

# **Sondierung für ein Mobile Mapping Reallabor – IoT- und geoKI-gestütztes Datenmanagement für die klimaneutrale Stadt (GeoDatKlim)**

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 49/2025

Wien, 2025

## Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

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

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

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

Autorinnen und Autoren:

Nikolaus Summer (UIV Urban Innovation Vienna GmbH)

Christian Habernig (Stadt Wien, MA01 – Wien Digital)

Martin Traunmüller (AIT Austrian Institute of Technology GmbH)

Wien, 2025. Stand: 2024

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [iii3@bmimi.gv.at](mailto:iii3@bmimi.gv.at).

## **Rechtlicher Hinweis**

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

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

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

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

## **Vorbemerkung**

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

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



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>10</b>
	3.1. Smart „Klima“ City Wien .....	10
	3.2. Mit Digitalisierung die Umwelt schützen.....	10
	3.3. KI und Klimaneutralität .....	11
	3.4. Forschungsstand Mobile Mapping.....	12
	3.5. Mobile Mapping in Wien .....	15
	3.6. Zwischenfazit .....	16
<b>4</b>	<b>Projekthalte</b> .....	<b>17</b>
	4.1. Identifikation der Schlüsselfragen .....	18
	4.2. Ideenfindung und Innovation-Sourcing .....	18
	4.3. Wertschöpfung im Reallabor .....	21
	4.4. Konzeption und kritische Reflexion .....	22
	4.5. Iteration mit Fachleuten aus dem Regelbetrieb .....	22
	4.6. Zentrale Herausforderungen .....	26
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>28</b>
	5.1. Einleitung .....	28
	5.2. Ein Mobile Mapping Reallabor.....	29
	5.3. Leistungen und Lieferobjekte .....	30
	5.4. Klimapotenzial und faktischer Nutzen .....	31
	5.5. KI für unser Klima.....	31
	5.6. Wissenschaftliche Leitplanken und Qualitätssicherung .....	33
	5.7. Bundesweite Relevanz .....	36
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>38</b>
	6.1. Ein Reallabor erforscht Neuland .....	38
	6.2. Hohe Diversität unter Anspruchsgruppen und Projekten .....	38
<b>7</b>	<b>Ausblick und Empfehlungen</b> .....	<b>40</b>
	7.1. Die nächsten Schritte .....	40
	7.2. Generelle Empfehlungen .....	40
<b>8</b>	<b>Verzeichnisse</b> .....	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>47</b>
	9.1. Ideenwettbewerb Wien Digital.....	47
	9.2. Fotoprotokoll Workshop.....	51

# 1 Kurzfassung

Generell wird ein hoher Nutzen durch Digitalisierung für den Klimaschutz vermutet bzw. signifikante Einsparungspotenziale bei den globalen Treibhausgasemissionen angenommen. Die Schlüsselfrage – wie diese Reduktionen jedoch faktisch erreicht werden – ermangelt jedoch im Konkreten noch einer vollumfänglichen Antwort. Dies überrascht nicht, ist doch gleich ein ganzes Bündel von digitalen Technologien – darunter das Internet der Dinge (IoT) und die Künstliche Intelligenz (KI) – davon berührt. Als sicher gilt nur, dass ein tiefgehendes Verständnis des (ökologischen) Werts von Sensordaten bzw. deren Auswertung mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) vonnöten ist. Das gilt nicht zuletzt für den Bereich Stadtentwicklung. Noch verfügt keine „Smart City“ über einen belastbaren Katalog von urbanen KI-Anwendungen mit nettogrüner Bilanz bzw. einem im Vergleich mit herkömmlichen Lösungen deutlich besseren CO<sub>2</sub>-Nettofußabdruck. Folgerichtig bildete die Frage, ob und wie durch eine methodische Kombination von IoT und KI klimarelevante Anwendungsfälle umgesetzt werden können, den Ausgangspunkt dieser Sondierung.

Zu diesen vielversprechenden Technologien zählen auch Mobile Mapping Systeme (MMS). Unter Mobile Mapping versteht man die Erfassung von Geodaten von einem Fahrzeug oder einer Person aus, die in der Regel mit einer Reihe von GNSS<sup>1</sup>-, Foto-, Radar-, Laser-, LiDAR- oder anderen Fernerkundungssystemen ausgestattet ist. Die Stadt Wien vermisst bereits seit 2017 ihren gesamten öffentlichen Raum. Die gesammelten Daten beschleunigen bereits Bewilligungsverfahren für Schanigärten, Straßenfeste und machen virtuelle Inspektionen und Vermessungen möglich. Die erste Mobile-Mapping-Kampagne generierte rund 30 Millionen informationsreiche Bilder, die mit der Applikation „Kappazunder“ von vielen Personen genutzt werden. Diese Daten bilden eine wichtige Grundlage für die Schaffung einer digitalen Replikation des öffentlichen Raums einer Stadt.

Ob und inwieweit dieser „digitale Raum“ bei der Ökologisierung von Prozessen im Stadtbetrieb hilfreich ist, bleibt fortan auf Anwendungsebene zu evaluieren. In der Sondierung wurde daher hinterfragt, wie sich die Herstellung solcherart *Sensordaten* (vor allem für ein derartig großes Stadtgebiet wie Wien) weiter entwickeln könnte. Dafür durchlief das Projektteam fünf methodische Schritte in drei Phasen, *evaluierte die organisatorischen* Rahmenbedingungen und entwickelte erste betriebliche Vorgehensmodelle für ein Reallabor. Desktop-Recherchen, Benchmarking-Interviews, ein stadtinterner Ideendialog sowie ein *Fachworkshop* mit strategischen Partner:innen dienten der Reflexion und Vertiefung. Anhand von Good-Practices und bestehenden Innovationsvehikeln wurden zunächst *Schlüsselfragen* für die Konzeption und den Betrieb eines Reallabors identifiziert. In einem nächsten Schritt war die *Ideenfindung* bzw. der Art und Weise wie rohe Ideen und Anwendungsfälle den Weg ins künftige Reallabor finden im Fokus. Es folgte eine Analyse der potenziellen Wertschöpfung im Reallabor, bevor die *ersten konzeptionellen Ansätze* für eine KI-Pipeline für Sensordaten reflektiert, vertieft und zum aktuellen Projektvorhaben verdichtet wurden.

Bislang setzte man in Wien vor allem auf fahrzeuggebundenes Mobile Mapping. Dann kam flugzeuggebundenes Mobile Mapping (Schrägluftbilder) hinzu. Die Sondierung schuf daher Konsens, dass ein offenes Mobile-Mapping Reallabor für klimaneutrale Städte mit fahrzeuggebundener Sensorik (MMS) als technischer Infrastruktur ausgestattet werden sollte. Denn eine flexiblere, enger

---

<sup>1</sup> Siehe Abkürzungsverzeichnis

getaktete und räumlich fokussierte Datenherstellung macht zahlreiche weitere, potenziell klimarelevante Anwendungsfälle umsetzbar. Aus solchen Mobile Mapping Daten können z. B. viele Objekte einer Stadt digital extrahiert und analysiert werden. So könnte etwa eine geoKI zur Detektion von Solarpotenzial- oder von Fensterflächen im städtischen Raum eingesetzt werden.

Am Beginn müssen jedoch *technische Vorgaben für die Hardware (MMS)* und deren Einsatz zur Herstellung hochwertiger MMS-Daten für österreichische Kommunen als erstes Lieferobjekt konsolidiert werden. Außerdem sind (offene) Methoden, Verfahren und Schnittstellen notwendig, die ebenfalls im Reallabor zu entwickeln sind. Das Reallabor beschäftigt sich also damit, auf welche Weise, in welcher Qualität und Struktur solcherart Geodaten am besten zu erzeugen sind, so dass diese nach wissenschaftlich angeleiteter Aufbereitung und Bevorratung auch mit bestehenden Datenbeständen zusammengeführt und mit viel geringerem Vorbereitungsaufwand (maschinell) analysiert werden können. Um zu demonstrieren, dass die im Reallabor entwickelten Vorgaben, Standards und Schnittstellen auch in der Praxis funktionieren, soll nach der Aufbauphase des Reallabors anhand dreier vorzudefinierender innovativer Anwendungsfälle mindestens ein vollwertiges KI-Modell entwickelt und als Open-Source-System bundesweit zur Verfügung gestellt werden.

Auf Basis der gegenständlichen Sondierung wird das bestehende Team (UIV Urban Innovation Vienna GmbH; Stadt Wien, MA01 Wien Digital; AIT Austrian Institute of Technology) um zusätzliche Projektpartner:innen erweitert, um an der Ausschreibung für ein offenes, multidisziplinär arbeitendes Reallabor im Rahmen des Programms „Stadt der Zukunft“ ab Oktober 2022 teilzunehmen. Im Erfolgsfall wird ein Mobile Mapping Reallabor für unser Klima ab 2024 für mindestens fünf Jahre den Betrieb aufnehmen. In diesem Rahmen sollen zahlreiche Anwendungsfälle in Wien und darüber hinaus auf ihr technisches, ökologisches und ökonomisches Potenzial evaluiert und gegebenenfalls umgesetzt werden.

## 2 Abstract

In general, it is assumed that digitization will be highly beneficial for climate protection as it is supposed to lead to significant savings in global greenhouse gas emissions. However, the key question – how these reductions will actually be achieved – still lacks a comprehensive answer. This is not surprising, given that a bundle of complex digital technologies – including the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) – is subject to the professional discourse. The only thing that seems certain is that a deep understanding of the (ecological) value of sensor data and its evaluation with AI techniques is required. This also applies to the area of urban development. Up to this point, no "smart city" has yet developed a robust catalog of net-green urban AI applications with a significantly better CO<sub>2</sub>-footprint compared to conventional solutions. Consequently, the question of whether and how climate-relevant use cases can be implemented through a combination of IoT and AI was the starting point of this exploration.

Among these promising digital technologies are mobile mapping systems (MMS). Mobile mapping refers to the collection of geospatial data by a vehicle or a person, usually equipped with an array of GNSS, photo, radar, laser, LiDAR, or other remote sensing systems. The City of Vienna has already been mapping its entire public space since 2017. The collected data is already speeding up approval procedures for parklets and street festivals. Additionally, virtual inspections and surveys are now possible. The first mobile mapping campaign generated around 30 million information-rich images, which are used by a high variety of people coming from different backgrounds with the app "Kappazunder". This data forms one important fundamental for creating a digital replication of a city's public space.

Whether or not and to what extent this digitized public space is helpful with greening processes in daily city operations remains to be evaluated at the use case level. In the exploration, it was hence questioned how the generation of such sensor data (especially for large urban areas as Vienna) might further develop. For this purpose, the project team went through five methodological steps in three phases. In this manner participating experts evaluated the organizational framework and developed rough operational concepts for an innovation lab. Desktop research, benchmarking interviews, an internal idea competition and a technical workshop with strategic partners were used for reflection and consolidation. Based on good practices and existing innovation vehicles in Austria and abroad, key questions for the conception and operation of an innovation lab were first identified. In a next step, the focus was on idea generation and how ideas and raw use cases find their way into the future lab. An analysis of the potential value chain transpired before the first concepts for an AI pipeline were reflected, deepened and condensed into the current project proposal.

Previously, Vienna and others relied primarily on spotty vehicle-based mobile mapping. Then aircraft-based mobile mapping (aerial imagery) was added. Therefore, consensus was achieved that an open mobile mapping innovation lab for climate-neutral cities must be equipped with the newest vehicle-bound sensor technology (MMS) (applicable with urban fleet vehicles) as its technical infrastructure as more flexible, frequent and spatially focused data generation will pave the way to the implementation of numerous potentially climate-relevant use cases. Such mobile mapping data will enable a lab to digitally extract and analyze many objects in a city. For example, geoAI could well be used to precisely detect solar roof potential or window area proportions of building facades.

In the first instance, however, technical specifications for the hardware (MMS) and its use to generate high-quality MMS (input) data for Austrian municipalities need to be consolidated – the innovation lab's first deliverable. In addition, (open) methods, procedures and APIs are indispensable. These are also expected to be developed in this future lab. The innovation lab will thus be concerned with the best possible way, quality and structure to produce such geo data. After its preparation and storage in line with scientific standards this new data may well be merged with existing data sets and analyzed with AI at much lesser preparation costs. In order to demonstrate that the specifications, standards and APIs also work in practice, at least one full-fledged AI model should be developed with reference to pre-defined innovative use cases - and disseminated as an open source system.

On the basis of this exploratory study, the project team ((UIV Urban Innovation Vienna GmbH; Stadt Wien, MA01 Wien Digital; AIT Austrian Institute of Technology) and additional partners intend to participate in the call for proposals for an open, multidisciplinary innovation lab within the FFG-framework „Stadt der Zukunft“ in October 2022. If successful, a mobile mapping innovation lab for climate neutral cities will start operations in 2024 for at least five years. Within this framework, numerous use cases in Vienna and beyond may well be evaluated for their technical, ecological and economic potential and, if promising, implemented.

# 3 Ausgangslage

Städte und Kommunen befinden sich im Digitalen Wandel und sehen sich mit massiven Veränderungen konfrontiert. Dabei stehen sich ergebende Chancen, aber auch mittelbare und unmittelbare Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Bevölkerung, die kommunale Aufgabenerfüllung sowie deren ökologische Einflüsse auf den Stadtraum im Fokus. Laufende Diskurse zeigen aber, dass es bis dato kein gemeinsames Verständnis über zentrale Begriffe wie „Smart City“ und „Nachhaltigkeit“ gibt. Sicher ist lediglich, dass existierende Prozesse und Strukturen von Städten auf den Prüfstand gestellt und teilweise neu erfunden werden müssen, um die globalen Klimaziele zu erreichen.

## 3.1. Smart „Klima“ City Wien

Die Smart Klima City Wien Strategie<sup>2</sup> ist der Rahmen für sämtliche sektorale Prozesse und Initiativen in der Wiener Stadtentwicklung, so auch für den Wiener Klimafahrplan 2040<sup>3</sup> und die Digitale Agenda 2025<sup>4</sup> als daran anknüpfende Fachkonzepte. Wien hat sich hierin zum Ziel gesetzt, sozial und ökologisch nachhaltige Pfade der Digitalisierung neu zu denken und umzusetzen. Eine Vielzahl von nachhaltigen Smart City Pilotprojekten mit im Kern digitalen Innovationen sind seit 2011 auf den Weg gebracht worden.

*Wien gibt Raum* ist zum Beispiel ein erster ambitionierter Versuch den Wiener öffentlichen Raum mithilfe hochpräziser Bilddaten und 3D-Punktwolken zu digitalisieren. Weitere Beispiele sind das Energieforschungsprojekt *Aspern Smart City Research* und das Innovationslabor *Digital findet Stadt*, das seinen Fokus auf eine optimierte Planung, Errichtung und Betrieb von Gebäuden mithilfe von BIM-Technologien legt. Dazu wird im Mobilitätsbereich viel getan: *Smarte Ampeln* mit Kameras und Umweltsensoren sollen „verstehen“, wie sich Fußgänger:innen und (nicht)motorisierte Fahrzeuglenker:innen durch unsere Stadt bewegen und sich dieses Verhalten positiv auf die Umweltqualität auswirkt, wohingegen auf der länderübergreifenden Forschungsplattform des Verkehrsverbunds Ost-Region (*ITS Vienna Region*) darum geht, intelligente Transportsysteme und Verkehrsdatenmanagement über organisatorische Grenzen hinweg zu planen.

## 3.2. Mit Digitalisierung die Umwelt schützen

Doch das Nachhaltigkeitspotenzial von digitalen Technologien wie Internet of Things (IoT) und KI (künstlicher Intelligenz) in Verbindung mit digitalen Modellen zwecks Mapping, Visualisierung, Monitoring und Simulation ist größtenteils noch unerschlossen oder nur für einzelne Anwendungen evaluiert. Es gilt also, die „ökologischen Opportunitätskosten“ der digitalen Transformation bzw. der zur Anwendung kommenden Technologien im Detail zu verstehen – denn nicht jede Digitalisierungsmaßnahme ist automatisch mit einer Verringerung des ökologischen Fußabdrucks gleichzusetzen.

---

<sup>2</sup> <https://www.wien.gv.at/spezial/smartklimacitystrategie/> (abgerufen am 12.08.2022 um 12:36)

<sup>3</sup> <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/download/pdf/3951390?originalFilename=true> (abgerufen am 26.07.2022 um 12:10)

<sup>4</sup> <https://digitales.wien.gv.at/digitale-agenda/> (abgerufen am 26.07.2022 um 12:15)

Es geht für Wien also v. a. darum, auf das Internet der Dinge (IoT) und Künstliche Intelligenz (KI)-Technologien aufbauende Smart City relevante Innovationen und Use Cases zu analysieren und die vielversprechenden für die Erreichung von Klimaneutralität bis 2040 tatsächlich urbar zu machen. Miniaturisierung und die immer breiteren Einsatzmöglichkeit von Sensoren und Kameras (vgl. IoT) sowie effizientere Übertragungstechnologien, höhere Rechenleistungen und neue Analyse-Kapazitäten (KI) schaffen neue Möglichkeiten, städtische Prozesse und/oder den Betrieb und die Nutzung von urbanen Infrastrukturen wie öffentliche Räume, Energie- und Verkehrsnetze, technische Infrastrukturen (vgl. Straßen, Leitungen, Netze etc.) digital abzubilden und ggf. ökologischer zu organisieren und zu betreiben.

Die große Herausforderung dabei ist einerseits, die Qualität der Daten bzw. ihre hochqualitative Aufbereitung und Auswertung sicherzustellen und, andererseits, die so erzielbaren Informationen richtig zu interpretieren, und, andererseits, die so gewonnenen Erkenntnisse auch – einen faktischen Mehrwert bringend – im Betrieb einer Stadt zu implementieren. Dieser Mehrwert kann z.B. darin bestehen, dass Energie- oder Kosteneinsparungen erzielt werden, oder dass negative Externalitäten (z.B. Luft- Wasser- und Bodengüte, Verschmutzung und Abnutzung, Belastungen in Form von Lärm und Geruch, Hitze, Trockenheit, Wasserverbrauch, Abfall- und Schadstoffe etc.) verringert werden. Nicht jeder erzielbare Mehrwert ist unmittelbar quantifizier- oder monetarisierbar (vgl. höheres Wohlbefinden und Komfort, Lebensqualität, Gesundheit etc.).<sup>5</sup>

### 3.3. KI und Klimaneutralität

Doch auch im internationalen Kontext werden die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Digitalisierung und ökologischer Nachhaltigkeit und Klimaschutz grundlegend beforscht. Eine gute Orientierung bietet die Forschungsinitiative „TWI2050 – The World in 2050“ des International Institute for Applied System Analysis (IIASA), wonach *Digitaltechnik in weitaus schnellerem Tempo als bislang als Auslöser in allen Sektoren ( z.B. Energie, Mobilität und Industrie) einen Beitrag zur Dekarbonisierung und zur Förderung der Kreislaufwirtschaft, der De-Materialisierung, der Ressourcen- und Energieeffizienz und -genügsamkeit, der Überwachung und Erhaltung ökologischer und anderer Erdsysteme, des Schutzes der globalen Gemeinschaftsgüter und nachhaltiger Verhaltensweisen leisten kann. Allerdings ist das kein automatischer Prozess und findet nicht von selbst statt. [...]*<sup>6</sup> Die zunehmende Digitalisierung und die daraus resultierende Verfügbarkeit von sehr großen Datenmengen birgt also enorme Potenziale für die Transformation urbaner Räume in klimaneutrale ‚smarte‘ Städte. Gerade eine maschinelle Analyse mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) verspricht großen Mehrwert bei der Nutzung von sehr großen Datenbeständen, die ein Mensch ohne Hilfsmittel kognitiv nicht mehr verarbeiten kann. Da jedoch jeder Technologieeinsatz per se einen teils signifikanten ökologischen Fußabdruck hinterlässt, muss das Ziel eines Anwendungsfalles eine nettogrüne Bilanz sein.

---

<sup>5</sup> Vgl. Fromwald, Sophie, Hasenhüttl, Susanne, Schweighofer, Martin (2006): Optionen und Instrumente für ein nachhaltiges Finanzmanagement. ÖGUT-Studie im Auftrag des Lebensministeriums, vgl. [Nachhaltiges Finanzmanagement \(oegut.at\)](https://www.oegut.at/) (abgerufen am 26.07.2022 u 12:15)

<sup>6</sup> <https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/twi/Report2019.html> (abgerufen am 26.07.2022 um 12:10)

### 3.4. Forschungsstand Mobile Mapping

Zu diesen vielversprechenden Technologien zählen auch Mobile Mapping Systeme (MMS). Unter Mobile Mapping versteht man die Erfassung von Geodaten, die von einem Fahrzeug oder einer Person durchgeführt wird; dies in der Regel mit einer Reihe von GNSS-, Foto-, Radar-, Laser-, LiDAR- oder anderen Fernerkundungssystemen. MMS bestehen aus einer integrierten Anordnung von zeitsynchronisierten Navigations- und Bildsensoren, die auf einer mobilen Plattform, z. B. einem Fahrzeug, montiert sind. Als Ergebnisse liefern solche Systeme GIS-Daten als digitale Karten sowie georeferenzierte Bilder und Videos. Herkömmliche Verfahren zur Georeferenzierung von Luftaufnahmen, Bodenradar oder LiDAR sind oft schwer durchführbar, insbesondere in unzugänglichen Gebieten. Die direkte Georeferenzierung von Bildern wie z.B. durch MMS, vereinfacht hingegen die Kartierungskontrolle bei großflächigen Kartierungsaufgaben.

Mobile Mapping bietet große Vorteile in verschiedensten Anwendungsbereichen, nicht nur aufgrund der breiten Verfügbarkeit von benutzer:innen-freundlichen und tragbaren MMS-Plattformen, sondern auch bezüglich ihrer Eignung für unterschiedliche Umgebungen. Da die meisten dieser Anwendungen auf regelmäßig gesammelte Daten für Erkennungs- und Überwachungszwecke angewiesen sind (wie z. B. die Erkennung/Überwachung von Stromleitungen im Eisenbahnverkehr [1,2]) liegt der hohe Nutzen von MMS klar auf der Hand. In den folgenden Kapiteln werden einige der wichtigsten Anwendungen der mobilen Kartierungstechnologie vorgestellt, darunter die Verwaltung von Straßen und deren bauliche Zustandsbewertungen, das Zusammenspiel mit BIM (Building Information Modelling), sowie Anwendungen im Katastrophenschutz und im Bereich der Erhaltung des kulturellen Erbes.

#### 3.4.1. Modellierung von Gebäudedaten

BIM (Building Information Modelling) ist eine weitverbreitete Technologie in der Bauindustrie, allen voran in der Architektur und dem Ingenieurwesen. BIM stellt während des Lebenszyklus eines Projekts (z. B. eines Gebäudes, eines Tunnels, einer Brücke) eine integrierte digitale Datenbank zur Verfügung. Typische BIM-Phasen umfassen

- 1) eine gründliche Datenerfassung, die jegliche Informationen über die architektonische Gestaltung (d. h. Materialien und Abmessungen), die strukturelle Gestaltung (z. B. Träger, Säulen usw.), die Elektrik und Mechanik umfassen
- 2) die Erstellung von 2D-Plänen und
- 3) das manuelle Hochladen auf einen Server und Aktualisieren der Pläne mithilfe einer speziellen Software

Ein BIM Modell kann die Planung, Instandhaltung und Renovierung von Gebäuden und Infrastrukturen erleichtern. Aufgrund der großen Datenmenge, die erfasst werden muss, und des Mangels an automatisierten Prozessen kann es jedoch zu einem erhöhten Zeit- und Kostenaufwand führen.

Gegenwärtig werden MMS aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit, Zeiteffizienz und niedrigeren Kosten häufig für BIM-Projekte zur Erfassung von 3D-Daten eingesetzt. Die gesammelten Punktwolken und Bilder werden zur Erstellung des rekonstruierten 3D-Modells eines Objekts verwendet und anschließend durch semantische Segmentierung oder Klassifizierung verarbeitet, um detaillierte Informationen über alle Elemente des Objekts zu gewinnen [3]. Das Endprodukt wird

dann an die BIM-Software übertragen, um wichtige Informationen für den Lebenszyklus des Projekts zu extrahieren.

Produkte können entweder 2D-Grundrisse oder 3D-Netz- oder Polyedermodelle sein, die die Struktur von Architekturen oder den Lebenszyklus des Bauprozesses darstellen [4]. Ein beliebtes Beispiel für den Einsatz von MMS in BIM ist die 3D-Stadtmodellierung, bei der sie zur Erfassung von Informationen über Gebäude am Straßenrand [4-6] und ihrer strukturellen Informationen, wie z. B. die Platzierung von Fenstern und Türen, verwendet werden können [7,8]. Darüber hinaus können sie auch zur Erstellung von Plänen und 3D-Innenräumen und Gebäudelayouts verwendet werden, was mit Handheld-, Rucksack- oder Trolley-MMS geschehen kann.

### **3.4.2. Verwaltung von Straßenanlagen und Zustandsbewertung**

MMS, die auf Straßen eingesetzt werden, können regelmäßig genaue 3D-Daten der Straße und ihrer Umgebung erfassen, was die Verwaltung, Kartierung und Überwachung von Straßenbeständen (z. B. Straßenschilder, Verkehrssignale, Fahrbahnabmessungen) erleichtert [9]. Die Erstellung von Straßeninventaren ist angesichts des großen Umfangs der Straßengüter von großer Bedeutung. Da sich der Straßenzustand im Laufe der Zeit durch starke Nutzung besonders des automobilen Verkehrs verschlechtert, sind automatisierte Mittel für die regelmäßige Wartung des Verkehrs, wie z. B. die Erkennung von Rissen und Schäden in der Fahrbahn, von entscheidender Bedeutung [10,11]. Ein großer Vorteil der Erstellung eines aktuellen und genau georeferenzierten Straßeninventars ist daher die automatische und effiziente Erkennung von Veränderungen, anstelle der traditionell mühsamen manuellen Inspektionen durch die Stadtverwaltung [12].

Der Prozess der Straßenzustandsüberwachung besteht in der Regel aus vier Schritten [13]:

- 1) Datenerfassung
- 2) Fehlererkennung, die mit Hilfe von Deep-Learning-Ansätzen automatisch durchgeführt werden kann
- 3) Fehlerbewertung und
- 4) Berechnung des Straßenzustandsindex zur Klassifizierung von Straßenabschnitten nach Art und Schwere des Fehlers.

Daher können MMS-Daten auch zur Verbesserung der Straßensicherheit beitragen, beispielsweise durch die Erkennung von Schlaglöchern [14,15], die Bewertung der Position von Geschwindigkeitsschildern vor Kurven [16] oder die Bewertung der Sichtbarkeit auf Autobahnen [17].

### **3.4.3. Notfall- und Katastrophenhilfe**

Geodaten, die von MMS bereitgestellt werden, sind entscheidend für die Verbesserung von Notfall-, Katastrophenschutz- und Wiederaufbauprojekten nach Katastrophen. MMS bieten kosten- und zeiteffiziente Lösungen für die Erfassung und Erstellung von 3D-Rekonstruktionsmodellen mit detaillierten Informationen zu Semantik und Geometrie, um durch einen Notfall oder eine Katastrophe zu navigieren. MMS können Informationen auf Gebäudeebene (z. B. Böden, Wände und Türen) mit zentimetergenauer Auflösung/Genauigkeit liefern. In vielen Fällen sind die Gebäudepläne nach dem Bau nicht mehr auf dem neuesten Stand, was die Rettungsbemühungen im Falle eines Brandes erschweren kann [18,19]. Andererseits kann das MMS eine effiziente Alternative sein, um ein genaues und aktuelles 3D-Modell einer Anlage oder eines Gebäudes zu minimalen Kosten zu

erstellen und so die Notfallmaßnahmen zu erleichtern. Ein weiteres Beispiel ist die Erfassung von 3D-Daten von Objekten am Straßenrand und deren Einspeisung in GIS-Systeme, die als Analysewerkzeuge im Vorfeld von Ereignissen dienen können, um potenzielle Auswirkungen von Naturkatastrophen durch Simulationen (z. B. Überschwemmungssimulationen, Erdbeben usw.) zu ermitteln und so die rechtzeitige Ausarbeitung von Präventionsplänen zu ermöglichen. Die künftige Entwicklung eines MMS umfasst eine effizientere Datenerfassung, die so einfach sein kann wie das Fotografieren der Umgebung mit einem Mobiltelefon: Trotz der geringeren Genauigkeit [20] kann es im Falle einer Katastrophe oder eines Notfalls wichtige georeferenzierte Informationen liefern, um Informationen für das Situationsbewusstsein und Abhilfemaßnahmen bereitzustellen.

#### **3.4.4. Vegetationskartierung und -erfassung**

MMS kann durch die Erfassung hochauflösender und detaillierter Vegetationsparzellen zur Erstellung aktueller digitaler Baumkataster für die städtische Grünplanung und -verwaltung eingesetzt werden, was die traditionell mühsamen visuellen Inspektionen erheblich beschleunigt hat [21]. Darüber hinaus ist die Überwachung der Vegetation wichtig, um den Rückgang der biologischen Vielfalt zu begrenzen und gefährdete Bäume zu identifizieren [22,23]. Die gesammelten 3D-Daten können in weiterer Folge zur Modellierung von 3D-Bäumen für Visualisierungszwecke in 3D-Stadtmodellen verwendet werden. Typischerweise besteht der Arbeitsablauf aus drei Hauptschritten [24]:

- 1) Baumdetektion durch Segmentierung der generierten Punktwolken
- 2) Vereinfachung der detektierten Struktur der Punktwolken
- 3) Ableitung der Geometrieparameter wie Kronenhöhe, Kronenbreite und Durchmesser [24,25].

Die gesammelten Punktwolken werden beispielsweise zur Erkennung von Bäumen und niedriger Vegetation am Straßenrand verwendet [26,5], um die Verdeckung von Gebäudefassaden zu berücksichtigen und Informationen für die Stadtmodellierung bereitzustellen. Darüber hinaus können die von MMS erfassten Daten auch zur Berechnung der städtischen Biomasse für die Wärmeinselnkontrolle verwendet werden. Wärmeinselseffekte können genutzt werden, um den Einfluss des Ökosystems auf den Klimawandel zu analysieren [27].

#### **3.4.5. Digitales Erbe**

Immer mehr Menschen erkennen die Bedeutung des digitalen Erbes und der digitalen Dokumentation archäologischer Stätten für die Erhaltung des kulturellen Erbes [8,28,29]. Viele dieser Stätten sind von Verfall und Einsturz bedroht, was durch extreme Witterungsbedingungen und Naturkatastrophen beschleunigt werden kann, wie z. B. der Einsturz vieler Kulturstätten in Nepal oder im Iran aufgrund von Erdbeben [30]. Daher ist es wichtig, diese Stätten proaktiv zu dokumentieren, solange sie noch intakt sind [31-33]. Darüber hinaus kann eine gut dokumentierte Kulturerbestätte andere Formen des Tourismus, wie z. B. Besichtigungstouren, ermöglichen, um den Druck beim Besuch der Stätte zu verringern und die menschlichen Faktoren zu reduzieren, die den Verfall dieser Stätten beeinflussen.

Als Mittel zur Erfassung hochpräziser 3D-Daten wurde MMS als eine der wichtigsten Quellen für die Erstellung von 3D-Modellen komplexer und großer historischer und archäologischer Stätten eingesetzt. Die Datenerfassung von Kulturerbestätten erfordert oft mehrere Scans von Innen- und Außenbereichen aus verschiedenen Winkeln, um verdeckungsfreie und realistische 3D-Modelle zu

erstellen. Zum Beispiel kann ein fahrzeugmontiertes System verwendet werden, um die Stätten zu umfahren und Außeninformationen zu sammeln und tragbare/getragene Geräte können verwendet werden, um die Innenräume dieser Stätten zu scannen [33].

### 3.5. Mobile Mapping in Wien

Wien vermisst im Rahmen des Projekts „Wien gibt Raum“ seinen gesamten öffentlichen Raum.<sup>7</sup> Die gesammelten Daten beschleunigen Bewilligungsverfahren für Schanigärten, „Grätzloasen“, Straßenfeste und andere Vorhaben. Bürger:innen sowie Unternehmen können öffentliche Räume dadurch einfacher und schneller nutzen. Eine erste von der Stadt Wien am Markt beauftragte „Mobile-Mapping-Kampagne“ generierte in Wiens Straßen und Gassen 2017 rund 30 Millionen Bilder, die im Bilddienst „Kappazunder“ für eine Vielzahl an Personen und Applikationen genutzt werden können. Im Jahr 2020 wurden erneut umfassende Daten aufgenommen. Diese Daten sind eine wichtige Grundlage für die Schaffung eines digitalen räumlichen Referenzrahmens (digitaler Projektraum) des öffentlichen Raums, sowie eine Erfassung vieler Merkmale der Stadt, wobei speziell durch die Stadt Wien verwaltete Objekte im Fokus stehen.

Wien gibt Raum mit seinen Kappazunder Geo-Daten ist damit eine wichtige Grundlage auf dem Weg zu einem digitalen Zwilling – einem vollständigen digitalen Abbild der Stadt Wien. Zwei umfassende Mobile Mapping Befahrungen haben unter der fachlichen Leitung der Stadtvermessung<sup>8</sup> bereits stattgefunden, wobei in der 2020er Befahrung qualitativ und quantitativ hochwertige Geodaten entstanden sind. In Summe werden rund 200 Terabyte hochauflösende Bilddaten und 3D Laserscan Punktwolken generiert. Zuletzt konnten in der 2020er Befahrung Sensorseitig massive Qualitätsverbesserungen erreicht werden, sodass Wien hier europaweit führend ist: Mehrere Millionen Panoramabilder mit 250 Megapixel Auflösung sowie eine dichte 3D Punktwolke werden zum einen für ein interaktives Viewer System aufbereitet, und werden zum anderen in einem für OGD geeignetem Format vorbereitet. Die Daten haben eine Lagequalität von rund 10 cm und wurden vollständig anonymisiert.

Die Stadtvermessung nutzt die Daten des Kappazunder zur Anreicherung ihrer 3D Modelle, zur Kontrolle von bestehenden Geodaten, für digitale Lokalausweise und einfache Messungen, und konnte für diverse Fachdaten wie zum Beispiel Werbeträger oder Verkehrszeichen neue oder qualitätsverbesserte Geodaten generieren. Auf Basis der 2017er Daten wurden abteilungsübergreifend erste Versuche im Bereich KI durchgeführt, wobei ein großes Potential der Daten für die Anwendung von geoKI-Modellen festgestellt wurde. Die Stadtvermessung hat fundiertes Wissen im Geo-Bereich und entwickelt sich aktuell in Richtung neuer Technologien wie KI und einem digitalen geoZwilling<sup>9</sup>. Eine enge Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen – speziell in der 2020er Befahrung gemeinsam mit der TU Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Photogrammetrie – hat ein weltweit neuartiges Prüfverfahren nach sich gezogen.

---

<sup>7</sup> Vgl. <https://digitales.wien.gv.at/projekt/wiengibtraum/> (abgerufen am 19.07.2022 um 13:10)

<sup>8</sup> Vgl. <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/index.html> (abgerufen am 19.07.2022 um 13:05)

<sup>9</sup> Vgl. [Digitaler geoZwilling ContentWorkshop](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:15)

### 3.6. Zwischenfazit

Generell wird also eine hohe potenzielle Nutzenwirkung durch Digitalisierung<sup>10</sup> für den Klimaschutz bzw. signifikante Einsparungspotenziale von bis zu 15 Prozent der weltweiten THG-Emissionen angenommen.<sup>11</sup> Die Schlüsselfrage – wie diese Reduktion jedoch faktisch erreicht werden kann – wurde konkret noch nicht beantwortet und berührt zahlreiche zwar vielversprechende, in der Praxis aber wahrscheinlich sehr heterogene Anwendungsfälle für ein ganzes Bündel von Leittechnologien, darunter das Internet der Dinge (IoT) und die Künstliche Intelligenz (KI). Als sicher gilt nur, dass Klimaneutralität ausschließlich über ein tiefgehendes Verständnis des (ökologischen) Werts urbaner Daten bzw. deren KI-gestützter Auswertung gelingen kann.

Doch noch verfügt keine der führenden Smart Cities dieser Welt über einen belastbaren Katalog von urbanen KI-Anwendungen mit nettogrüner Bilanz<sup>12</sup> bzw. einem im Vergleich mit herkömmlichen Lösungen deutlich besseren CO<sub>2</sub>-Netto-Fußabdruck.<sup>13</sup> Dies verwundert nicht, handelt es sich doch oftmals auch um sehr kontext-sensible Anwendungsfälle bei denen zahlreiche Wechselwirkungen zu beachten sind.

Ausgangspunkt für diese Sondierung war daher die Grundfrage, ob und wie durch eine methodische Kombination der Technologien IoT und KI klimarelevante Anwendungsfälle besser umgesetzt werden können, bzw. ob und wie deren Umsetzung überhaupt erst möglich wird, wenn man diese Technologien effektiv und effizient kombiniert zur Anwendung bringt.

Die Projektpartner:innen erzielten Konsens, dass für klimaneutrale Städte die Schaffung von „digitalen Projekträumen“ mit MMS eine wichtige Säule sein kann, was im Rahmen eines zukünftigen multidisziplinär ausgerichteten Reallabors auf Anwendungsebene nach wissenschaftlichen Kriterien zu verifizieren bleibt.

---

<sup>10</sup> Vgl. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Nachhaltige\\_Entwicklung/eckpunktepapier\\_digitalisierung\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nachhaltige_Entwicklung/eckpunktepapier_digitalisierung_bf.pdf) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:15)

<sup>11</sup> Vgl. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/why-digitalization-is-the-key-to-exponential-climate-action/> (abgerufen am 26.07.2022 um 13:15)

<sup>12</sup> Vgl. [https://www.techrxiv.org/articles/preprint/The\\_Carbon\\_Footprint\\_of\\_Machine\\_Learning\\_Training\\_Will\\_Plateau\\_Then\\_Shrink/19139645](https://www.techrxiv.org/articles/preprint/The_Carbon_Footprint_of_Machine_Learning_Training_Will_Plateau_Then_Shrink/19139645) (abgerufen am 26.07.2022 um 13:30)

<sup>13</sup> Vorbehaltlich der hohen Bandbreite von Anwendungsfälle verursacht auch die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz abhängig von Umfang und Komplexität des Projekts beträchtliche Treibhausgasemissionen, vgl. <https://www.nature.com/articles/s42256-020-0219-9> (abgerufen am 26.07.2022 um 13:30)

# 4 Projektinhalte

Methodisch durchlief die Sondierung für ein Reallabor fünf methodische Schritte (M1-5) in drei Projektphasen.

Tabelle 1: Sondierungsphasen

Eingangsphase I	Vertiefungsphase II	Reflexionsphase III
01.09.2021 - 01.12.2021	01.12.2022 - 01.03.2022	01.03.2022 - 31.05.2022
M1-2	M2-4	M4-5

Es wurden 18 inhaltliche Kernteam-Meetings zwecks Evaluierung der Rahmenbedingungen sowie für erste betriebliche Konzepte geplant und vorbereitet, wovon 16 Termine faktisch stattfinden konnten. Des Weiteren erfolgte eine Reflexion des Status Quo, ein Fachworkshop sowie bilaterale Projektupdates mit einem, um assoziative und strategische Partner:innen erweiterten Kernteam (vgl. Expert:innen aus dem Bereich Digitalisierung und IKT-Steuerung, Umweltschutz, Bauten und Technik, Straßenbau, Energieforschung sowie Klima-Governance). Außerdem wurde im Dezember 2021 ein interner Ideendialog in der Stadt Wien, MA01, Digitales Wien durchgeführt, an dem rund 1.200 Mitarbeiter:innen die Möglichkeit hatten, sich zu beteiligen (siehe 4.2). Außerdem fanden neben umfassenden Desktop-Recherchen mehrere Benchmarking-Interviews und Informationstreffen mit Repräsentant:innen vergleichbarer Open-Innovation- Ansätze im In- und Ausland statt, die mit weiterführenden Recherchen angereichert wurden. Was die strategischen Rahmenbedingungen für die Konzeption eines Reallabors am Standort Wien betrifft, erfolgten mehrere stadtinterne Abstimmungen mit Entscheider:innen und Budgetverantwortlichen sowie vom Fördergeber moderierte Informationstreffen mit Repräsentant:innen der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und Vertreter:innen anderer Sondierungen statt.

Inhaltlich wurden zunächst

- 1) anhand von Good-Practices und bestehenden Innovationsvehikeln Schlüsselfragen für die Konzeption und den Betrieb eines Reallabors identifiziert, die in weiterer Folge vertieft bearbeitet wurden. In einem nächsten Schritt lag der Fokus auf
- 2) der Ideenfindung bzw. der Art und Weise wie rohe Ideen und mögliche Anwendungsfälle den Weg in ein Reallabor finden. Im Kern ging es darum, welche Nutzer:innen von einem Reallabor in welcher Form profitieren können. Um realistische Anhaltspunkte aus einem möglichen „Zielmarkt“ zu generieren, wurde dafür eigens ein interner Ideenwettbewerb in der Stadt Wien durchgeführt. Es folgte
- 3) die Analyse der potenziellen Wertschöpfung eines zukünftigen Reallabors bevor im Rahmen des interdisziplinären Kernteams
- 4) erste konzeptionelle Ansätze für den Betrieb bzw. methodische Vorgehensmodelle im Rahmen einer digitalen KI-Pipeline entwickelt wurden, die dann
- 5) in einem Fachworkshop mit den assoziierten Partner:innen reflektiert, vertieft und zum aktuellen Projektvorhaben (vgl. Ergebnisse) verdichtet wurden.

## 4.1. Identifikation der Schlüsselfragen

Desktop Recherchen und von weiterführenden Benchmarking-Interviews mit verantwortlichen Expert:innen vergleichbarer Innovationsvehikel und Good-Practices im In- und Ausland dienen zur Identifikation von Schlüsselfragestellungen, Potenzialen und Herausforderungen in der Arbeit von Reallaboren. An der Schnittstelle zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor dienen diese Reallabore oftmals dazu, Frühphasen zu überbrücken und Anwendungsfälle insoweit zu maturieren, dass diese Anwendungsfälle in weiterer Folge, finanziert aus (öffentlichen) Budgets, in den Regelbetrieb übergehen bzw. einen Markt eingeführt werden. Dazu wurden die Implikationen der jeweils gewählten Rechtsformen bedacht:

- Citylab Berlin<sup>14</sup> (öffentliche Stiftung nach deutschem Recht mit Fokus auf die Dienststellen der Stadt Berlin)
- Digital findet Stadt<sup>15</sup> (wirtschaftliches Reallabor mit Fokus auf KMUs in der Bau- und Immobilienwirtschaft Österreichs)
- Mobility Policy Lab (nicht-wirtschaftliches Reallabor mit Fokus auf österreichische Kommunen im Konzeptstadium)
- TU Innovationswerkstatt<sup>16</sup> (Future Lab Research Centre, Institut für Architektur und Raumplanung)

Die Recherchen berührten außerdem weitere Plattformen und Prozesse. Darunter die Public Code Foundation Amsterdam<sup>17</sup> sowie weitere innovative österreichische Einrichtungen wie ITS Vienna Region<sup>18</sup> das aspern.mobil LAB<sup>19</sup>, Grün statt Grau<sup>20</sup> etc. Das Joint Venture Aspern Smart City Research<sup>21</sup> unterstützte die Sondierung von Beginn an als ein assoziierter Partner. Die Notwendigkeit terminologischer Schärfungen wurde alsbald virulent, insbesondere um zentrale Begrifflichkeiten wie „Klimaneutralität“, „Klimawirkung“ oder der „Künstlichen Intelligenz“ per se. Zum Zwecke der Präzisierung erfolgten weitere Recherchen zu Umweltmanagement-Methoden (Carbon Footprint, Ökobilanzierung etc.) und den dafür relevanten Normen und Standards, die punktuell von Marktakteur:innen<sup>22</sup> punktuell freiwillig und unentgeltlich unterstützt wurden. Darüber hinaus erfolgten Informationstreffen mit Anbieter:innen von Software-Tools.

## 4.2. Ideenfindung und Innovation-Sourcing

Neben dem Abgleich historischer Erfahrungswerte aus anderen städtischen Innovationsprozessen, wie etwa dem PACE-Team oder dem Innovationsmanagement der Stadt Wien, diente ein *stadtinterner Ideenwettbewerb* dazu, die Rohstoffe (Ideen, Anwendungsfälle etc.) eines Reallabors und die potenzielle Nachfragesituation näher zu beleuchten. Der Ideenwettbewerb fand innerhalb von Wien Digital (MA01) statt und adressierte im Dezember 2021 rund 1.200 Mitarbeiter:innen.

---

<sup>14</sup> Vgl. <https://citylab-berlin.org/de/start/> (abgerufen am 19.07.2022 um 13:10)

<sup>15</sup> Vgl. [Digital Findet Stadt - Die Plattform für digitale Innovationen der Bau- und Immobilienwirtschaft](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:15)

<sup>16</sup> Vgl. [Innovationswerkstatt - TU Future Lab](#) abgerufen am (21.07.2022 um 16:30)

<sup>17</sup> Vgl. [Foundation for Public Code](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:15)

<sup>18</sup> Vgl. [ITS Vienna Region - ITS Kompetenz in Wien, Niederösterreich und Burgenland](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:15)

<sup>19</sup> Vgl. [aspern.mobil LAB - aspern.mobil LAB aspern.mobil LAB](#) (19.07.2022)

<sup>20</sup> Vgl. [Plattform für Bauwerksbegrünung und grüne Bauweisen \(gruenstattgrau.at\)](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:21)

<sup>21</sup> Vgl. [Aspern Smart City Research \(ascr.at\)](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:22)

<sup>22</sup> Vgl. [Carbon Footprint & Ökobilanzierung - Denkstatt](#) (abgerufen am 26.07.2022 um 10:00)

### 4.2.1. Rahmenbedingungen

Der Ideenwettbewerb bei Wien Digital wurde auf der Onlinepartizipationsplattform INNOVIS der Dienststelle durchgeführt. Der Wettbewerb startete am 1.12.2021 mit der Präsentation eines Filmteasers bei der Veranstaltung „Wien Digital Live“ durch simultanes Versenden einer Einladungsmail inklusive Mitmach-Link an alle Mitarbeiter:innen und lief bis 22.12.2021, 9 Uhr.

### 4.2.2. Modus Operandi

Alle Mitarbeiter:innen von Wien Digital konnten am Wettbewerb teilnehmen. Der Modus war drauf ausgerichtet eine möglichst hohe Beteiligung zu erreichen, unterstützend wirkte die aktive Kommunikation des MA 01-Managements und der Einsatz von Gamifizierungs-Methoden. Dadurch ergab sich im Verlauf des Wettbewerbs ein Punkteranking. Die besten Einreichungen wurden prämiert. Der Wettbewerb wurde von Günter Siebenhaar (PACE, Digitales Wien, MA01) moderiert, der selbst nicht teilnahmeberechtigt war.

### 4.2.3. Titel und Fragestellung

Der Ideenwettbewerb trug den Titel „Wie können wir mit IoT und KI das Klima retten? Wien Digital sammelt klimarelevante Use-Cases. Sei dabei!“. Die Teilnehmenden wurden dabei mit folgender expliziter Fragestellung konfrontiert:

***Sensortechnologie und die vernetzte Auswertung von Sensordaten kann – richtig eingesetzt – einen besonders wertvollen Beitrag für klimarelevante Maßnahmen setzen!***

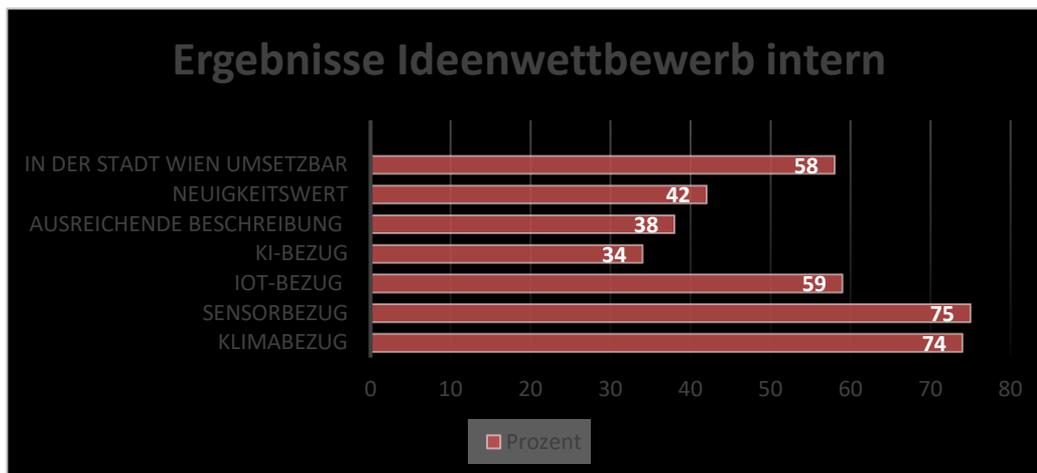
*Wir suchen Ideen für Use-Cases, die eine positive Auswirkung auf unser Klima haben und die in unserer Stadt evaluiert und tatsächlich zum Einsatz gebracht werden können. Unser besonderes Interesse gilt den Ideen oder Use-Cases, die auch innerhalb der Stadt Wien umsetzbar wären. Als technologische Basis wollen wir uns auf die Verwendung von Sensoren und die durch KI unterstützte Auswertung derer Daten konzentrieren. Querdenken ist nicht nur erlaubt, sondern absolut gewünscht! Themen wie Ressourcenschonung, Umweltverschmutzung, Optimierung von Mobilität, aber auch völlig neue Aspekte werden beleuchtet. Lasst uns gemeinsam über den Tellerrand blicken! Bitte denke bei deiner Ideenfindung nicht nur in deiner Rolle als Wien Digital-Mitarbeiter\*in und in deiner Fachdomäne! Versetze dich gerne auch in deine Rolle als Bürger\*in! Was brauchst du als Bürger\*in? Was ist dringend notwendig?*

- *Hast du Ideen zum Einsatz von Sensoren im öffentlichen Raum, um klimafreundlicher zu handeln? In Parks, auf der Straße, in Amtshäusern, öffentlichen Verkehrsmitteln, Veranstaltungsorten...*
- *Hast du Ideen für Apps, die uns allen helfen, Mobilität umweltfreundlicher zu gestalten? Welche Sensoren könnten dabei Unterstützung (Daten) liefern?*
- *Hast du Ideen, wo wir in der Stadt durch genaue Messungen den Ressourceneinsatz besser dosieren können, um die Umwelt weniger zu belasten? Wo können wir Daten für Prognosen aggregieren, deren Nutzung uns den Ressourceneinsatz besser planen lassen?*

#### 4.2.4. Beteiligung und Ergebnis

Am Wettbewerb nahmen insgesamt 92 Personen teil, 50 davon aktiv durch Einbringen von Ideen oder Kommentaren, 42 passiv durch alleiniges bewerten. Dies entspricht einer durchschnittlichen Beteiligung bei Onlinepartizipationswettbewerben und ist ein guter Wert in Anbetracht einer technik-lastigen Fragestellung. Insgesamt wurden 116 Ideen und 716 Kommentare gesammelt. Von einer Jury des PACE Teams wurden die Ideen in einem einwöchigen Prozess gesichtet und einer Bewertung zugeführt. Dabei wurden 9 Qualifikationskriterien auf 116 Ideen angewandt. Das macht über 1.000 Entscheidungen, die im Auswertungsprozess von einer Fachjury zu treffen waren:

Abbildung 1: Ergebnisse – Ideendialog Wien Digital



- 74% der Ideen hatten einen Bezug zur Klimathematik
- 75% der Ideen hatten einen Bezug zu Sensorik oder Messen
- 59% der Ideen hatten Bezug zu IoT
- 34% der Ideen hatten eine KI in der Lösung angedacht
- 38% der Ideen waren von der Qualität der Beschreibung ausreichend
- 42% der Ideen wiesen einen Innovationsanteil auf
- 58% der Ideen wären in der Stadt Wien umsetzbar

Eine nähere Beschreibung der besten Ideen (vgl. automatische Bewässerung, intelligente Ampelschaltung, Origami-Solaregel etc.) findet sich im Anhang.

#### 4.2.5. Lessons learned

- Die Beschreibungsqualität der Ideen war oftmals ungenügend. Es braucht hier klare und verbindliche Strukturvorgaben (Referenzen einfordern etc.)
- Umfragen sollten weniger auf Beteiligung ausgerichtet sein, sondern auf "die beste Idee"
- Wenn möglich, gilt es, objektive Kriterien festlegen, an Hand derer eine Vorfilterung möglich ist, noch bevor das Beurteilungsgremium besonders qualifizierte Ideen im Detail prüft.

Die Technologien IoT und KI wurden von den Teilnehmer:innen in ihren Ideen „falsch eingesetzt“. Hintergrund ist die Bandbreite der Methoden, die sich hinter diesen Schlagwörtern verbirgt, sowie auch Unkenntnis über ihre Funktionalität. Für zukünftige Wettbewerbe muss sichergestellt werden, dass das notwendige Grundwissen vorab nähergebracht wird. Das fehlende Verständnis unter potenziellen Nutzer:innen-Gruppen zu den technologischen Wirkmächtigkeit von Machine-Learning-

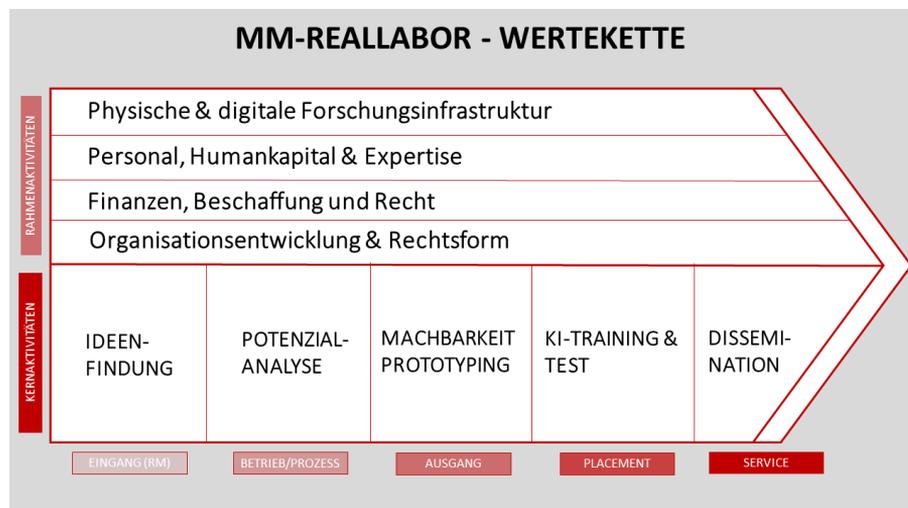
Methoden hat signifikante Auswirkungen auf die Generierung und -sicherung von vielversprechenden Ansätzen und Ideen zur Bearbeitung in einem Reallabor!

### 4.3. Wertschöpfung im Reallabor

Um Analysen, Brainstormings, kreative Ideen, Diskussionen und Reflexionen der Sondierung eines komplexen Innovationsinstruments zu strukturieren, erfolgten diese angelehnt an das analytische Konzept der *Value Chain* von Michael Porter<sup>23</sup>. Ziel war es, sämtliche Überlegungen von Relevanz a) zu den *betrieblichen Rahmenbedingungen* einerseits sowie b) zu den *wertschaffenden Kernprozessen* eines künftigen nicht-wirtschaftlichen (gemeinwohlorientierten) Reallabors andererseits bzw. damit zusammenhängende Bedarfsschätzungen und Potenzialanalysen - vorbehaltlich aller Wechselwirkungen in der Praxis - analytisch trennscharf zu verorten.

Als Voraussetzung für die Ausarbeitung eines wirtschaftlichen Betriebskonzepts bzw. eines Forschungsrahmens, der der Einreichung im Herbst 2022 zu Grunde gelegt werden soll, nahm die Sondierung auf dieser analytischen Basis drei vorrangige Perspektiven ein, um technische, ökologische und wissenschaftliche Überlegungen zu kombinieren. Die Wertekette sollte außerdem dazu beitragen, das Reallabor im Wiener Ökosystem mit Blick auf bereits bestehende (stadtnahe) Innovationsvehikel und -formate zu positionieren (vgl. PACE/MA01, Diglab Wiener Stadtwerke, upstream mobility, Aspern Smart City Research, ITS Vienna Region, Digital Findet Stadt etc.). Im gegenständlichen Fall würde sich die Wertschöpfung vornehmlich auf Leistungen und Lieferobjekte erstrecken, die nicht profit-orientiert als Open-Source in Österreich Verbreitung finden sollen.

Abbildung 2: Wertschöpfung im Reallabor (frei nach Michael Porters Value Chain)



<sup>23</sup> Vgl. [The Value Chain - Institute For Strategy And Competitiveness - Harvard Business School](#) (abgerufen am 19.07.2022 um 13:20)

## 4.4. Konzeption und kritische Reflexion

Ein *interdisziplinäres Kernteam*, bestehend aus Expert:innen der Stadt Wien, MA01 Wien Digital, des Austrian Institutes of Technology sowie der UIV Urban Innovation Vienna entwickelte mehrere Ansätze eines Betriebs- bzw. Vorgehensmodells und analysierten auf qualitativem Wege die jeweiligen Stärken und Schwächen. Die Ansätze unterschieden sich insbesondere ob ihrer Verortung in verschiedenen Stadien des Innovationsprozesses sowie der damit verbundenen Leistungen und Lieferobjekte. Zunächst waren auch keine Einschränkungen im Hinblick auf spezifische Datenbestände, Methoden oder Technologien angedacht.

Ein erstes Konzept sah ein Reallabor für die Entwicklung von Anwendungsfällen im Rahmen eines Stage-Gate-Modells vor, welches neben Plausibilitätsprüfungen und Potenzialanalysen bei vielversprechenden Anwendungen auch Proof-of-Concepts (PoCs) und bei Bedarf die Entwicklung von Prototypen, nicht aber die Implementierung von vollwertigen KI-Modellen im städtischen Regelbetrieb, vorsah. Eine zweite Variante fokussierte auf die Entwicklung eines dynamischen Evaluierungsframeworks als Grundlage für eine effektiveren Bearbeitung von klimarelevanten KI-Use-Cases in Österreichs Kommunen.

Schließlich setzte sich aber der Ansatz eines Reallabors durch, der im Sinne seiner zielführenden Positionierung im regionalen Innovationsökosystem und zwecks einer realistischen Kapazitätsplanung seinen Fokus auf *Mobile Mapping Systeme* und deren Mehrwert über die gesamte digitale Wertekette (Pipeline) hinweg legt. Ob der Bandbreite und Heterogenität von Anwendungsfällen aus zahlreichen Innovationsfeldern wurde in der Sondierung auf die Evaluierung einzelner Testdatensets von Dritten, insbesondere von Anbieter:innen aus der Industrie, verzichtet.

## 4.5. Iteration mit Fachleuten aus dem Regelbetrieb

Die in den einzelnen Sondierungsphasen erarbeiteten Konzepte für ein Reallabor und die jeweiligen Eigenschaften wurden in mit inhaltlich relevanten Anspruchsgruppen sowie mit strategischen Entscheider:innen erweiterten Kernteams reflektiert – darunter Expert:innen aus den Bereichen Stadtvermessung, Geoinformation, Wege und Straßenbau, Städtebau, Energieforschung sowie Umwelt- und Klimaschutz. Es ist demnach von einem Expert:innen-Bias auszugehen. Die Kano-Befragung diente jedoch vorrangig der Strukturierung der Workshop-Diskussionen und erhebt keinen wissenschaftlichen Anspruch. Von den gemäß der Kano-Methodik<sup>24</sup> befragten Teilnehmer:innen wurden die Eigenschaften eines Reallabors wie folgt vorab bewertet:

---

<sup>24</sup> Vgl. [Kano-Modell – Wikipedia](#) (abgerufen am 26.07.2022 um 13:00)

Tabelle 2: Ergebnisse - Kano-Befragung der Expert:innen

Kategorie	Merkmal	Anmerkung
<b>WOW (Alleinstellungsmerkmal)</b>	*Open Source Produkte für den Regelbetrieb, Akquise Fördermittel, **wissenschaftliche Begleitung, ***digitale Infrastruktur	* Für zeitgemäßes Lab wichtig ** Know-how in der Stadt nicht immer vorhanden, im Kernteam jedoch als Basismerkmal angesehen *** KI-Library, BigData-Leihsysteme, Spezialsoftware
<b>LEISTUNG (je mehr, desto gut)</b>	*Entwicklungsumgebung, **Partizipation, ***Eigenmittel für Beforschung, nachhaltige Kosten- und Investitionsrechnung	* im Kernteam Basismerkmal, für MA41 sehr wichtig ** Partizipation und Ko-Kreation deutlich relevanter als Open Innovation mit anderen Organisationen ***Finanzierung, weil oftmals kein Budget vorhanden (oder mittelfristige Budgetplanung vs. kurzfristige Bedarfe)
<b>BASIS (Voraussetzung)</b>	*KI-Skills, IoT-Skills, **Carbon Footprinting, Beratung, ***POCs, Prototyping, Konzeptionsworkshops	* außerhalb digitaler Domain z. T. als Leistungsmerkmal angesehen ** unbedingt notwendig außerhalb digitaler Domain *** POCs, Prototyping werden allg. vorausgesetzt, Use-Case-Veredelung von der rohen Idee weg ist für alle zentral, Reduktion von Unwägbarkeiten/Spezifikation
<b>IRRELEVANT</b>	*Vernetzung/Kontakte, **Simulationen, ***Open Innovation/offene Kollaboration, Büro	* nur für Expert:innen aus digitaler Domain mit nicht-digitaler Domain ** nicht im Reallabor darstellbar, eigene Expertise vonnöten *** irrelevant oder ein Basismerkmal
<b>ZURÜCKWEISUNG</b>	-	-

Ein moderierter *Fachworkshop* am 17. März 2022 diente i. d. F. dazu, Bedarfe und Einschätzungen aus der Praxis im Regelbetrieb und der Stadtverwaltung zu schärfen und zu verdichten (vgl. Fotodokumentation im Anhang). Folgende Schlussfolgerungen wurden konsolidiert:

#### 4.5.1. Organisation, Betrieb und Governance

- **Etablierung des Reallabor als „Marke“**

Konzept und Leistungen des Reallabors sind für die Stakeholder in unterschiedlichem Maße relevant, das Wertebereichen teilweise noch nicht ausreichend klar formuliert. Betreffend der Ausrichtung treffen viele Erwartungen verschiedener potenzieller Nutzer:innen aufeinander, die zu vereinbaren sind (z. B. praxisorientierte Forschung vs. Out-of-the-Box-Fokus auf radikale, disruptive Innovationen). Es besteht jedoch Konsens, dass der Grundsatz *Human Assistance* (und nicht Human Replacement) einer geoKI-Forschung als ethisches Leitprinzip zugrunde liegen muss.

Ein Reallabor als neue Einheit hat überdies noch keine Reputation, muss aber von Beginn an als vertrauens- und glaubwürdig gelten, um effektiv arbeiten zu können. Angesichts seiner zeitlichen Befristung und einer faktischen Aufbauphase von 1-2 Jahren braucht es auf der Anbieterseite von Beginn an – politisch und im Verwaltungsmanagement – eine Positionierung, dass das Reallabor und seine Innovationsarbeit hohe Priorität haben. Auf der Nachfrageseite wird der Aufbau eines *Nutzer:innen-Netzwerks* als notwendig erachtet, um das Reallabor und seine Leistungen zielführend zu „vermarkten“.

- **Finanzierung und Förderwesen**

Direkt oder indirekt über weitere Förderschienen sollte das Reallabor aus Sicht der öffentlichen Dienststellen a) als *Finanzierungsinstrument* dienen, da die zusätzlichen Mittel für die Veredelung von Use-Cases im kommunalen Bereich oft nicht vorhanden sind. Das Reallabor muss außerdem auch b) *Enabler* sein, der andere Hürden beseitigt (vgl. Risikoeinschätzung, Verringerung von Unwägbarkeiten). Ob ein Reallabor auch c) im *Förderwesen* mit Informationsservices unterstützt, wird ambivalent gesehen. Zumindest sollte wohl Planungssicherheit mit Blick auf Ko-Förderungen hergestellt werden können. Gemäß FFG geht es bei einem Reallabor in erster Linie um die Infrastruktur und die Expertise als Rahmen für offene Forschungsarbeit, nicht um Förderberatung und Support-Services.

- **Partnerschaften und Forschungskollaborationen**

Es wurden beinahe gleich viele internationale wie österreichische, öffentliche und private Akteur:innen genannt, die für Forschungspartnerschaften in einem Reallabor in Frage kämen (vgl. Land OÖ, NÖ, Burgenland, Stadt Berlin, Stadt München, Stadt Freiburg, TU Wien, Universität für Bodenkultur Wien, AIT, Fraunhofer, Eurocities, ZAMG sowie Unternehmen wie mobilEye, Cloudflight, VRVis, Riegel, Greenpass sowie Einzelpersonen aus der Wissenschaft). Grundsätzlich ist die Teilnahme internationaler Organisationen nicht ausgeschlossen, aber nicht die primäre Intention des Fördergebers.

- **IP-Management**

Ziel ist hier, mit Infrastruktur, Datenbeständen und anderen Lieferobjekten eines Reallabors so offen wie möglich umzugehen, da dies auch im Sinne des Fördergebers ist. Es wird jedoch nicht möglich sein, sämtliche Betriebsdaten von Städten als OGD über ein Reallabor zugänglich zu machen. Dennoch soll ein Reallabor möglichst offen zugänglich und nutzbar sein und im Idealfall Open-Source-Lieferobjekte nach sich ziehen. Vom Prinzip OGD-by-default wird aber abgeraten.

- **Evaluierung Klimaneutralität/positive Klimawirkung im Betrieb**

Beiträge zum Klimaschutz bzw. zur Klimawandelanpassung sind divers. Direkte, messbare Wirkungen stünden oftmals indirekten Nutzen ökonomischen (Effizienz und Freispielen von Ressourcen für den

Klimaschutz etc.) oder sozialen Charakters (Erhöhung der Aufenthaltsqualität etc.) gegenüber. Für manche Use-Cases sind auch bestehende Technologien (vgl. Smartphones) ausreichend, was eigene/zusätzliche Sensorik im öffentlichen Raum verzichtbar oder sogar unökologisch macht. Wichtig ist jedenfalls, die ökologischen Opportunitätskosten im Einzelfall ganzheitlich zu prüfen. Jedes KI-Modell hat per se einen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, der mit jenem von bestehenden oder konventionelleren Lösungen und dem jeweils anvisierten/erreichbaren Verbesserungspotenzial abzugleichen sei.

Der Fokus liegt auf KI-Analyse von IoT-Daten und deren Nutzen/ Anwendbarkeit für positive Klimabeiträge in der realen Stadt. Dabei wird es eine Aufgabe eines künftigen Reallabors sein, die Klimawirkung mittels Input-Output-Analyse im Anwendungsfall nachvollziehbar und wissenschaftlich belastbar einzuschätzen (inkl. Nebeneffekte).

#### **4.5.2. Anwendungsfälle und inhaltliche Ausrichtung**

- **Reallabor und Digitaler Zwilling**

Ein Innovationsprozess ist im Regelfall dem Regelbetrieb in einer Stadt und dafür relevanten Märkten (vgl. Dienstleistungen von allgemeinem wirtschaftlichen Interesse etc.) vorgelagert. Dies schließt eine innovative Nutzung von digitalen Infrastrukturen wie eines Digitalen Zwillings bzw. daraus generierter Daten im Falle eines mehrjährigen Betriebs des Reallabors jedoch nicht aus. Das Reallabor kann als *Innovations-Pipeline* Lieferobjekte erzeugen und Leistungen erbringen, die für den Digitalen Zwilling Wiens und für digitale Replikationen von anderen Städten – als Schlüssel-Infrastrukturen im künftigen Stadtbetrieb – relevant sind.

- **Shared Data/Datenfusion**

Das Verschneiden von Daten aus diversen Quellen ist im Kontext des Zielkonflikts Qualität, Strukturiertheit, Präzision vs. Taktung, Unstrukturiertheit, Unschärfe bzw. Unvollständigkeit zu beurteilen (vgl. Fuzzy Data vs. Expert Data, Basisdaten vs. Aktivitätsdaten etc.). Städtische Kooperationen im Kontext von Datenräumen (vgl. FIWARE, GAIA-X, CASY etc.) sind hier ebenfalls zu berücksichtigen. Echtzeitdaten sind ohne brauchbare Basisdaten aber oft nur von begrenztem Nutzen. Natürlich geht es bei großen Datenmengen/stadtweiten Anwendungen auch um Rechenleistung (Hardware).

Es wird als eine zentrale Aufgabe des Reallabors angesehen, Datenlagen wissenschaftlich einzuschätzen und herauszufinden, wie man Datenbestände zielführend verschneidet – ohne deren Qualitäten zu verringern. Ebenso wichtig ist hier die Disqualifikation von Use-Cases bzw. ein klares Nein des Reallabors, wenn dies angezeigt ist (unzureichende Datenlage, ökologische Nettonegativbilanz erwartbar, Nutzenwirkung nicht im allgemeinen Interesse etc.). Für das Potenzial vieler Anwendungsfälle seien hochqualitative Eingangs- oder Inputdaten das Um und Auf und würden letztlich auch die operativen Kosten in der Forschungsarbeit auf mehreren Ebenen (vgl. KI-Entwicklung, Carbon-Footprint-Analyse) durchschlagen und diese im Idealfall auf lange Sicht verringern.

## 4.6. Zentrale Herausforderungen

Die überwiegend auf qualitative ex-ante-Analyse setzende Methodik der Sondierung stieß im Lichte der hohen Heterogenität möglicher Anwendungsfälle (vgl. Potenziale, Datenlage, Aufwände etc.) auf natürliche Grenzen, zumal die ökologischen und ökonomischen Opportunitätskosten von KI-Anwendungen mit Klimarelevanz, die im Kern Gegenstand eines zukünftigen Reallabors sein sollen, letztlich nur empirisch im tatsächlichen Betrieb geprüft werden können, jedoch signifikante Auswirkungen auf den bereits vorab zu konzipierenden betrieblichen Rahmen haben, der von einem im Programm „Stadt der Zukunft“ geförderten Reallabor gewährleistet werden kann. In diesem Kontext haben sich folgende Aspekte als methodisch besonders herausfordernd dargestellt:

- **Nicht-bestehendes Fachwissen unter den potenziellen Zielgruppen/Nutzer:innen**

Ein Mangel an Fachwissen hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten von IoT und KI bewirkt, dass eine deutlich verringerte Anzahl von Interessierten brauchbare Ideen in ein Reallabor einspielen bzw. dass zugrundeliegende Innovationsprozesse mit wenig plausiblen Ideen und Ansätzen überfrachtet werden, was sich auf die Produktivität und die Kostenstruktur eines Reallabors massiv nachteilig auswirken könnte. Nachdem seine Produktivität jedoch für ein neues Instrument entscheidend ist, um seine Wertversprechen an die Zielgruppen einzuhalten, droht im schlimmsten Fall ein Teufelskreis, der einen Nutzer:innen-Bias oder gar die Unternutzung eines Reallabors zur Folge haben könnte. Methodisch konnte dieses Wissen im Rahmen der Sondierung unter potenziellen Nutzer:innen eines künftigen Reallabors nicht entsprechend aufgebaut werden. Dies stellt eine zentrale Herausforderung dar und verlangt nach entsprechenden Gegenmaßnahmen bei der Bewerbung/Vermarktung des Reallabors bzw. der Gewinnung von Kund:innen/Nutzer:innen (vgl. Ideenwettbewerb weiter oben).

- **Ökobilanzierung und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck im Betrieb**

Neben der Ideenfindung und -sicherung für das Reallabor stellte sich die Durchführung von fundierten marktüblichen<sup>25</sup> ökologischen Potenzialanalysen (ex-ante) und/oder umwelttechnischen Audits (ex-post) in einem Reallabor – insbesondere vor dem Einsatz eines KI-Modells im Regelbetrieb – als herausfordernd dar. Grund dafür ist auch hier die erwartbare hohe Diversität der der Forschung zugrundeliegenden Anwendungsfälle und die damit einhergehende Varianz – sowohl mit Blick auf a) die Datenlage, b) das ökologisches Potenzial für positive Klimawirkungen sowie c) der daraus resultierenden Bandbreite an potenziell einsetzbaren KI-Methoden und Aufwände.

Ein Testlauf konnte im Rahmen der Sondierung anhand eines konkreten Use-Cases in der Sondierung im Frühstadium der Konzeption noch nicht durchgeführt werden. Ein solcher ist der Aufbauphase eines Reallabors – anhand der vorzudefinierenden Innovationsprojekte – vorbehalten, weil für das Mobile Mapping Reallabor das notwendige Equipment erst identifiziert und beschafft werden muss.

- **Terminologische Unschärfen**

Rund um Schlüsselbegriffe wie „Klimaneutralität“ und „Nachhaltigkeit“ stellten terminologische Unschärfen eine weitere methodische Herausforderung dar. Im Lichte der EU-Taxonomie-Verordnung<sup>26</sup> sind zwar sukzessive mehr Standardsierungen in relevanten Fachbereichen zu beobachten, aber in der Klima- oder Ökobilanzierung z.B., sind diese auf den Regelbetrieb oder relevante Märkte ausgerichtet. In puncto Zeitaufwand und Kapazitätsbedarf zieht die Einhaltung

---

<sup>25</sup> Vgl. <https://denkstatt.eu/unsere-themen/footprint-berechnungen-oekobilanzen/?lang=de> (abgerufen am 16.07.2022 um 14:30)

<sup>26</sup> Vgl. <https://www.bmk.gv.at/green-finance/finanzen/eu-strategie/eu-taxonomie-vo.html> (abgerufen am 18.07.2022 um 11:22)

dieser Standards oft signifikante Bearbeitungsaufwände nach sich. Diese Aufwände sind nur schwer mit der Methodik in einer Innovationspipeline vereinbar, in der vielversprechende, aber eben noch sehr unwägbarere Anwendungsfälle beurteilt werden. Inwieweit und nach welchen Standards und Methodiken eine ex-ante-Potenzialanalyse innerhalb des zukünftigen Reallabors und/oder eine ex-post-Analyse im Regelbetrieb erfolgen muss, kann nur auf Basis eines detaillierten Betriebskonzepts und anhand konkreter Anwendungsfälle ermittelt werden. Die Sondierung führte hier vor Augen, wie wichtig es ist, dem Reallabor präzise Terminologien zugrunde zu legen, um ein integriertes Wertversprechen zu ermöglichen.

Fazit: In der Sondierung wurde daher ein Konsens erzielt, dass der Heterogenität mit

- a) einer Fokussierung auf ausgewählte Technologien und Anwendungsgebiete (vgl. Mobile Mapping Daten in der Stadtentwicklung) begegnet werden kann, um im besten Fall Lern- und ökonomische Skaleneffekte zu generieren. Außerdem wird im laufenden Betrieb des künftigen Reallabors
- b) eine Methodologie für die grobe Planung – etwa in Form eines stufenweisen Stage-Gate-Vorgehensmodells<sup>27</sup> - benötigt, um weitere vielversprechende Anwendungsfälle für die maximal zur Verfügung stehenden Bearbeitungskapazitäten zu qualifizieren und versunkene Aufwände für weniger vielversprechende Ansätze via Vorevaluierung zu minimieren. Eine Vorwegnahme oder prototypische Bearbeitung eines Anwendungsfalles war im Rahmen der Sondierung ob der fehlenden Hardware und der vielen offenen konzeptionellen Fragen nicht möglich.

---

<sup>27</sup> Vgl. <https://www.lead-innovation.com/insights/blog/hat-der-innovationsprozess-nach-dem-stage-gate-modell-ausgedient> (abgerufen am 18.07.2022 um 10:47)

# 5 Ergebnisse

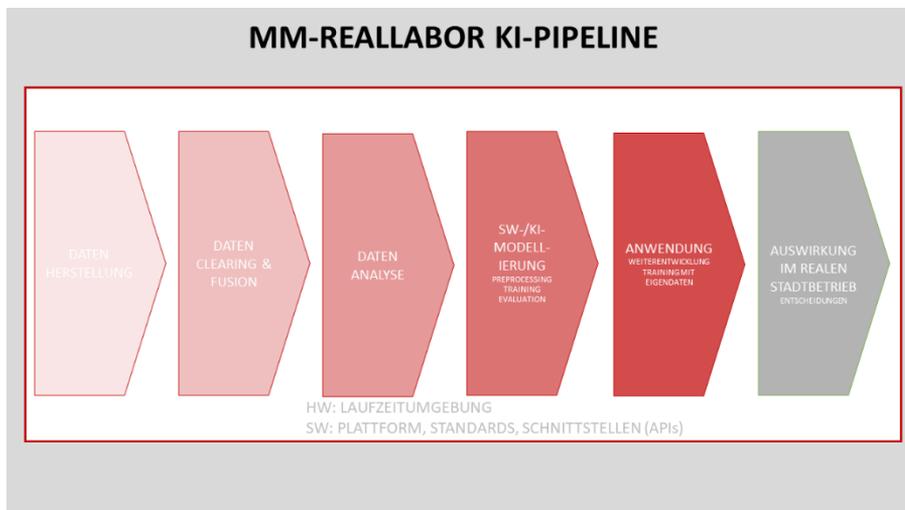
## 5.1. Einleitung

Im ersten Ansatz war es naheliegend, für den Stadtbetrieb relevante Sensordaten mit Klimabezug (vgl. Temperatur, Feuchtigkeit, Wind, etc.) als flächendeckend gegeben voranzusetzen. Darauf aufbauend sollten klimarelevante Mehrwerte (neue oder bessere Erkenntnisse) durch KI-Methoden generierbar sein. Nach eingehender Prüfung wurde diese pauschale Annahme jedoch verworfen; selbst für die Stadt Wien als mit Abstand größte Kommune Österreichs konnten nicht ausreichend Indizien dafür gefunden werden, dass z. B. anhand von allgemeinen Messdaten zum Mikroklima in der Stadt und mit zu deren Analyse noch zu entwickelnden KI-Modellen neue klimarelevante Informationsgewinne (z. B. für innovative Lösungen oder zu Reorganisationen von Prozessen) abgeleitet werden können. Es wurde der Konsens erzielt, dass eine fokussierte Ausrichtung des Reallabors (siehe weiter oben) unabdingbar ist.

In der Sondierung wurde daher vertieft untersucht, wie sich die Herstellung von *Mobile Mapping Daten* (vor allem für ein derartig großes Stadtgebiet wie Wien) weiter entwickeln könnte. Planungsdaten und Trendanalysen zeigen klar, dass die Qualität der Daten (vgl. informationsreiche Bilddaten, Auflösung, Genauigkeit, Häufigkeit der Aktualisierung etc.) laufend schnell und stark steigt. Das Equipment und die Methoden zur Erstellung der Daten werden besser, gleichzeitig aber auch günstiger. Daher können in Zukunft höhere Aktualisierungsraten und zu den bisher eingesetzten Daten wie 3D-Bilder, Luft- und Satellitenbilder auch neue Daten wie z.B. Schrägluftbildaufnahmen erwartet werden.

Trotz dieser Entwicklung sind Städte – aufgrund von Kosten und praktischen Aufwänden – noch weit davon entfernt, Mobile Mapping Daten in Near- oder Realtime flächendeckend verfügbar zu machen. Es ist folglich nicht davon auszugehen, dass in österreichischen Kommunen (mit Stand heute) die Voraussetzungen für eine integrierte digitale Pipeline flächendeckend bestehen. Vielmehr ist in jedem Stadium des Prozesses von Defiziten (vgl. fehlende Infrastruktur/Plattformen; nicht vorhandene Daten oder unzureichende Qualität, fehlende Aufbereitungsstandards und Schnittstellen für die Entwicklung von Applikationen und KI-Modellen (Interoperabilität); geringe Kapazitäten in der Verwaltung; fehlendes Know-how etc.) auszugehen.

Abbildung 3: KI-Pipeline für klimaneutrale Städte



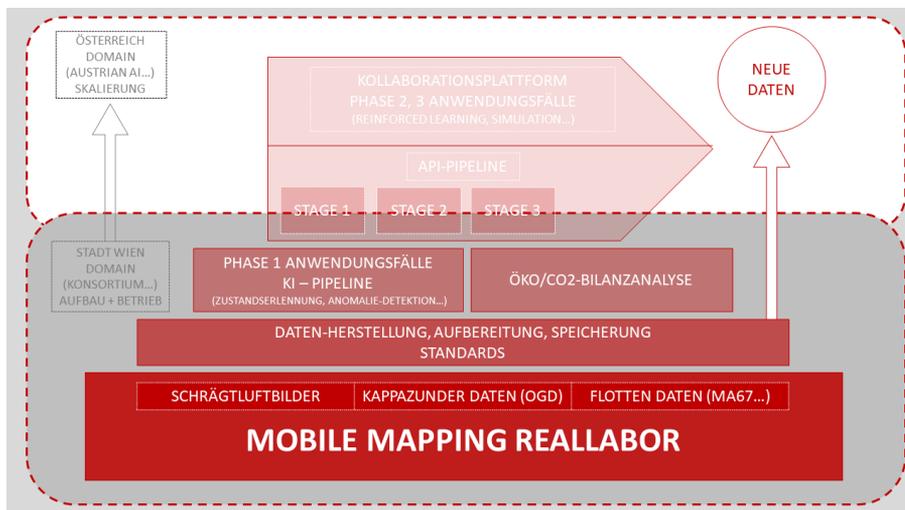
## 5.2. Ein Mobile Mapping Reallabor

Die Idee des Reallabors setzt genau bei der Integration der einzelnen Schritte im Zuge der digitalen Wertschöpfungskette an. Die Recherchen während der Sondierung haben gezeigt, dass bereits die Aktualisierung von z. B. zweimal jährlich ermittelten Mobile Mapping Daten durch lokal begrenzte Echtzeit Mobile Mapping Daten einen beträchtlichen Mehrwert darstellen kann, z.B. wenn anhand dieser lokale Stadtentwicklungsmaßnahmen gezielter umgesetzt werden.

Darüber hinaus sollen im Reallabor zumindest im Bereich der Verwaltung abgestimmte, gemeinsame Standards entwickelt werden, um Mehrfachentwicklungen und -implementierungen in Österreich zu vermeiden. Dazu gehört u. a. ein Referenzdatenmodell für 3D-Bildaten mit Tiefeninformation (Mobile Mapping Daten). Hier erfolgten im Rahmen der Sondierung bereits praktische Evaluierungen, die gezeigt haben, wie entscheidend die Datenformate sich bei den bereits jetzt zu verarbeitenden enormen Datenmengen auf Lade- und Verarbeitungszeiten auswirken. Selbst mit Hardware für High-Performance Computing sind Lade- und Verarbeitungszeiten mit vielen Wochen pro Prozess zu erwarten, insbesondere, wenn die Datenformate nicht geeignet optimiert sind.

Ob der Ausgangslage in Wien und den meisten anderen Kommunen in Österreich und mit Blick auf die erwartbaren Kapazitäten eines Reallabors erzielte das Sondierungsteam den Konsens, dass die Vermessungs-Kampagnen der Wiener Stadtvermessung, die hochwertige Bild- und Laserscanning-Daten nach sich zogen, einen geeigneten Ausgangspunkt für die Konzeption darstellen. Die Erfassungen 2017 und 2020 setzten auf fahrzeuggebundenes Mobile Mapping (Befahrung im Kappazunder-Projekt). 2020 kam ein flugzeuggebundenes Mobile Mapping (Schrägluftbilder) hinzu. Nun soll ein offenes Mobile Mapping Reallabor zunächst in Wien mit bildgebender und scannender State-of-the-Art-Sensorik (MMS) als technischer Infrastruktur ausgestattet werden, die auf Fahrzeugen aus der städtischen Fahrzeugflotte montiert zum Einsatz gebracht werden kann. Eine solche Plattform zur Generierung von Mobile Mapping Daten ist das technische sowie inhaltliche Fundament eines Mobile Mapping Reallabors.

Abbildung 4: Struktur - Mobile Mapping Reallabor



### 5.3. Leistungen und Lieferobjekte

1) Ein für universelle Anwendungen mit Klimabezug getestetes, qualitätsgeprüftes optimiertes Mobile Mapping Sensorsystem (bildgebende- und scannende Sensorik), das auf Fahrzeuge städtischer Flotten montiert und mobil eingesetzt werden kann (inkl. komplementäre Technik wie z.B. Onboard-Mobile-Mapping-Equipment, Konnektivität oder ev. auch ein räumlich begrenztes Sensor-Testpad etc.) bildet die infrastrukturelle Grundlage des künftigen Reallabors. Als erste Lieferobjekte müssen *technische Vorgaben für die Hardware (MMS)* und deren Einsatz zur Herstellung hochwertiger MMS-Daten für österreichische Kommunen entwickelt werden. Marktrecherche, Evaluation, rechtskonforme Vergabe, Planung, Test, Schulung und Piloteinsatz etc. leitet bereits das Team des Reallabors in der Aufbauphase.

Auf diese Weise können zukünftig öffentliche Räume von Städten – von beweglichen Sensor-Plattformen aus – viel leichter und mit geringerem Aufwand digitalisiert werden. Auf Basis der so entstehenden Geodaten ist eine Vielzahl an Analysen (z.B. geoKI Analysen) denkbar, denn diese Sensor-Plattform erzeugt beinahe in Echtzeit (neartime<sup>28</sup>) digitale Repräsentationen (Bilder, 3D-Scandaten) der abgetasteten Umgebung. Durch einen eng abgestimmten Datenlauf in einer zeitgemäßen IT-Architektur können diese Geodaten bei entsprechenden Rechenkapazitäten mit hoher Geschwindigkeit (Velocity) aufbereitet werden. Dies ist mit Blick auf die aktuell in Wien punktuell durchgeführten Befahrungsprojekte (alle 2-3 Jahre) bzw. deren langer Durchlaufzeiten eine signifikante Verbesserung. Neartime-Daten aus dem neuen System können außerdem mit den periodischen Befahrungsdaten und anderen Datenbeständen verschnitten werden, ohne dass die Qualität der Datensätze beeinträchtigt wird. Hierdurch eröffnen sich viele neue, potenziell klimarelevante Anwendungsmöglichkeiten.

2) *Offene Methoden, Verfahren und Schnittstellen* sind notwendig, die im Reallabor zu entwickeln sind. Das Reallabor beschäftigt sich deshalb in einem nächsten Schritt damit, auf welche Weise, in welcher Qualität und welcher Struktur solcherart Geodaten am besten zu erzeugen sind, so dass diese nach wissenschaftlich begleiteter Aufbereitung (Clearing) und bei entsprechender Bevorratung

<sup>28</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Neartime-Daten>

auch mit bestehenden Datenbeständen zusammengeführt und mit viel geringerem Vorbereitungsaufwand (maschinell) analysiert werden können.

Ausgehend von drei innovativen Anwendungsfällen mit klarem Klimabezug (vgl. digitale Objektextraktion zur Dach- Fassadenflächenanalyse, Optimierung der Straßen- und Wegeinstandhaltung etc.) entwickelt das Reallabor Standards für die Erzeugung und Aufbereitung von Mobile Mapping-Daten sowie Schnittstellen für deren nachfolgende Analyse mit geoKI- Algorithmen. Das Reallabor veröffentlicht seine technischen Empfehlungen für Schnittstellen und Datenstrukturen, die eine vereinfachte Bearbeitung weiterer Anwendungsfälle (durch die Stadt Wien und andere Akteur:innen in ganz Österreich – Städte, Länder, Forschungseinrichtungen, Vereine, Gemeinwirtschaft, KMUs etc.) und disseminiert diese als zweites Lieferobjekt in einem parallel aufzubauenden Netzwerk potenzieller Nutzer:innen und Partner:innen.

## **5.4. Klimapotenzial und faktischer Nutzen**

Da in diesem Feld mit sehr großen Datenvolumina und komplexen Strukturen zu rechnen ist, beeinflusst deren Erstellung und Aufbereitung bzw. die Vollständigkeit, Wahrhaftigkeit und Struktur der Daten ihren Wert und den weiteren Bearbeitungsaufwand sowie die Effektivität von KI-basierten Lösungen ganz entscheidend. Das gilt nicht nur mit Blick auf die datenwissenschaftliche Bearbeitung und die Entwicklung von Software per se, sondern auch im Hinblick auf die weitere Messbarkeit und Prüfung positiver Klimawirkungen (vgl. CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Ökobilanz etc.). Die jeweilige Datenlage wird sich in jedem Anwendungsfall signifikant auf die Aufwände und Potenziale vor- oder nachteilig aus und determiniert damit den Handlungsspielraum eines nicht-wirtschaftlichen Reallabors mit begrenzten Kapazitäten und Ressourcen.

Mobile Mapping Daten werden zudem nicht nur von der Stadt Wien, sondern von zahlreichen weiteren Akteur:innen aus dem öffentlichen und privaten Sektor erhoben. Aktuell sind die verwendeten Datenformate ob fehlender Standards jedoch sensor- und firmenabhängig, und meist proprietärer Natur. Dies erschwert eine Verarbeitung in nachfolgenden Stadien des Prozesses und führt oft zu negativen Investitionsentscheidungen. Das künftige Mobile Mapping Reallabor erarbeitet und publiziert daher Empfehlungen, die für die Erzeuger:innen aber auch für viele weitere Nutzer:innen von Mobile Mapping Daten, was viele Vorteile bringen wird. So könnten zeitraubende Datenkonvertierungen – z. B. für die Darstellung der Daten in Viewer-Applikationen oder für deren Weiterverarbeitung – entfallen. Einmal festgelegte Standards können als Anforderung in öffentliche Ausschreibungen eingebracht werden und dafür sorgen, dass Anbieter:innen vom Markt die Anforderungen von Städten und anderer öffentlich-rechtlicher Körperschaften zielgenauer und kostengünstiger adressieren.

## **5.5. KI für unser Klima**

Gelingt im Zuge eines fünfjährigen Reallabors eine Integration und Konsolidierung über die gesamte Pipeline (von der Erzeugung über die Analyse bis zur Intervention in der realen Stadt) hinweg, könnten Datenwissenschaftler:innen neue Mobile Mapping Datensätze zukünftig in geringerer Zeit und mit weniger Aufwand analysieren und schneller nutzbar machen, und somit würde die Entwicklung konkreter KI-Modelle in klimarelevanten Anwendungsfällen dadurch einfacher werden.

Objektextraktion aus 3D-Bildmaterial mit Künstlicher Intelligenz gehört zu den vielversprechendsten Methoden, um flächendeckend im urbanen Kontext Objekte bzw. Attribute wie Aussehen und Lage zu bestimmen (z. B. Straßenschäden, Verkehrszeichen, Fensterflächen in Fassaden zu bestimmen). Auch hierfür muss jedes KI-Modell genau an die Datenstruktur der Mobile Mapping Daten angepasst werden. Eine abgestimmte, veröffentlichte Datenstruktur für Mobile Mapping Daten würde also auch die Entwicklung von KI-Modellen deutlich vereinfachen, Kosten sparen und Mehrfachaufwände und Inkompatibilitäten nachhaltig verhindern.

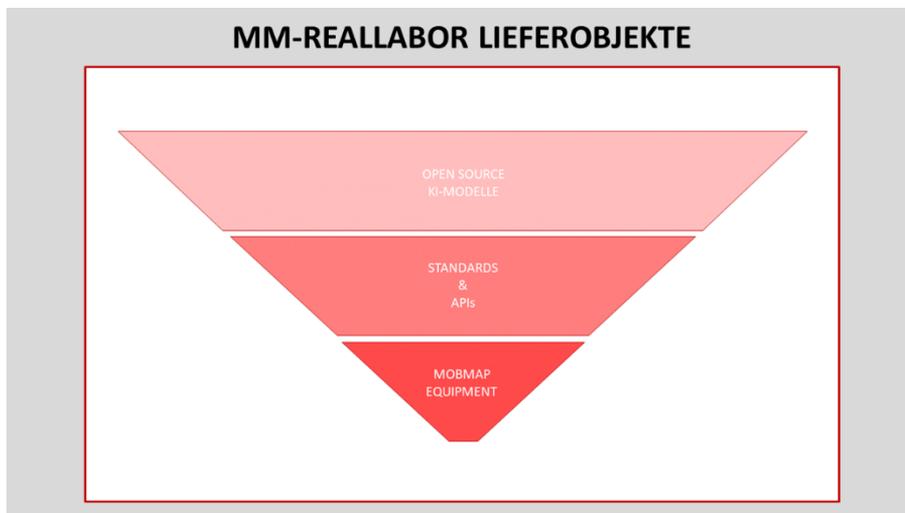
Aus Mobile Mapping Daten können mittels geoKI viele Objekte einer Stadt digital extrahiert und analysiert werden. Das Reallabor wird etwa eine geoKI zur Detektion und KI-basierter Vorhersage von Solarpotenzial- oder Fensterflächen im städtischen Raum umsetzen. Datenwissenschaftler:innen können gemeinsam mit Expert:innen aus anderen Fachbereichen konkrete Schlüsse für unser Klima, insbesondere nach Verschneidung mit anderen (bestehenden) Daten zur Gebäudeinfrastruktur ziehen. Weitere Use Cases umfassen die Ermittlung des Zustandes des Straßen- und Wegenetzes oder andere betriebliche Infrastrukturen der Stadt.

Recherchen haben gezeigt, dass einige Städte und Länder in Österreich in naher Zukunft die Erstellung von Mobile Mapping Daten planen. Bedenkt man dabei, dass die Erstellung eines KI-Modells nach wie vor sehr kostenintensiv ist und einen signifikanten ökologischen Fußabdruck nach sich zieht, so stellt die Möglichkeit KI-Modelle im Behördenbereich zu teilen bzw. gemeinsam daran zu arbeiten eine große Chance für einen gemeinsamen Fortschritt dar.

Um zu demonstrieren, dass die im Reallabor entwickelten Vorgaben, Standards und Schnittstellen auch in der Praxis funktionieren, soll nach der Aufbauphase des Reallabors anhand der vorzudefinierenden drei innovativen Anwendungsfälle mindestens ein vollwertiges KI-Modell, basierend auf den zu entwickelnden Standards und Schnittstellen, entwickelt werden. Danach können weitere KI-Modelle folgen, die dann nach dem Vorbild bereits bestehender E-Government-Kooperationsmodellen zwischen Bund, Ländern und Gemeinden umgesetzt werden können.

Die weitere Analyse neu generierten Daten auf Klimaauswirkungen ist nicht mehr Teil des Reallabors. Auch müssen nicht alle Entwicklungen von den Akteur:innen im öffentlichen Sektor umgesetzt werden. Vielmehr ließen sich auch Drittentwicklungen privater Akteur:innen auf Basis der konsolidierten offenen Standards und Schnittstellen des Reallabors jedoch außerhalb des Laborbetriebs begünstigen.

Abbildung 5: Leistungen und Lieferobjekte - Mobile Mapping Reallabor

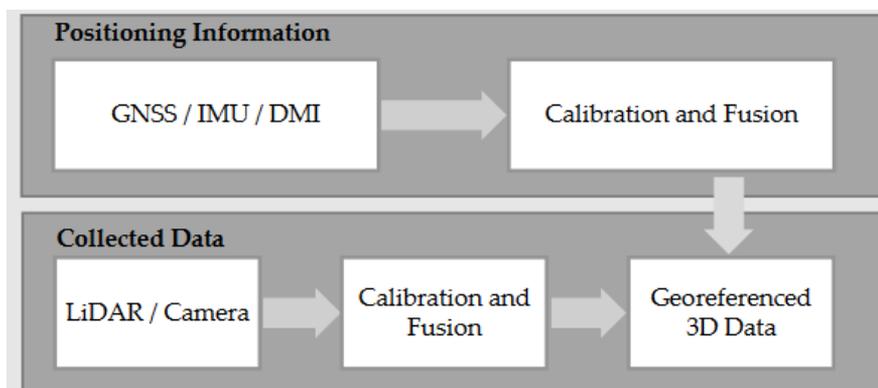


## 5.6. Wissenschaftliche Leitplanken und Qualitätssicherung

Die wissenschaftliche Begleitung setzt schon in der Aufbauphase des Reallabors (Forschungsrahmen und Expertise) sowohl bei der entstehenden Infrastruktur und den Prozessen (z.B. Verpixelung/ Privacy, digitaler Fußabdruck der Verfahren, wissenschaftliche Qualitätsanforderungen), als auch bei den darauf aufbauenden Anwendungsfällen bzw. Datenanalysen (vgl. Messung des ökologischen Fußabdrucks im urbanen Kontext, Replikation und Skalierbarkeit etc.) an, was zahlreiche Fachexpertisen und ein interdisziplinäres Arbeiten im Reallabor erforderlich machen wird.

Von den sensorischen Rohdaten der MMS bis zu den endgültigen 3D-Produkten gibt es technische und wissenschaftliche Verarbeitungsschritte, die im Allgemeinen die Datenerfassung, die Sensorkalibrierung und -fusion, die Georeferenzierung und die Datenverarbeitung als Vorbereitung für das Verständnis einer erfassten Szene umfassen (siehe Abbildung 6: Prozess-Pipeline für MMS-Daten). Im Folgenden wird ein Überblick über die typischen Verarbeitungsschritte gegeben.

Abbildung 6: Prozess-Pipeline für MMS-Daten



### **5.6.1. Datenerfassung**

Die geplante Route muss analysiert werden, um die konfigurierten Plattformen und Sensoren zu bestimmen (so sollten z.B. die Betreiber beispielsweise die für GNSS zugänglichen Regionen kennen, um die zu verwendenden Primärsensoren zu planen). Bei der MMS Positionierung messen GNSS, IMU und DMI kontinuierlich die Position und Bewegung der Plattform. Bei den meisten Außenanwendungen werden die primären Navigations- und Positionsdaten vom GNSS Satelliten an den Empfänger geliefert, und IMU und DMI ergänzen die Messung, wenn die GNSS Signale unzureichend oder nicht vorhanden sind. In einigen speziellen Fällen, in denen GNSS nicht zur Verfügung steht, wie z. B. bei Höhlenkartierung, werden GCPs verwendet, um die Daten auf das geodätische Koordinatensystem zu beziehen. 3D Daten werden hauptsächlich mit einem integrierten LiDAR- und Kamerasystem erfasst, wobei LiDAR genaue 3D Punktwolken erzeugt, die durch die Bilder der zugehörigen Kamera koloriert werden.

### **5.6.2. Sensorkalibrierung und -fusion**

Sensorkalibrierung und -fusion werden häufig während des gesamten Datenerfassungszyklus durchgeführt. Die Aufgabe besteht darin, die relativen Positionen zwischen mehreren Sensoren zu kalibrieren, einschließlich der Positionen zwischen Kameras, zwischen Kamera und LiDAR oder zwischen LiDAR-, Kamera- und Navigationssensoren, und die Ergebnisse in einem Nachbearbeitungsschritt zu fusionieren, um genauere Positionsmessungen zu erzielen. Diese werden für eine genauere Lokalisierung sowie einer genaueren geometrischen Rekonstruktion verwendet [34,35].

### **5.6.3. Georeferenzierung von LiDAR Scans und Bildern**

Sowohl der LiDAR Scan als auch die Bilderfassung erfolgen in einem lokalen Koordinatensystem, der Georeferenzierung (z.B. in WGS 84 oder in MGI M34 für Wien). Die Georeferenzierung bezieht sich auf die Bestimmung ihrer globalen/geodätischen Koordinaten, in der Regel auf der Grundlage der fusionierten GNSS/IMU/DMI-Positionsdaten. Dieser Vorgang erfolgt nach der Kalibrierung der Datenerfassungssensoren. Die Georeferenzierung umfasst die Schätzung der Orientierungs- und Positionsparameter in Bezug auf GNSS und IMU [36]. Die endgültigen Orientierungs- und Positionsparameter definieren die geometrische Beziehung zwischen Positionierungs- und Datenerfassungssensoren. Für die Georeferenzierung gibt es zwei Ansätze:

- 1) der direkte Ansatz, bei dem nur GNSS/IMU-Daten verwendet werden, oder
- 2) der indirekte Ansatz, bei dem zusätzlich zu GCP- und BA-Daten auch GNSS/IMU-Daten zur Verfeinerung verwendet werden [37].

Die direkten Ansätze sind weniger anspruchsvoll, da sie keine GCP benötigen und eine Genauigkeit im Dezimeter- bis Zentimeterbereich erreichen können. Indirekte Ansätze können genauere (zentimetergenaue) und präzisere Ergebnisse liefern, indem sie typische Vermessungsmethoden wie GCPs und BA verwenden, aber sie sind sehr teuer und ihre Genauigkeit kann je nach GCP (d. h. Position und Anzahl der GCPs) variieren.

#### 5.6.4. Datenverarbeitung für das Verstehen einer Szene

Die resultierenden Daten sind zum Beispiel für autonome Fahrzeuge von großer Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist das Verstehen der Szene nicht nur entscheidend für die Automatisierung des Kartierungsprozesses, sondern auch für die Bereitstellung kritischer Szeneninformationen in Echtzeit. Szeneverständnis umfasst den Prozess der Identifizierung der Semantik und Geometrie von Objekten [38,39]. Mit der verbesserten Verarbeitungskapazität mobiler Computereinheiten, fortschrittlichen maschinellen Lernmodellen und den ständig wachsenden Datensätzen gibt es einen zunehmenden Trend zur On-Board-Datenverarbeitung und zum Szenenverständnis unter Verwendung der vom mobilen System gesammelten Messdaten [40,41]. Dies umfasst die Echtzeit-Erkennung, Verfolgung und semantische Segmentierung sowohl dynamischer (z. B. Fußgänger) als auch statischer (z. B. Straßenmarkierungen oder Schilder) Objekte in einer Szene [39,42].

Dies hat dazu geführt, dass repräsentative Benchmark-Datensätze, besser verallgemeinerte Trainings- und Domänenanpassungsansätze [43] und leichtere maschinelle Lernmodelle oder Netzwerkstrukturen entwickelt werden müssen, die eine Ergebnisinferenz in Echtzeit unterstützen [44]. Beispiele für diese Bemühungen sind MobileNet [45], BlitzNet [44], MGNet [46] und MVLidarNet [47]. Die Erfüllung dieser Anforderungen stellt eine Herausforderung dar, da mobile Plattformen Daten unter extrem unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen (z. B. Tageslicht und Nacht) oder Wetterbedingungen (z. B. Regen, Schnee, Sonne) und mit drastisch unterschiedlicher Sensorausrüstung mit unterschiedlicher Qualität der Rohdaten sammeln können.

Die hier dargestellten Vorbereitungs- und Verarbeitungsschritte verdeutlichen die Komplexität von MMS Projekten. Dabei steht und fällt der Erfolg eines MMS basierenden Projektes einer Stadt mit

- 1) der Wahl der geeigneten Technologie passend zum jeweiligen Anwendungsfall
- 2) der passenden Datengenerierung, deren Aufbewahrung und Zugang/Zugangsbeschränkungen und
- 3) der datenwissenschaftlichen Ausarbeitung von KI-basierten Methoden zur weiteren Datenverarbeitung und damit dem damit verbundenen Erkenntnisgewinn.

Das Reallabor unterstützt Städte und Akteur:innen bei all diesen Schritten mit seiner Expertise, um die richtigen Entscheidungen für erfolgreiche MMS Projekte zu begünstigen. Mit der Stadt Wien als primäres Testfeld und Lead Partnerin wird der Schwerpunkt des Reallabors, wie weiter oben bereits kurz skizziert durch folgende Punkte umrissen:

#### 5.6.5. Ankauf Hardware – Standardisierung und Empfehlungen

- Use Case Erhebung: Erhebung des spezifischen Use Cases, zusammen mit der jeweiligen Akteur:in und der dazugehörigen technischen Anforderungen an das Equipment.
- Kaufempfehlung: Empfehlung für den Ankauf der Hardware durch Expert:innen des Reallabors mit Ziel eines modularen Aufbaus der Mobile Mapping Plattform, die die stetige Erweiterung der Plattform zu einem späteren Zeitpunkt jederzeit ermöglicht.
- Unterstützung durch Expert:innen der Stadt Wien und des AITs als wissenschaftlichem Partner

### 5.6.6. Datengenerierung

- Im Reallabor Testgebiet Wien werden MMS an Fahrzeugen einer städtischen Flotte installiert, um auf abgefahrenen Routen ein digitales Bild der Umgebung mittels eingebundener Sensoren zu erstellen.
- Die Wahl der Fahrzeuge wird zusammen mit der Stadt Wien eruiert, mit dem Ziel der Maximierung des Einsatzgebietes
- Das Reallabor wird einen Open Data Ansatz wählen. Generierte Erhebungsdaten werden lokal auf städtischen Servern gespeichert und via APIs der Öffentlichkeit als Open Data zugänglich gemacht, um Drittanbieter miteinbinden zu können.

### 5.6.7. Datenverarbeitung durch KI

- Das Reallabor beschäftigt sich mit der automatisierten Erkennung von zu definierenden Objekten
- Generierte Daten werden durch eine zu entwickelnde Künstliche Intelligenz verarbeitet, die es z. B. erlaubt, automatisiert Fensterflächen in Gebäuden zu erkennen. In weiterer Folge kann die KI auch zur visuellen Erkennung anderer Gegenstände im städtischen Umfeld (wie z.B. Straßenschäden, Müll etc.) erweitert werden, was optional geschehen kann.
- Die Entwicklung der KI geschieht in engem wissenschaftlichen Austausch mit Expert:innen der wissenschaftlichen Partner:innen und beruht auf wissenschaftlich fundierten und publizierten Prinzipien und Methoden. Um die wissenschaftliche Fundiertheit der Arbeit des Reallabors zu gewährleisten, werden Zwischenziele während der KI-Entwicklung in Fachmedien (peer-reviewed), Journalen und relevanten Technologie- und Stadtentwicklungsmagazinen publiziert. Dies erlaubt zum einen den Austausch mit der wissenschaftlichen Community; zum anderen die Einbindung weiterer Teilöffentlichkeiten in die jeweiligen Vorhaben.

## 5.7. Bundesweite Relevanz

Die im Reallabor, vom Programm „Stadt der Zukunft“ kofinanziert, entstehenden digitalen Infrastrukturen (OGD-Daten, offene Schnittstellen, Standards und Normen sowie ggf. erste Open Source-geoKI-Modelle) können in weiterer Folge nicht nur von der Stadt Wien, sondern von zahlreichen Akteur:innen in ganz Österreich genutzt werden. Sowohl um eigenverantwortlich neue Daten zu generieren und innovative Anwendungsfälle für positive Klimawirkungen zu entwickeln (Training von geoKI-Modellen mit Eigendaten gemäß der Reallabor-Standards), als auch um Innovationen zu replizieren.

Das Reallabor hat den Auftrag, seine Ergebnisse und Erkenntnisse aktiv zu streuen und ist dafür mit entsprechenden Ressourcen und Kompetenzen ausgestattet. Dafür wird ein *Netzwerk von Nutzer:innen österreichweit* etabliert. Des Weiteren dockt das Reallabor an bestehende Netzwerke der an der Betreiber-gesellschaft beteiligten Partner:innen an. So wird sichergestellt, dass die im Reallabor entwickelten Standards, Schnittstellen und Empfehlungen eine breitere Basis erreichen. Mögliche Plattformnutzer – und potenzielle künftige Partner:innen der Stadt Wien – wären Kommunen, Stadtwerke, Forschungseinrichtungen, KMUs, OGD-Gemeinschaften oder sogar zivilgesellschaftliche Vereine und Initiativen.

Eine große Herausforderung stellt die Entwicklung der zuvor angeführten Standards dar. Dafür sollen bestehende Kommunikationsstrukturen in der Zusammenarbeit Bund-Länder-Gemeinden genutzt werden. Ein zeitnahe Erfolg kann aber nur durch Einführung von agilen Methoden und Werkzeugen für diese Prozesse erreicht werden. Das Reallabor wird diese Methoden und Werkzeuge zur Verfügung stellen.

Das Reallabor entwickelt außerdem (generische geoKI-Modelle. Diese werden dann als Open-Source-Lieferobjekt des Reallabors interessierten Nutzer:innen im Netzwerk bei Bedarf bundesweit zur Verfügung gestellt – zur Anwendung und Weiterentwicklung anhand ihrer jeweiligen Eigendaten in ihren räumlich und sozial spezifischen Kontexten.

Anknüpfend an das Reallabor ist langfristig auch eine weitergehende Entwickler:innen-Plattform denkbar, die von Dritten wie z. B. AI Austria koordiniert und moderiert werden könnte und die bereichsübergreifende Entwicklung und Umsetzung weiterer Use-Cases außerhalb des Reallabors/in Österreich (aufbauend auf offene Daten, Standards und Modelle) zum Ziel hat. Ein Geschäftsmodell müsste jedoch außerhalb des oder parallel zum Mobile Mapping Reallabor entwickelt werden.

# 6 Schlussfolgerungen

## 6.1. Ein Reallabor erforscht Neuland

Die Verbindung aus IoT und KI, insbesondere von Mobile Mapping Daten und KI-Auswertungen und Modellen ist noch ein Pionierfeld. In technischer Hinsicht fehlen weitgehend Standards und normierte Schnittstellen. Aufgrund der hohen technischen Komplexität und begrenzt verfügbarem ausgebildeten Fachpersonal sind Umsetzungen im öffentlichen Sektor – von Bund, Ländern und Gemeinden – derzeit, wenn überhaupt, nur für Gebietskörperschaften mit ausreichenden inhäusigen Kapazitäten möglich.

- KI-Umsetzungen in hoher Qualität sind nach wie vor teuer. Außerdem müssen die KI-Modelle stetig weiterentwickelt und mit Eigendaten „nachtrainiert“ werden. Viele Entwicklungen werden ausgehend von bestehenden (*teils Open-Source*) KI-Modellen angestoßen. Entwicklungen „von Null weg“ sind sehr aufwändig. Die Bereitstellung von grundlegenden, offenen Vorgaben, Standards, Schnittstellen und ggf. von KI-Modellen, die als Basis für Anpassungen und Weiterentwicklungen in den jeweils spezifischen Kontexten einzelner Kommunen dienen, macht im öffentlichen Sektor eine effiziente und kostenschonende Anwendung von KI-Technologien möglich.
- Beispiele für KI-Anwendungsfälle mit Klimarelevanz sind vermehrt zu beobachten. Bisher ist jedoch der Zusammenhang zwischen Mobile Mapping Daten und den mittels KI möglichen, flächendeckenden Analysen und Objektextraktionen über große Stadtgebiete oder Regionen hinweg bzw. daraus ableitbaren klimarelevanten Maßnahmen für die Stadtplanung wenig erforscht und eine geeignete, standardisierte *Hardware- und Softwareinfrastruktur* fehlt. Ohne diese Infrastruktur und die daraus resultierenden Mobile Mapping Daten ist die Motivation, KI-gestützte klimarelevante Maßnahmen zu erforschen, in öffentlich-rechtlichen Organisationen mit knappen Budgets gering.

## 6.2. Hohe Diversität unter Anspruchsgruppen und Projekten

Durch die fortschreitende Entwicklung digitaler Technologien und den Zugang zu immer umfassenderen Datenbeständen aus verschiedenen Quellen, hat sich KI in den letzten Jahren an die Spitze der technischen Entwicklungen gesetzt. Anwendungsfälle, die sich auf städtische Themen wie Stadtplanung, Finanzierung, Bauwesen, Wasser/Abwasser, Abfallwirtschaft und Mobilität konzentrieren, wurden von wissenschaftlichen Einrichtungen wie dem AIT und seinen Partner:innen bereits in einem internationalen Kontext beschrieben. Betrachtet man diese Beispiele, so werden jedoch grundlegende Unterschiede in den jeweils relevanten Projektstrukturen deutlich:

- *Geförderte Projekte*: Diese Projekte erhalten staatliche Mittel oder werden über Forschungsausschreibungen für eine bestimmte Anzahl von Jahren finanziert. Unternehmen und Interessenten können ein Projekt vorschlagen und einzeln oder als Konsortium eine Förderung beantragen. Die Gewinner\*in erhält eine Finanzierung für die Entwicklung des Projekts. (z.B. für Anwendungsfälle in den Bereichen Stadtplanung, Finanzierung, Bauen, Mobilität)

- *Initiierte Projekte*: Solche Projekte werden von privaten Unternehmen, einschließlich Start-up-Initiativen, entwickelt, finanziert und durchgeführt. Unternehmen und Start-Ups entwickeln eine Idee für einen Prototyp, der getestet und in einer späteren Phase weiterentwickelt und verbessert werden kann. Die Projekte entwickeln sich eher organisch, und die Investitionen werden durch die Gewinnung von Partner:innen und Investor:innen generiert, so dass dieser Ansatz eher nachfrage- und geschäftsorientiert ist. (Siehe z. B. die obigen Anwendungsfälle für Wasser/Abwasser und Abfallwirtschaft)

Diese strukturellen Unterschiede wirken sich auf 1) mögliche Partnerkonstellationen sowie auf 2) die Zusammensetzung der Projektteams aus. Die Ergebnisse legen nahe, dass die wichtigsten Anspruchsgruppen möglichst spezifische Rollen gemäß ihrer Kerntätigkeits- und Kompetenzfelder übernehmen können und sollten (vgl. behördliche, finanzierende, forschende und betriebswirtschaftliche Einrichtungen).

Die Standards-, Normen und Empfehlungen, die im Reallabor unter praxisrelevanten Bedingungen entwickelt werden sollen, haben daher für viele Anspruchsgruppen höchsten Wert: Sowohl für Dienstleister:innen im Bereich der IKT (Integrationsdienstleistungen) als auch für die verschiedenen Anwender:innen. Einrichtungen im öffentlichen Sektor erhalten über ein Reallabor für dieses komplexe Umfeld treffsicherer Vorgaben für ihre Vergaben und öffentlichen Ausschreibungen und können so bestehende Planungsunsicherheiten reduzieren. Im Reallabor entwickelte KI-Modelle können somit auch von kleineren Kommunen im Idealfall viel kostengünstiger weiterentwickelt und an ihre Bedürfnisse angepasst werden, als wenn sie diese KI-Modelle von Grund auf selbst entwickeln müssten.

Die Bereitstellung von Trainingsdaten und KI-Modellen, die im Reallabor entwickelt werden – im Rahmen von Open Government Data – ermöglicht IKT-Dienstleister:innen zudem deren „Veredelung“ - und ist damit ein wesentlicher Grundbaustein für weitere Wertschöpfungen außerhalb des Reallabors. Nachdem im Zuge des Reallabors ein Nutzer:innen-Netzwerk der potenziell vielversprechendsten Anwender:innen aus dem öffentlichen Sektor in Österreich – zwecks Information über die Anwendungsmöglichkeiten und Dissemination der Lieferobjekte – aufgebaut werden soll, könnte z. B. eine (privatwirtschaftlich organisierte) Kollaborationsplattform für Entwickler:innen weitere klimarelevante KI-Modelle von privater Seite österreichweit und darüber hinaus langfristig begünstigen.

# 7 Ausblick und Empfehlungen

## 7.1. Die nächsten Schritte

An der Entwicklung von Standards für Schnittstellen und Mobile Mapping Datenstrukturen wird innerhalb der Stadt Wien und anderen großen Kommunen in Europa bereits gearbeitet. Es ist jedoch nachvollziehbar, dass ohne einem mit diversen Nutzer:innen vernetzten multidisziplinären Reallabor diese Entwicklung nicht die Geschwindigkeit aufnimmt bzw. die erforderliche Breite erreicht, um den Erfordernissen und der Dynamik der Digitalisierung einerseits und der Klimakrise andererseits gerecht zu werden. Aus diesem Grund wird die Teilnahme an den kommenden Ausschreibungen für ein Reallabor im Programm „Stadt der Zukunft“ im Herbst 2022 vorbereitet. Ein zukünftiges Reallabor sollte aus heutiger Sicht mindestens fünf Jahre im Betrieb sein und mit mindestens 4 Millionen Euro Gesamtbudget dotiert sein, um die notwendige technische Infrastruktur sowie die Expertise für einen multidisziplinären Betrieb von Beginn an bereitstellen zu können.

## 7.2. Generelle Empfehlungen

Um die Wirkung eines Reallabors mit Fokus auf Mobile Mapping und geoKI-Modelle zu maximieren, werden abgesehen von den weiter oben ausgeführten Empfehlungen (vgl. Kapitel 3-5) folgende Ratschläge als plausibel erachtet:

- *Fokus auf wirtschaftliche Nachhaltigkeit:* KI ist immer noch ein neuartiger Ansatz, der versucht, Lösungen für spezifische Herausforderungen zu finden, insbesondere im hochkomplexen städtischen Kontext, und daher gibt es nur wenige Erfahrungen oder Geschäftsmodelle, um Erkenntnisse über die Wirtschaftlichkeit zu gewinnen. Um den langfristigen Erfolg eines Projekts zu gewährleisten, ist jedoch auch seine Finanzierbarkeit entscheidend. Während initiierte Projekte, wie weiter oben ausgeführt, während ihres eher organisch gewachsenen Entwicklungsprozesses mit dieser Herausforderung konfrontiert sind und ihr Geschäftsmodell kontinuierlich verbessern müssen, um erfolgreich zu sein, müssen geförderte öffentliche Projekte ihre wirtschaftliche Nachhaltigkeit nach Ablauf der Förderung sicherstellen. Daher sind eine gründliche Bewertung und ein solides Geschäftsmodell der Lösung in der Anfangsphase und sogar im Ausschreibungsverfahren von entscheidender Bedeutung, um die wirtschaftliche Nachhaltigkeit nach dem Ende der Finanzierung sicherzustellen.
- *Sektorübergreifende Zusammenarbeit und Open Innovation:* Um die Wirkung der Projekte zu maximieren, trägt die sektorübergreifende Zusammenarbeit bei miteinander verbundenen Themen dazu bei, die Wirkung zu erhöhen. Internationale Beispiele von Anwendungsfällen in der Mobilität zeigen, dass unter Laborumgebung oftmals mehrere miteinander verwobene Teilprojekte verstanden werden müssen (z. B. Qualität der Straßenoberfläche, Verkehrsfluss, Energie, Luftqualität und öffentliche Gesundheit etc.).
- *Multi-Stakeholder-Partnerschaft:* Die Einbindung von Interessensgruppen aus verschiedenen Sektoren bringt ein breites Spektrum an Fähigkeiten, Fachwissen und

unterschiedliche Perspektiven. Aus städtischer Sicht sind hier allen voran auch die Bürger:innen als potenzielle Anwender:innen und Nutznießer:innen zu nennen. Die Einbindung von Akteur:innen aus Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft führt zu starken Konsortien, die in der Lage sind, reale Probleme anzugehen und die ökologische Nachhaltigkeit und wissenschaftliche Fundiertheit zu gewährleisten.

- *Engagement und Einbeziehung der Bürger:innen:* Je nach der Herausforderung, die eine implementierte KI-Lösung zu bewältigen versucht, kann es notwendig sein, ein hohes Maß an öffentlichem und gemeinschaftlichem Engagement zu gewährleisten, das eine große Vielfalt von Teilnehmern umfasst. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Projekt auf Crowdsourcing als Methode angewiesen ist. Workshops und Outreach-Veranstaltungen tragen zur Sensibilisierung und zum besseren Verständnis innerhalb einer Gemeinschaft bei und bieten die Möglichkeit, direktes Feedback von potenziellen Nutzer:innen zu erhalten, was zum Erfolg des Projekts beiträgt.
- *Transparenz und Datenschutz:* Die Transparenz des Projekts steht in engem Zusammenhang mit dem Engagement der Gemeinschaft. Akzeptanz und ein zunehmendes öffentliches Engagement sind zu erwarten, wenn die Beteiligten wissen, wie und wo die Daten erhoben werden und wofür sie verwendet werden. Eine klare Kommunikation der Projektleitung an alle Beteiligten ist daher unerlässlich. Das Gleiche gilt für die Sicherstellung, dass das Projekt die Anforderungen der Datenschutz-Grundverordnung erfüllt, indem eine ständige Qualitätskontrolle eingeführt wird.
- *Kapazitätsaufbau und Schulungen:* Solange reale Implementierungen auf lange Sicht Personal erfordern, das die implementierten KI-gesteuerten Lösungen verwaltet und pflegt, ist die Einbeziehung von und enge Zusammenarbeit mit lokalen Partner:innen sehr zu empfehlen. Insbesondere in weniger entwickelten Ländern ist es jedoch wichtig, die Kenntnisse und Fähigkeiten der beteiligten Personen sicherzustellen, um das Projekt zu unterstützen. Aufgrund der unterschiedlichen Qualifikationsniveaus ist ein frühzeitiger und kontinuierlicher Aufbau von Kapazitäten und Schulungen während des gesamten Projektverlaufs sehr zu empfehlen, der von den lokalen Partner:innen geleitet werden sollte.
- *Aufbau von neuen Netzwerkstrukturen:* Hier liegt der Schwerpunkt auf der Zusammenführung von Technologieunternehmen, KMU und Anspruchsgruppen aus dem öffentlichen Sektor.
- *Unabhängigkeit und Universalität:* Es ist von entscheidender Bedeutung, eine unabhängige technische Entwicklung der KI zu gewährleisten, um zu vermeiden, dass die Ergebnisse und Leistungen die Interessen verbundener Parteien beeinflussen.

# 8 Verzeichnisse

## 8.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse – Ideendialog Wien Digital.....	20
Abbildung 2: Wertschöpfung im Reallabor (frei nach Michael Porters Value Chain) .....	21
Abbildung 3: KI-Pipeline für klimaneutrale Städte.....	29
Abbildung 4: Struktur - Mobile Mapping Reallabor .....	30
Abbildung 5: Leistungen und Lieferobjekte - Mobile Mapping Reallabor .....	33
Abbildung 6: Prozess-Pipeline für MMS-Daten .....	33

## 8.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Sondierungsphasen .....	17
Tabelle 2: Ergebnisse - Kano-Befragung der Expert:innen .....	23

## 8.3. Literaturverzeichnis

1. Sánchez-Rodríguez, A.; Soilán, M.; Cabaleiro, M.; Arias, P. Automated Inspection of Railway Tunnels' Power Line Using LiDAR Point Clouds. *Remote Sensing* 2019, 11, 2567.
2. Zhang, S.; Wang, C.; Yang, Z.; Chen, Y.; Li, J. AUTOMATIC RAILWAY POWER LINE EXTRACTION USING MOBILE LASER SCANNING DATA. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2016, XLI-B5, 615-619, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B5-615-2016.
3. Otero, R.; Laguela, S.; Garrido, I.; Arias, P. Mobile indoor mapping technologies: A review. *Automation in Construction* 2020, 120, 103399, doi:10.1016/j.autcon.2020.103399.
4. Barba, S.; Ferreyra, C.; Cotella, V.A.; Filippo, A.d.; Amalfitano, S. A SLAM Integrated Approach for Digital Heritage Documentation. In *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction*, 2021; pp. 27-39
5. Jaakkola, A.; Hyypä, J.; Kukko, A.; Yu, X.; Kaartinen, H.; Lehtomäki, M.; Lin, Y. A low-cost multi-sensoral mobile mapping system and its feasibility for tree measurements. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 2010, 65, 514-522, doi:10.1016/j.isprsjprs.2010.08.002.
6. Sánchez-Aparicio, L.J.; Mora, R.; Conde, B.; Maté-González, M.Á.; Sánchez-Aparicio, M.; González-Aguilera, D. Integration of a Wearable Mobile Mapping Solution and Advance Numerical Simulations for the Structural Analysis of Historical Constructions: A Case of Study in San Pedro Church (Palencia, Spain). *Remote Sensing* 2021, 13, 1252, doi:10.3390/rs13071252.
7. Maset, E.; Cucchiaro, S.; Cazorzi, F.; Crosilla, F.; Fusiello, A.; Beinat, A. Investigating the performance of a handheld mobile mapping system in different outdoor scenarios. *The*

8. Malinverni, E.S.; Pierdicca, R.; Bozzi, C.A.; Bartolucci, D. Evaluating a SLAM-Based Mobile Mapping System: a Methodological Comparison for 3D Heritage Scene Real-Time Reconstruction. In Proceedings of the Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, 22-24 Oct. 2018, 2018; pp. 265-270.
9. Sairam, N.; Nagarajan, S.; Ornitz, S. Development of Mobile Mapping System for 3D Road Asset Inventory. *Sensors* 2016, 16, 367, doi:10.3390/s16030367.
10. Stricker, R.; Eisenbach, M.; Sesselmann, M.; Debes, K.; Gross, H.M. Improving Visual Road Condition Assessment by Extensive Experiments on the Extended GAPs Dataset. In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 14-19 July 2019, 2019; pp. 1-8.
11. Aoki, K.; Yamamoto, K.; Shimamura, H. Evaluation model for pavement surface distress on 3D point clouds from mobile mapping system. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2012, 87-90, doi:10.5194/isprsarchives-XXXIX-B3-87-2012
12. Eisenbach, M.; Stricker, R.; Sesselmann, M.; Seichter, D.; Gross, H. Enhancing the quality of visual road condition assessment by deep learning. In Proceedings of the World Road Congress, 2019.
13. Radopoulou, S.C.; Brilakis, I. Improving Road Asset Condition Monitoring. *Transportation Research Procedia* 2016, 14, 3004-3012, doi:https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.436.
14. Wu, H.; Yao, L.; Xu, Z.; Li, Y.; Ao, X.; Chen, Q.; Li, Z.; Meng, B. Road pothole extraction and safety evaluation by integration of point cloud and images derived from mobile mapping sensors. *Advanced Engineering Informatics* 2019, 42, 100936, doi:10.1016/j.aei.2019.100936.
15. Douangphachanh, V.; Oneyama, H. Using smartphones to estimate road pavement condition. 2013.
16. Koloushani, M.; Ozguven, E.E.; Fatemi, A.; Tabibi, M. Mobile Mapping System-based Methodology to Perform Automated Road Safety Audits to Improve Horizontal Curve Safety on Rural Roadways. *Computational Research Progress in Applied Science & Engineering (CRPASE)* 2020, 6, 263-275.
17. Agina, S.; Shalkamy, A.; Gouda, M.; El-Basyouny, K. Automated Assessment of Passing Sight Distance on Rural Highways using Mobile LiDAR Data. *Transportation Research Record* 2021, 2675, 676-688, doi:10.1177/03611981211031235.
18. Gusella, L.; Adams, B.; Bitelli, G. Use of mobile mapping technology for post-disaster damage information collection and integration with remote sensing imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2007, 34.
19. Nikoohemat, S.; Diakit , A.A.; Zlatanova, S.; Vosselman, G. Indoor 3D reconstruction from point clouds for optimal routing in complex buildings to support disaster management. *Automation in Construction* 2020, 113, 103109, doi:https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103109.

20. Chiang, K.W.; Tsai, G.-J.; Zeng, J.C. Mobile Mapping Technologies. In *Urban Informatics*, Shi, W., Goodchild, M.F., Batty, M., Kwan, M.-P., Zhang, A., Eds.; The Urban Book Series; Springer Singapore: Singapore, 2021; pp. 439-465.
21. Holopainen, M.; Vastaranta, M.; Kankare, V.; Hyypä, H.; Vaaja, M.; Hyypä, J.; Liang, X.; Litkey, P.; Yu, X.; Kaartinen, H.; et al. The use of ALS, TLS and VLS measurements in mapping and monitoring urban trees. In *Proceedings of the Joint Urban Remote Sensing Event, 11-13 April 2011, 2011*; pp. 29-32.
22. Bienert, A.; Georgi, L.; Kunz, M.; von Oheimb, G.; Maas, H.-G. Automatic extraction and measurement of individual trees from mobile laser scanning point clouds of forests. *Annals of Botany* 2021, 128, 787-804, doi:10.1093/aob/mcab087.
23. Holopainen, M.; Kankare, V.; Vastaranta, M.; Liang, X.; Lin, Y.; Vaaja, M.; Yu, X.; Hyypä, J.; Hyypä, H.; Kaartinen, H.; et al. Tree mapping using airborne, terrestrial and mobile laser scanning – A case study in a heterogeneous urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening* 2013, 12, 546-553, doi:https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.06.002.
24. Rutzinger, M.; Pratihast, A.K.; Oude Elberink, S.; Vosselman, G. Detection and modelling of 3D trees from mobile laser scanning data. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci* 2010, 38, 520-525.
25. Pratihast, A.K.; Thakur, J.K. Urban Tree Detection Using Mobile Laser Scanning Data. In *Geospatial Techniques for Managing Environmental Resources*, Thakur, J.K., Singh, S.K., Ramanathan, A.L., Prasad, M.B.K., Gossel, W., Eds.; Springer Netherlands: Dordrecht, 2011; pp. 188-200.
26. Monnier, F.; Vallet, B.; Soheilian, B. Trees detection from laser point clouds acquired in dense urban areas by a mobile mapping system. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2012, I-3, 245-250, doi:10.5194/isprsannals-I-3-245-2012.
27. Herrero-Huerta, M.; Lindenbergh, R.; Rodríguez-González, P. Automatic tree parameter extraction by a Mobile LiDAR System in an urban context. *PLoS One* 2018, 13, e0196004, doi:10.1371/journal.pone.0196004.
28. Hassani, F. Documentation of cultural heritage; techniques, potentials, and constraints. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2015, XL-5/W7, 207-214, doi:10.5194/isprsarchives-XL-5-W7-207-2015.
29. Di Stefano, F.; Chiappini, S.; Gorreja, A.; Balestra, M.; Pierdicca, R. Mobile 3D scan LiDAR: a literature review. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 2021, 12, 2387-2429, doi:10.1080/19475705.2021.1964617.
30. Parsizadeh, F.; Ibrion, M.; Mokhtari, M.; Lein, H.; Nadim, F. Bam 2003 earthquake disaster: On the earthquake risk perception, resilience and earthquake culture – Cultural beliefs and cultural landscape of Qanats, gardens of Khorma trees and Argh-e Bam. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 2015, 14, 457-469, doi:https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.09.011.
31. Zlot, R.; Bosse, M.; Greenop, K.; Jarzab, Z.; Juckes, E.; Roberts, J. Efficiently capturing large, complex cultural heritage sites with a handheld mobile 3D laser mapping system. *Journal of Cultural Heritage* 2014, 15, 670-678, doi:10.1016/j.culher.2013.11.009.

32. Remondino, F. Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning. *Remote Sensing* 2011, 3, 1104-1138, doi:10.3390/rs3061104.
33. Rodríguez-Gonzálvez, P.; Jiménez Fernández-Palacios, B.; Muñoz-Nieto, Á.L.; Arias-Sanchez, P.; Gonzalez-Aguilera, D. Mobile LiDAR System: New Possibilities for the Documentation and Dissemination of Large Cultural Heritage Sites. *Remote Sensing* 2017, 9, 189, doi:10.3390/rs9030189.
34. Kubelka, V.; Oswald, L.; Pomerleau, F.; Colas, F.; Svoboda, T.; Reinstein, M. Robust Data Fusion of Multimodal Sensory Information for Mobile Robots. *Journal of Field Robotics* 2015, 32, 447-473, doi:https://doi.org/10.1002/rob.21535.
35. Simanek, J.; Kubelka, V.; Reinstein, M. Improving multi-modal data fusion by anomaly detection. *Autonomous Robots* 2015, 39, 139-154, doi:10.1007/s10514-015-9431-6.
36. Puente, I.; Gonzalez-Jorge, H.; Martinez-Sanchez, J.; Arias, P. Review of mobile mapping and surveying technologies. *Measurement* 2013, 46, 2127-2145, doi:10.1016/j.measurement.2013.03.006.
37. Blaser, S.; Meyer, J.; Nebiker, S.; Fricker, L.; Weber, D. Centimetre-accuracy in forests and urban canyons – combining a high-performance image-based mobile mapping backpack with new georeferencing methods. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2020, V-1-2020, 333-341, doi:10.5194/isprs-annals-V-1-2020-333-2020.
38. Liu, X.; Neuyen, M.; Yan, W.Q. Vehicle-Related Scene Understanding Using Deep Learning. In *Proceedings of the Pattern Recognition, Singapore, 2020//*, 2020; pp. 61-73.
39. Hofmarcher, M.; Unterthiner, T.; Arjona-Medina, J.; Klambauer, G.; Hochreiter, S.; Nessler, B. Visual Scene Understanding for Autonomous Driving Using Semantic Segmentation. In *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning*, Samek, W., Montavon, G., Vedaldi, A., Hansen, L.K., Müller, K.-R., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2019; pp. 285-296.
40. Pintore, G.; Ganovelli, F.; Gobbetti, E.; Scopigno, R. Mobile Mapping and Visualization of Indoor Structures to Simplify Scene Understanding and Location Awareness. In *Proceedings of the Computer Vision – ECCV 2016 Workshops, Cham, 2016//*, 2016; pp. 130-145.
41. Wald, J.; Tateno, K.; Sturm, J.; Navab, N.; Tombari, F. Real-Time Fully Incremental Scene Understanding on Mobile Platforms. *IEEE Robotics and Automation Letters* 2018, 3, 3402-3409, doi:10.1109/LRA.2018.2852782.
42. Wu, Z.; Deng, X.; Li, S.; Li, Y. OC-SLAM: Steadily Tracking and Mapping in Dynamic Environments. *Frontiers in Energy Research* 2021, 9, doi:10.3389/fenrg.2021.803631.
43. Csurka, G. A Comprehensive Survey on Domain Adaptation for Visual Applications. In *Domain Adaptation in Computer Vision Applications*, Csurka, G., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2017; pp. 1-35.
44. Dvornik, N.; Shmelkov, K.; Mairal, J.; Schmid, C. BlitzNet: A Real-Time Deep Network for Scene Understanding. In *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 22-29 Oct. 2017*, 2017; pp. 4174-4182.

45. Howard, A.G.; Zhu, M.; Chen, B.; Kalenichenko, D.; Wang, W.; Weyand, T.; Andreetto, M.; Adam, H. MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861 2017.
46. Schön, M.; Buchholz, M.; Dietmayer, K. MGNet: Monocular Geometric Scene Understanding for Autonomous Driving. In Proceedings of the 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), 10-17 Oct. 2021, 2021; pp. 15784-15795.
47. Chen, K.; Oldja, R.; Smolyanskiy, N.; Birchfield, S.; Popov, A.; Wehr, D.; Eden, I.; Pehserl, J. MVLidarNet: Real-Time Multi-Class Scene Understanding for Autonomous Driving Using Multiple Views. In Proceedings of the 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 24 Oct.-24 Jan. 2021, 2020; pp. 2288-2294.
48. Online-Quellen siehe Fußnoten

## 8.4. Abkürzungsverzeichnis

3D	Dreidimensional
BA	Bundle Adjustment
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DMI	Distance Measuring Instrument
GCP	Ground Control Points
GeoKI	KI-Modelle, die für die Analyse von Geodaten entwickelt werden
GNSS	Global Navigation Satellite System
IMU	Inertial Measurement Unit
IoT	Internet der Dinge/Internet of Things
KI	Künstliche Intelligenz (Begriff umfasst sämtliche gängigen Machine-Learning-Methoden)
LiDAR	Light Detection and Ranging
MMS	Mobile Mapping Systeme
OGD	Open Government Data
OI	Open Innovation
PoC	Proof-of-Concept/Machbarkeitsbeweis
THG	Treibhausgase

# 9 Anhang

## 9.1. Ideenwettbewerb Wien Digital

### Bewertungsschlüssel

Die Ideen wurden nach den folgenden Kriterien beurteilt:

- Bezug zur Klimathematik: 1 Punkt
- Bezug zu Sensorik und Messen: 1 Punkt
- Bezug zu IoT (vernetzte Daten): 1 Punkt
- KI kommt in der Lösung/Idee vor: 1 Punkt
- Qualität der Beschreibung ausreichend (Recherche, Referenzen): 1 Punkt
- Neuigkeit bzw. Innovationsanteil gegeben: 1 Punkt
- Aufwand bei der Umsetzung: niedrig 3 Punkte, mittel 2 Punkte, hoch 1 Punkt
- Nutzen für das Klima: niedrig 1 Punkt, mittel 2 Punkte, hoch 3 Punkte
- Umsetzbarkeit in der Stadt Wien: 1 Punkt

Maximal waren somit 13 Punkte pro Idee erreichbar.

Die Jury hat für die Bewertung noch diese Zusatzkriterien herangezogen:

- Bezug zur Klimathematik = 0 setzt Gesamtbewertung auf 0
- In der Stadt Wien umsetzbar = 0 setzt Gesamtbewertung auf 0
- Wenn KI und Sensor und IoT = 0 dann ist Gesamtbewertung auf 0
- Klima oder/und Umsetzbarkeit = 0 setzt Aufwand/Nutzen für das Klima auf 0

#### 1.1.1.1 Bewertung der einzelnen Punkte

Für die Beurteilung der einzelnen Punkte wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Umsetzbarkeit in der Stadt = 0 z.B.:
  - Wenn es nicht in der Hand/Entscheidungsbefugnis der Stadt Wien liegt
  - Rechtliche Grundlage zur Umsetzung nicht gegeben
  - Technische Umsetzung erscheint unrealistisch
  - Wenn die Qualität der Beschreibung der Idee widersprüchlich oder völlig unverständlich ist
- Qualität der Beschreibung = 0
  - Wenn die Beschreibung der Idee widersprüchlich oder völlig unverständlich ist
  - Wenn unzureichend recherchiert wurde
  - Wenn inhaltlich unzureichend ausgeführt (z.B.: Fragen erörtert, Lösung fehlt)
  - Wenn getroffene Annahmen nicht plausibel sind (z.B.: Die KI kann dann...)
- Nutzen für das Klima
  - Es wurde der Nutzen für das *Klima* bewertet, nicht für die Bürger:innen, Stadt, etc. ...
  - Eine genaue Bewertung hinsichtlich CO2-Footprint wurde durch das Bewertungsgremium nicht durchgeführt
  - Ressourceneinsparung und Schadstoffminderung wurden von dem Bewertungsgremium als nützlich bewertet
  - Mobilität: Reduktion von Wegen, Förderung von Radverkehr/Fußgänger wurden von dem Bewertungsgremium positiv bewertet
  - Bepflanzung, Begrünung und nachhaltige Energiegewinnung (Solar...) wurden von dem Bewertungsgremium positiv bewertet

- Aufwand bei der Umsetzung. Aufwandstreiber sind:
  - Hohe technische Komplexität oder technische Umsetzung unbekannt
  - Flächendeckende Umsetzung aufwändig
  - Wenn Nutzen nur bei Ausrollung in der ganzen Stadt gegeben ist
  - Hohe Anzahl von Sensorik- und Übertragungseinheiten
  - Hohe organisatorische Komplexität
  - Bei unzureichenden Informationen zur Beurteilung des Aufwandes wurde letzterer zumeist als hoch angenommen
- Neuigkeit bzw. Innovationsanteil gegeben = 0 wenn:
  - Schon umgesetzt (in Wien)
  - Idee ist bereits bekannt („Viele Google-Treffer dazu“)
  - Idee wurde von Fachabteilung in der Vergangenheit bereits als nicht sinnvoll umsetzbar bewertet

## Ergebnis des Ideenwettbewerbs

### Die besten Ideen nach Punkten:

- Automatische Bewässerung – 12 Punkte

*„Mit Hilfe von IoT (Auslesen der Bodenfeuchte) könnte eventuell eine automatische Bewässerung von z.B. landwirtschaftlich genutzten Flächen etc. genutzt werden. In weiterer Folge könnte dann mit KI die aktuelle Wetterlage einberechnet werden. Falls Regen in absehbarer Zeit vorausgesagt wird, dann könnte die Bewässerung ausgesetzt werden. Somit würden dann Wasserressourcen eingespart werden. Falls es nicht regnen sollte, würde sich dann die automatische Bewässerung aktivieren.“*

- Sackerl für Gackerl umweltfreundlicher gestalten – 12 Punkte

*„In Wien gibt es unzählige und auch gut genutzte Hundekot-Sackerlspender. Leider sind diese noch aus Plastik. Mein Vorschlag wäre diese gegen eine umweltfreundliche Variante zu ersetzen wie es auch in den Supermärkten z.B. schon gemacht wird. Dies wäre sicherlich für die Stadt Wien als auch in anderen Bundesländern gut und leicht umsetzbar.“*

*ad Info.: ggf. würde ein Sensor im Sackerlspender selbst auch Sinn machen damit in Bereichen wo diese ständig leer sind, diese gezielt und zeitnah wieder befüllt werden können ohne größere Leerwege in Kauf zu nehmen.“*

- Ampelschaltung dynamisch an Verkehrslage anpassen – 11 Punkte  
Ausgangslage

*Trotz aller Bemühungen, den öffentlichen Verkehr zu fördern, wird weiterhin ein erheblicher Teil der Menschen mit dem Auto in der Stadt unterwegs sein. Da man die Straßenkapazität nicht beliebig erweitern kann, stellt sich die Frage nach alternativen Stau-Auflösungsmöglichkeiten.*

*Die Idee ist, Bewegungsdaten und Sensoren zu nutzen, um stark verstopfte Straßenabschnitte zu ermitteln und aufgrund dieser Daten die Ampelschaltung für die betroffenen Verkehrsrouten dynamisch zu adaptieren.*

*Beispiel: zu Stoßzeiten haben viele Autofahrer:innen auf der Vorrangstraße rot, weil in statischen Intervallen auch die kleine, kreuzende Gasse auf grün schaltet. Von dort fahren jedoch verhältnismäßig viel weniger Autos ein.*

*Zur Hauptverkehrszeit könnte man das Intervall der kleineren Gasse zugunsten der Vorrangstraße so lange erhöhen, bis sich die Lage gebessert hat.*

Wie im Supermarkt, wo anlassbezogen Kassen geöffnet werden, um Spitzen abzudecken.

### Datenquellen

Mögliche Quellen könnten Bewegungsdaten der Bürger:innen sein (Smartphone, am besten integriert über eine der Stadt Wien-Apps) oder durch Ausgabe von anderen Sensorik-Produkten (ähnlich wie AirTags).

Die Daten könnten mit zusätzlichen Sensoren an Ampelanlagen angereichert werden.

- Origami-Solaresegl – 11 Punkte

Die NASA denkt darüber nach, wie sie die japanische Faltkunst Origami für das Entfalten und Zusammenfallen von Sonnensegeln im Weltraum nützen könnte. Von da war es (für mich) nur mehr ein kleiner Schritt (aber vielleicht ein größerer für die Stadt Wien), mir folgendes zu überlegen:

Im Sommer entstehen Hitzeinseln in unserer Stadt. Entlang der Klimakrise werden diese zunehmen. Wie man diese aufspüren könnte, ist bereits als Idee dieses Wettbewerbs genannt worden. Ob es sich bei diesen Hitzeinseln um Plätze oder Straßenzüge etc. handelt, ist egal. Man könnte sie – sensorgesteuert – mit Sonnensegeln abschatten, und wenn die Sonneneinstrahlung wieder nachlässt, könnte man sie wieder „einrollen“. Bei den Sonnensegeln denke ich aber nicht an Segeln aus Segeltuch, die man auf- und abwickelt. Stattdessen denke ich an zusammengeklappte Solarmodule, die sich bei starker Hitze und/oder Sonneneinstrahlung entfalten, und wenn die Hitze vorbei ist, falten sie sich wieder zu raumsparenden Gebilden zusammen. Sie erfüllen zwei Funktionen: Stromgewinnung und Abschattung.

Im beiliegenden Video des u.a. Standard-Artikels werden einige Formen (rund, rechteckig etc.) für potentielle Solarsegeln vorgestellt, die unter Anwendung von Origami, elegant zusammengeklappt werden können. Sie mögen als Appetizer dienen ...

### Quellen:

„Origami inspiriert Technologie für den Weltraum“, Der Standard, 30.09.2017<sup>29</sup>

- Füllstand der zur Verfügung stehenden Erde auf den Mistplätzen – 11 Punkte  
Es wäre cool über Sensorik herauszufinden, auf welchem Platz welche Menge derzeit zur freien Entnahme kommen kann.

- Kalte Nahwärmesysteme – 11 Punkte

Der Standard berichtete darüber, dass ein gründerzeitlicher Wohnblock in Wien Hernals (Geblergasse) nachhaltig saniert wurde und nun CO<sub>2</sub>-neutral betrieben werden kann. Diese Initiative erhielt den Stadterneuerungspreis.

Zwischen den Gebäuden wurde ein sogenanntes Anergienetz installiert. Das ist ein Rohrleitungssystem zwischen Gebäuden, in dem Wasser mit Temperaturen von vier bis 20 Grad (das liegt deutlich unterhalb der Temperaturen herkömmlicher Fern- und Nahwärmesysteme) fließt. Die Rohre verbinden zudem drei Anlagenteile miteinander: Wärmequellen, Wärmespeicher und Wärmeverbraucher: Im Sommer wird Wärme im Überfluss gesammelt und in den Boden geschickt, um sie für den Winter zu speichern. Gleichzeitig werden die Leitungen der Fußbodenheizung während der heißen Monate mit dem Rücklauf aus den Erdsonden mit rund 20 Grad kühlem Wasser durchgespült. Dadurch entsteht eine CO<sub>2</sub>-freie Temperierung der Räume, die nicht wie eine Klimaanlage zusätzlich heiße Luft in die Stadt hinausbläst.

---

<sup>29</sup> Vgl. <https://www.derstandard.at/story/2000064864389/origami-inspiriert-technologie-fuer-den-weltraum> (abgerufen am 09.08.2022)

*Die Kosten dieser Geothermie-Solar-Wärmepumpen-Anlage wurden in einer Machbarkeitsstudie mit den Kosten zweier anderer Energiesysteme verglichen: Erdgas und Fernwärme. Gerechnet auf 20 Jahre verursachen Erdgas und das CO<sub>2</sub>-freie Versorgungssystem ähnliche Kosten, Fernwärme liegt sogar etwas darüber.*

*Kalte Wärmenetze können von einer Vielzahl häufig regenerativer Wärmequellen gespeist werden und erlauben die simultane Produktion von Wärme und Kälte. Da die Betriebstemperaturen nicht ausreichend sind für die Warmwasser- und Heizwärmeproduktion, wird die Temperatur beim Abnehmer mittels Wärmepumpen auf das erforderliche Niveau angehoben. Auf die gleiche Art und Weise kann auch Kälte produziert werden und die Abwärme ins Wärmenetz zurückgespeist werden. Auf diese Weise sind Angeschlossene nicht nur Kunden, sondern können als „Prosumer:innen“ fungieren, die abhängig von den jeweiligen Umständen sowohl Wärme konsumieren oder produzieren können.*

- *Damit die an das Energienetz angeschlossenen Einheiten Wärme und Kälte austauschen und ihre Besitzer als Konsumenten oder Prosumenten fungieren können, sind die Temperaturen aller Verbindungsleitungen laufend zu messen. Daher sind diese Leitungen mit Sensoren (IoT) auszustatten. Ihre Messergebnisse werden einem softwaretechnischen Managementsystem (KI) zur Verfügung gestellt, um den Ausgleich von Wärme- und Kältemengen elektronisch zu gewährleisten. Es ist nun eine Geschmacksfrage, wie man die KI dazu organisiert: Lässt man sie als zentrale Blackbox, ohne Zutun der beteiligten Personen, arbeiten oder kreiert man eine App, mit der die Pro- und Konsumenten Angebot und Nachfrage von Wärme und Kälte (abseits pekuniärer Interessen?) wie auf einer Trading-Plattform „handeln“ können? Oder könnte es so etwas wie eine hybride Lösung dafür geben, welche sich sowohl um den Ausgleich der wichtigsten Grundlasten kümmert als auch zum Zweck der Feinabstimmung aller Bedarfsdeckungen den beteiligten Personen begrenzte Eingriffe via App ermöglicht.*

*Wenn das oben genannte und preisausgezeichnete System sich als virales Role-Model erweist, werden im Laufe der nächsten Jahre und Jahrzehnte zahlreiche Gebäudekomplexe in dieser Weise saniert, adaptiert oder gebaut werden. Diese Gebäude werden nicht mit einem Schlag, sondern sukzessive auf den Plan treten. Das IT-Konzept sollte daher diese Gebäude vergleichsweise wie Bausteine betrachten, die in das bereits bestehende System zusätzlich aufgenommen werden können. Auf diese Weise würde ein allmählich anwachsendes von der IT begleitetes Energienetz entstehen.*

*Quellen:*

- *„Abkühlung im Altbau ohne Klimaanlage“, Der Standard, 26.06.2021*
- *„Kalte Nahwärme“, Wikipedia, 22.08.2021*
- Aktuelle Notwendigkeit zum Gießen von Grünanlagen – 11 Punkte  
*„Ich wohne in der Seestadt und hier gibt es wie in vielen anderen Bereichen der Stadt Wien leider sehr viel Beton. Jedoch gibt es immer mehr Bepflanzungen, welche hier gesetzt werden. Über Messung mit Sensoren könnten man den Bedarf analysieren, ob und wie hoch der aktuelle Bedarf ist Pflanzen zu bewässern und abhängig der IOT Daten zum Beispiel Routenplanungen erarbeiten. Auch der Ansatz diese mit AI zu kombinieren, um zum Beispiel den Bewohnern von Wien die Möglichkeit zu geben hier zu diesem Thema einzumelden wäre ein toller Anlassfall (Fragestellung der Bewohner an den Chatbot. Gibt es die Möglichkeit in meinem direkten Umfeld die Bewässerung zu unterstützen)“*



Speicher  
Rebound-Effekte

Grundlagen  
Forschung

Anwendungsphase  
Experiment | Vor dem Markt

Umsetzung  
F&E-Berater  
Ressourcen Koordination  
Projektmanagement

Stakeholder

OGD not  
must  
Data RL

open =  
Konsortium

0% — 50% — 100%  
Förderung  
→ Expatrie  
• Begleitung  
• Netzwerke



Stage Gate Modell

TU/GIS  
AIT

Dissertant:innen / Vis  
SchulMuc (Digitaler Zertifikat)  
w. Wegpunkt  
Local 00 Dip off Rahmen  
VR Vis

Fraunhofer (VIT / Dip off Rahmen)  
Sonder

Mobilyse Intel (Beispielt Sensor)  
Berlin, Aufprobung  
Völk - i -

Land Wj PNS  
Bild  
Arbeitskreis MS

Europas

ZATG  
Cloudflight

Bau |  
B/Wood

Riepel (Digital 3D Dosten)

