sanierung werden kann (CNT, 2010).

Die Methoden

In diesem Leitfaden werden einige der bei der Bewertung zu berücksichtigenden Aspekte wie zum Beispiel die finanzielle Tragfähigkeit von gemeinsamen grünen Infrastrukturen die in der

kommunalen Wasserwirtschaft an Bedeutung gewinnen. Es zielt darauf ab, Entscheidungsträger bei der Bewertung von Optionen und Entscheidungen zu unterstützen, wo, wann und in welchem Umfang grüne Infrastruktur praktisch ist. Sie sollen Teil der künftigen Planung, Entwicklung und Sanierung in den Gemeinden sein (CNT, 2010).

7.3.5. Methoden

Präferenzansätze

Präferenzansätze simulieren einen Markt und die Nachfrage nach Ökosystem-Dienstleistungen durch Erhebungen zu hypothetischen (politisch induzierten) Veränderungen in der Bereitstellung von Ökosystem-Dienstleistungen. Voreingestellte Methoden können verwendet werden, um sowohl Nutzungs- als auch Nichtgebrauchswerte von Ökosystemen zu schätzen und/oder wenn kein Ersatzmarkt existiert, aus dem der Wert von Ökosystemen abgeleitet werden kann.

- **Contingent Valuation (CV):** CV ist eine Erhebungsmethode, die darauf abzielt, individuelle Präferenzen für eine Veränderung bei der Bereitstellung von Waren oder Dienstleistungen, durch die Bewertung von Zahlungsbereitschaft (WTP = *willingness to pay*) für eine Verbesserung, oder den Erhalt und Akzeptanzbereitschaft für eine Verschlechterung, oder den Verlust (WTA = *willingness to accept*) zu erfassen (Whittington und Pagiola, 2012). CV ist eine bewährte Präferenztechnik, die bei einer Vielzahl von Studien verwendet wird, um grüne Infrastrukturwerte zu ermitteln (Jones, Symons, Young, 2015).
- **Choice Modeling (CM):** *Choice Modeling* beinhaltet Ansätze, den Entscheidungsprozess eines Individuums in einem gegebenen Kontext zu modellieren. Individuen werden mit zwei oder mehr Alternativen mit geteilten Attributen der zu bewertenden Dienste konfrontiert, jedoch mit unterschiedlichen Attributwerten (eines der Attribute ist das Geld, das die Leute für den Dienst zahlen müssten) (TEEB, 2018). Diese Erhebungsmethoden werden seit mehreren Jahren in der Verkehrsökonomie und der Marktforschung eingesetzt und finden zunehmend Anwendung bei der Bewertung Grüner Infrastruktur (Giergiczny und Kronenberg, 2014)

Revealed Preference Ansätze

„Revealed Preference Techniken“ basieren auf der Beobachtung individueller Entscheidungen in bestehenden Märkten, die mit der Ökosystemleistung verbunden sind, der Gegenstand der Bewertung ist. In diesem Fall wird gesagt, dass Wirtschaftsakteure ihre Präferenzen durch ihre Wahlmöglichkeiten "offenbaren" (TEEB, 2018).

- **Hedonic Pricing:** Der Ansatz der *hedonischen Preisbildung (HP)* verwendet Informationen über die implizite Nachfrage nach einem Umweltmerkmal von vermarkteten Waren. Der Wert einer Veränderung der Biodiversität oder der Ökosystemleistungen wird sich in der Veränderung des Eigentumwertes widerspiegeln. Durch die Schätzung einer Nachfragefunktion für Immobilien kann der Analyst auf den Wert einer Änderung der nicht vermarkteten Umweltvorteile schließen, die durch das Umweltgut erzeugt werden (TEEB, 2018). Hedonische Preisbildung setzt voraus, dass sich Umwelteigenschaften (z. B.

eine angenehme Aussicht oder die Unannehmlichkeit einer nahegelegenen Deponie) sowie andere Eigenschaften des Eigentums, in den Immobilienpreisen widerspiegeln. Der Wert der Umweltkomponente kann daher erfasst werden, indem die Auswirkungen aller möglichen Einflussfaktoren auf den Preis der Immobilie bezogen werden (DEFRA, 2007).

- **Travel Cost Method:** Die „Reisekostenmethode“ (*Travel Cost Method, TC*), die hauptsächlich für die Ermittlung von Freizeitwerten in Bezug auf Biodiversität und Ökosystemleistungen relevant ist, basiert auf der Begründung, dass Freizeitgestaltung mit Kosten verbunden ist (direkte Kosten und Opportunitätskosten der Zeit). Der Wert einer Veränderung der Qualität oder Quantität eines Erholungsgebietes (resultierend aus Veränderungen in der Artenvielfalt) kann aus der Schätzung der Nachfragefunktion für den Besuch des betreffenden Geländes abgeleitet werden (Bateman et al., 2002; Kontoleon und Pascual, 2007). Dieser Ansatz wird häufig auf nationale oder staatliche Parks mit kostenlosen oder minimalen Eintrittsgebühren angewendet, bei dem argumentiert wird, dass die Reisekosten ein guter Stellvertreter für den Eintrittspreis sind (Veisten et al., 2012).

Weitere Methoden

- **Effect on Production:** misst die Auswirkung eines bestimmten Projekts auf die Produktion, die Kosten oder die Rentabilität von Herstellern durch ihre Auswirkungen auf ihre Umwelt und das Wohl der Verbraucher. (Zum Beispiel kann dieser Effekt Speicherbecken beinhalten, die neue Fischereien schaffen, oder Imker, die benachbarte Gärten nutzen.) Dieser Ansatz wird häufig verwendet, um die negativen Auswirkungen einer potenziellen Investition zu untersuchen (Jones, Symons, Young, 2015). Produktivitäts-Methoden (*net factor income, derived value method*) schätzen den Wert von Ökosystemleistungen, die zur Produktion von kommerziellen Marktgütern beitragen. Sie kommen zur Anwendung, wenn der Zustand der Ökosysteme die Marktprodukte direkt beeinflusst, wie etwa sauberes Wasser in der kommunalen Trinkwasserherstellung, und somit andere Zusätze oder Prozesse der Produktion einspart (z.B. Trinkwasserreinigung).
- **Preventative Expenditure:** Die *Preventative Expenditure*-Methode wird üblicherweise verwendet, um die Vorteile der Einnahmen aus grüner Infrastruktur mit herkömmlichen Ingenieurösungen, wie zum Beispiel Hochwasserrisiko durch Regenwasser, zu vergleichen. Vorbeugende Ausgaben werden normalerweise informell in der Industrie verwendet (Vesely et al., 2005).
- **Specific Values:** Spezifische Werte beziehen sich auf monetäre Werte, die bestimmten Waren oder Dienstleistungen zugeordnet werden, normalerweise für die Berechnung externer Kosten. Ein häufig verwendeter spezifischer Wert ist der "Schattenpreis von Kohlenstoff". Dieser Wert ist ein von der Regierung festgelegter Schattenpreis und wird bei Kosten-Nutzen-Analysen des öffentlichen Sektors angewandt (DEFRA, 2007). Die Schattenpreise für Kohlenstoff in Großbritannien, den USA und der Weltbank basieren auf Schätzungen für Soziale Kosten von Kohlenstoff, dem Grenzscha-den pro Tonne von emittierten CO₂ (DEFRA, 2007).

- **Shadow Pricing:** *Shadow-Pricing*-Methoden schätzen den Wert eines Vermögens oder einer Ware anhand der damit verbundenen Vorteile eng verknüpfter wirtschaftlicher Variablen. Zum Beispiel haben Immobilienpreise in der Nähe von Freiflächen höhere Schattenpreise für die Vorteile von Freiflächen-Lagen in städtischen Umgebungen (Hatton Macdonald et al., 2010). Es ist eine geeignete Methode zur Beurteilung der mittleren Bedingungen und nicht zur Beurteilung schneller Veränderungen. Shadow Pricing hat jedoch ein großes Potenzial für die Bewertung der Co-Vorteile von Anpassungen, bei denen soziale- und Umweltergebnisse wichtig sind.
- **Direct Market Valuation:** Direkte Marktbewertungsansätze sind in drei Hauptansätze unterteilt: (a) marktpreisbasierte Ansätze, (b) kostenbasierte Ansätze und (c) Ansätze basierend auf Produktionsfunktionen. Der Hauptvorteil der Verwendung dieser Ansätze besteht darin, dass sie Daten von tatsächlichen Märkten verwenden und somit tatsächliche Präferenzen oder Kosten für Einzelpersonen widerspiegeln. Darüber hinaus existieren solche Daten - d.h. Preise, Mengen und Kosten - und sind daher relativ leicht zu erhalten (TEEB, 2018). Direkte Marktbewertungsansätze beruhen in erster Linie auf Produktions- oder Kostendaten, die im Allgemeinen leichter zu beschaffen sind als Daten, die benötigt werden, um die Nachfrage nach Ökosystemdienstleistungen zu ermitteln (Ellis und Fisher, 1987). Bei der Bewertung von Ökosystemdienstleistungen haben diese Ansätze jedoch erhebliche Einschränkungen, insbesondere wenn keine Märkte vorhanden sind oder Märkte verzerrt sind (TEEB, 2018).
- **Benefit transfer:** Ein *benefit transfer* findet statt, wenn die Ergebnisse einer Bewertung über eine Situation in eine ähnliche Situation an einem anderen Ort oder zu einem anderen Zeitpunkt übertragen werden (Brouwer, 2000; Wilson und Hoehn, 2006). Vorhandene Studien können verwendet werden (übertragen), um den wirtschaftlichen Wert von Änderungen zu schätzen, die sich aus anderen Programmen oder Richtlinien ergeben. Bei der Durchführung einer wirtschaftlichen Bewertung mit einem Leistungstransfer ist es wichtig, viele geeignete Studien zur Verwendung bei Transferleistungen zu finden. Bei einer nicht sorgfältigen Durchführung kann die Technik die Werte um einen Faktor von über 100% falsch beurteilen (Rosenberger und Stanley, 2006).

7.4. Workshop

Tabelle 29: Workshop-Ergebnisse: notwendige Informationen zur Kostenschätzung

Welcher Informationen bedienen Sie sich bei der Kostenschätzung in Ihrem Projekt / in Ihrer Planung?			
Dach + Fassade	Dach	Fassade	Informationen
5	1	1	Hersteller und Anbote
4	2	2	Nachschlagewerke, Richtwerte
4		1	Erfahrung (eigene)
4			KollegInnen, SpezialistInnen
3	1	1	fallspezifisch / einzelne Komponenten
1			Internetrecherche
Dach + Fassade	Dach	Fassade	keine Informationen verfügbar
		2	DB schwieriger als FB
1	1		schwierig: Pflegeaufwand, Wartung
1			schwierig: Sanierung
1			Digitalisierung (BIM)
1			Musterleistungsverzeichnis, standardisierter Katalog für Kostenabschätzung

Die Kategorien Dach + Fassade sind als separate Nennung zu verstehen. Sie widerspiegeln **nicht** die Summe der Nennungen zu Dach und Fassade.

Die Teilnehmenden ziehen vor allem Informationen von Herstellern, Anboten, Nachschlagewerken und der eigenen Erfahrung zu Rate, wenn es um die Kostenschätzung ihrer Projekte geht. Zusätzlich befragen sie noch häufig KollegInnen. Der Großteil ist auch der Meinung, dass die Kostenschätzung und Planung fallspezifisch nach den einzelnen Komponenten erfolgen soll.


Im Zuge der Diskussion wurde offensichtlich, dass Informationen oft vorhanden sind, aber nicht für alle verfügbar, wie z.B. Musterleistungsverzeichnisse. Ins Auge sticht, dass Antworten zu Frage 3 ebenfalls wie Frage 1 und 2 fehlende Informationen thematisieren, wobei wiederholt Fragen zum Thema Pflege und Wartung als unbeantwortet wahrgenommen werden ebenso wie Fragen zu Kosten. Neu in der Diskussion zur Frage 3 trat das Thema Digitalisierung auf.

Tabelle 30: Workshop-Ergebnisse: Potenzialbewertung der Systeme/-gruppen

Welche Systeme/-gruppen (oder Entwicklungsziele/-schritte) haben aus Ihrer Sicht großes Potenzial?		
Bedarf	Details	fehlende Information
Fassadenbegrünung		
bodengebunden	kostengünstig in Bau und Pflege; ohne/mit Rankhilfe; mit Netzen	viele Eigentümer = Zustimmung schwierig; simpel, Entwicklungspotenzial
troggebunden	kostengünstig in Bau und Pflege; einfach, billig, leicht umsetzbar; in Verbindung mit (Regen-) Nutzwasser	
fassadengebunden	mit Trog: Wirkung, energetisch, mikroklimatisch, pflegeleichter als Platten	
Reihung	bodengebunden - Trog - Modul - integriert	
Feuermauern		
Dachbegrünung		
reduziert-intensiv	könnte sich zu nicht-reduziert entwickeln	
extensiv	Großflächen; v.a. im Gewerbe; Entwicklung hin zu reduziert-intensiv; pflegefrei; möglichst Kosten-Nutzen-effiziente Systeme	
reduziert-extensiv	Retentionsdächer	
intensiv	Nutzungsperspektive	
Kombinationsdach	Intensivdach/ Trog und Nutzflächen für Aufenthalt und Bewegung; Mehrfachnutzung; Urban Gardening/Farming → Ernährungssicherheit	
Dach mit Anstaufunktion	vollflächiger Wasseranstau, Rückhaltebecken; momentan in Ö verboten (Dachdeckernorm)	
Fassaden- und Dachbegrünung		
Pflege		
Bewässerung	Abwassernutzung; Problematik: Kanalanschluss	muss getrennt möglich sein; Reduktion Abwasserabgabe (>90% Retention)
keep it simple		
Mehrfachnutzung	z.B. Photovoltaik, Ernährungssicherheit	in Normen integrieren
Flächenverfügbarkeit	wo Fläche, da Potenzial	
Entsiegelung	Effekte erforschen	

Tabelle 31: Workshop-Ergebnisse: systembezogenen Kriterien für die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen im verbauten Bestand

Welche systembezogenen Kriterien sind für die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen im verbauten Bestand aus Ihren Erfahrungen ausschlaggebend?		
Kriterien	Details	fehlende Information
finanziell		
Kosten / Transparenz	evtl. All-In Lösungen (wie ein Leasing Auto)	
Kaufoptionen	Nutzbarkeit generieren, System mit NutzerInnen wachsen	
Finanzierung: PPP-gerecht	Finanzierungsmodelle verfügbar? Mieten, Kaufen, Contracting	
(verwaltungs-) rechtlich		
Deckungsgrad	Bebauungsplan	Rückbau ist fraglich
Verbindung: Regenwassermanagement - Verdichtung	Entsiegelung - Kompensation vs. Innenverdichtung	
Kompensation von Verdichtung & Erhöhung der Baumasse		
normgerechte Systeme	"sorgenfrei"	
Kategorisierbarkeit der Objekte	K.O.-Kriterium; aus stadtbildgestalterischen Gründen nicht begrünbar (z.B. Architektur, Gliederung der Fassade, historischer Kontext, Ensemble, Denkmalschutz); Rückbaubarkeit beachten	
Bauschäden	Verantwortliche für Schadensmeldungen bestimmen	
technisch		
Verbindung: Regenwassermanagement - Innenverdichtung	ideeller, technischer, wirtschaftlicher Nutzen (Lebenszyklus) → auf Systemgruppen runter brechen (Hebel für Leute im Bestand = Nutzen und nicht Problem; weniger Energieverbrauch, weniger Abgabe, Regenwasser)	
Bewässerung + Nährstoffe	manuell, ohne Automatik, bedarfsgerecht	
Bauphysik / Statik	geringe statische Anforderungen	
Bauschäden	K.O.-Kriterium	wissenschaftliche Patt-Situation
Nawaros/ lokale Materialien	stark diskutiertes Thema, Transportkosten	
Schallschutz / Dämmschutz	gestalterisch: Begrünbarkeit der Objekte, könnte daraus K.O. Kriterien geben	
Systemwirkung		
Verbesserung des Kleinklimas	Wirksamkeit, Kühlwirkung, Beschattung, Verdunstung	
Beschattung	Schwerpunkte für EigentümerInnen herausarbeiten (FB kann nicht alles!)	
Biodiversität	Artenvielfalt, Ökologie	
Feinstaub	harte Flächen durch Vegetation dämpfen (Feinstaub, etc.), aber nicht alles versprechen	
andere		
geringer Pflegeaufwand	Verantwortliche bestimmen, Integration der AnwohnerInnen	



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmvit.gv.at](https://www.bmvit.gv.at)