

MCube

Münchner Cluster für die Zukunft
der Mobilität in Metropolregionen



TrEx

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I: Kurzbericht - Darstellung des Projektergebnisses

Zukunftscluster MCube: TrEx - Transformative Mobilitätsexperimente

01.11.2021 – 31.10.2024

„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03ZU1105EA gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.“

Zuwendungsempfängerin:

Technischen Universität München
Arcisstr. 21
80333 München
www.tum.de

Ausführende Stellen:

Professur für Innovationsforschung
Department of Science, Technology and Society / TUM School of Social Sciences and
Technology

Professur für Urban Design
TUM School of Engineering and Design

1. Ursprüngliche Aufgabenstellung

Das Projekt TrEx hatte zum Ziel, Experimente für nachhaltige und skalierbare Mobilitätstransformationen systematisch zu verstehen, partizipativ weiterzuentwickeln, praxisnah auszutesten und mit neuen Tools sowie Perspektiven zu stärken. In der sozialwissenschaftlichen Literatur zur Transformation soziotechnischer Systeme, wie der urbanen Mobilität, ist in den letzten Jahren ein Trend zum Experimentalismus zu beobachten – sowohl als Phänomen als auch als methodischer Ansatz. Daher zielten wir darauf ab, Lernerfahrungen für urbane Resilienz, Prototypen für Bürger*innen-orientierte Transformationsszenarien und die iterative Entwicklung von standardisierten Prozessen zur wirtschaftlich anschlussfähigen, verantwortungsvollen und sicheren Implementierung von Mobilitätsinnovationen zu schaffen. Neben der Prozessebene sollte neue Mobilität auch lokal erfahrbar gemacht werden, beispielsweise in „Mini-Experimenten“. Für die F&E-Vorhaben des Clusters stellte TrEx Begleitforschung und Beratung bereit.

2. Ablauf des Vorhabens

TrEx beschäftigte sich im Verlauf des Vorhabens transdisziplinär mit drei für Mobilitätstransformationen relevanten Experiment-Arten:

- (1) TrEx fokussierte sich auf die Untersuchung von **natürlichen Experimenten und Krisenerfahrungen**. Auf Basis eines umfassenden Vergleichs europäischer Metropolen analysierte das Projekt Transformationspotenziale für nachhaltige Mobilität im Kontext von Unsicherheit, Krisen und Resilienz.
- (2) Im Projektverlauf widmete sich TrEx dem Bereich **alltagsweltlicher (sozialer) Experimente**, bei dem zukunftsgerichtete alternative Alltagswelten für eine langfristige sozialökologische Transformation modellhaft entwickelt wurden. Mithilfe von Fokusgruppen wurde Fachwissen erschlossen, und auf Basis von Bürger*innen-Befragungen wurden experimentelle Alltagswelten ko-kreativ mit Anwohnerinnen entwickelt, wodurch lebensweltliche Erfahrungen zugänglich gemacht wurden.
- (3) Im Bereich **Innovationsexperimente und Reallabore** verfolgten wir einen fallstudienbasierten Ansatz, bei dem aus der Untersuchung konkreter, geeigneter unternehmerischer Reallabore und MCube-Testversuche, kombiniert mit Expert*inneninterviews, teilnehmenden Beobachtungen und Workshops, generalisierbare Governance-Einsichten zu Reallaboren gewonnen wurden. Diese wurden zurückgespiegelt, um standardisierte Prozesse zur wirtschaftlich anschlussfähigen, verantwortungsvollen und sicheren Implementierung von Experimentieransätzen zu entwickeln.

3. Wesentliche Ergebnisse

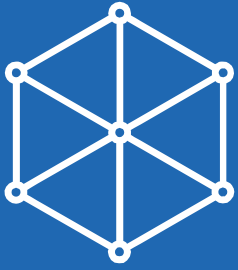
Im Sinne der Anwendbarkeit beantworteten wir die Aufgabenstellung nicht nur auf konzeptioneller Ebene, sondern entwickelten auch **konkrete Empfehlungen**, wie die Experimentierpraxis von Städten, Unternehmen und Forschungseinrichtungen so gestaltet werden kann, dass sie möglichst effektiv zur Gestaltung und Umsetzung nachhaltiger und sozial gerechter Mobilitätszukünfte beiträgt. In **Workshops** und **Pilotprojekten** wurden die erarbeiteten Empfehlungen auf ihre Praxistauglichkeit geprüft und weiter verfeinert.

Das erste zentrale Ergebnis des Projekts liegt im umfangreichen **Wissensaufbau zu experimentellen Ansätzen** in der städtischen Mobilitätsinnovation und -planung sowie den Zukunftsperspektiven der städtischen Bevölkerung in München. Wir verglichen und untersuchten die Erfahrungen europäischer Städte, die vor Ausbruch der Coronapandemie – unter anderem aufgrund unterschiedlicher mobilitätspolitischer Herausforderungen, Schwerpunkte und Prioritäten – an verschiedenen Punkten der Mobilitätswende standen. Dadurch konnten wir aufzeigen, welche mobilitätspolitischen Konfigurationen zu mehr oder weniger Resilienz beitrugen und wie unterschiedliche Städte den Mobilitätsherausforderungen der Pandemie begegneten. Ebenfalls auf europäischer Ebene analysierte das Projekt die Mobilitätsstrategien europäischer Städte, um die verschiedenen Rollen von Experimentieransätzen im städtischen Kontext zu verstehen und deren Transferpotenziale zu erkunden. Beide Erkenntnisse wurden in Form von **Policy-Briefs** veröffentlicht.

Ein weiteres Ergebnis des Wissensaufbaus durch experimentelle Methoden betrifft die Zukunftsvisionen der Bürger*innen in München. Angesichts aktueller Krisen und des Bedarfs an resilienter Mobilitätsplanung ermöglichte die **Entwicklung alternativer Alltagswelten**, das Alltagswissen der Bevölkerung zugänglich zu machen. Die starke Einbindung der Bürger*innen sorgte für plausiblere und glaubwürdigere Szenarien und hatte gleichzeitig eine kommunikativ-diskursive Wirkung. Unsere Forschung trug dazu bei, dass Bürger*innen lernten, wissenschaftlich begleitet über mögliche Zukünfte nachzudenken, sich mit diesen zu identifizieren, eigene Wünsche zu formulieren und diese letztlich auch an politische Entscheidungsträger*innen weiterzugeben.

Das zweite zentrale Ergebnis des Projekts bestand in der erfolgreichen **Kooperation** von Akteur*innen, darunter Bürger*innen, Forschende, städtische Verwaltung und Unternehmen. Diese Zusammenarbeit förderte den **Wissensaustausch und -transfer** zu den Kernthemen Mobilitätsvisionen, Reallabore und resilienter Mobilität in Städten. Möglichkeiten des „Verantwortungsvollen Experimentierens“ im städtischen Kontext von München wurden durch eine ko-kreative **Workshop-Reihe mit Praxisakteur*innen** entwickelt. Resiliente Mobilitätsplanung wurde in einem Online-Workshop mit Gesprächspartner*innen aus verschiedenen Städten diskutiert, und die Ergebnisse flossen in konkrete **Innovationsempfehlungen** sowie in die Vorbereitung der zweiten MCube-Phase ein. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Zivilgesellschaft gelang es, das Wissen über Mobilitätszukünfte dauerhaft in die breitere Öffentlichkeit zu tragen. Dies geschah unter anderem durch **Ausstellungen und Zukunfts-Foren im öffentlichen Raum oder in Museen**. Außerdem wurde ein **Szenarienbuch** erstellt, das alternative Alltagswelten aufzeigt.

Das dritte zentrale Ergebnis betrifft das **Experimentieren im Unternehmenskontext**. Durch die transdisziplinäre Zusammenarbeit mit Unternehmensbeteiligung wurden Mobilitätslösungen auch am Arbeitsplatz in **Mini-Experimenten** erprobt. Besonders eindrucksvoll zeigte sich hierbei, dass aus lokal erprobten Experimenten **übertragbare Lösungen für das betriebliche Mobilitätsmanagement** abgeleitet werden können. Im Hinblick auf das Experimentieren in unternehmerischen Kontexten erarbeiteten wir zudem, unter der Federführung der SAP SE, eine **Systemarchitektur für den Einsatz von Reallaborprozessen** in der Produktentwicklung für unternehmerische Mobilitätslösungen. Diese Systemarchitektur bietet eine zentrale Orientierung in Innovationsprozessen, bei denen Experimentieren und Prototyping von Mobilitätsprodukten im Vordergrund stehen.



MCube

Münchner Cluster für die Zukunft
der Mobilität in Metropolregionen

TrEx

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil II: Eingehende Darstellung

Zukunftscluster MCube: TrEx – Transformative Mobilitätsexperimente

01.11.2021 – 31.10.2024

„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03ZU1105EA gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.“

Zuwendungsempfängerin:

Technischen Universität München
Arcisstr. 21
80333 München
www.tum.de

Ausführende Stellen:

Professur für Innovationsforschung (TUM IF)
TUM School of Social Sciences and Technology

Professur für Urban Design (TUM DU)
TUM School of Engineering and Design

1. Verwendung der Zuwendung

Der Großteil der Förderung (90%) der dreijährigen ersten Umsetzungsphase wurde wie geplant für die Finanzierung von Personalkosten in Höhe von insgesamt 832.286,13 € aufgewendet. Dabei wurden wissenschaftliche Mitarbeiter:innen an den Professuren für Innovationsforschung und Urban Design der Technischen Universität München finanziert. Die Mitarbeitenden konzentrierten sich ausschließlich auf die erfolgreiche Durchführung des Projekts im Zeitraum von November 2021 bis Ende Oktober 2024. Ihre vereinte Expertise trug entscheidend zur Erreichung der Projektziele bei, die unter anderem die Untersuchung von Krisenresilienz in urbanen Mobilitätssystemen sowie die Entwicklung nachhaltiger Lösungen zur Förderung der Stadt- und Verkehrsplanung umfassten. Studentische Mitarbeitende unterstützten die Wissenschaftler:innen bei Ihrer Arbeit. Hier fielen Kosten in Höhe von 31.038,98 € an.

Bei den Sachkosten entfiel der größte Teil der Förderung auf Reisekosten in Höhe von insgesamt 45.914,43 €, um projektbezogene Konferenzen und Forschungstreffen zu ermöglichen und den Austausch zwischen den beteiligten Projektpartnern zu fördern. Für die Kategorie „Vergabe von Aufträgen“ wurden Kosten in Höhe von 11.787,17 € ausgegeben. Diese Mittel wurden genutzt, um spezialisierte externe Leistungen einzubeziehen, die das Projekt durch zusätzliche technische Expertise unterstützten. Kleinere Beträge wurden außerdem für Verwaltungsausgaben (3.123,99 €) sowie für den Erwerb von Gegenständen unter 800 € (355,29 €) verwendet.

Diese gezielte und strategische Verwendung der Fördermittel ermöglichte eine effiziente Umsetzung der Projektziele und den Aufbau nachhaltiger Forschungskapazitäten im Bereich städtischer Krisenresilienz, transformativer Experimente und Mobilität.

Im Laufe des Projekts ergaben sich inhaltlich und organisatorisch bedingte Änderungen im Budget, die der zielgerichteten Umsetzung der Projektinhalte sowie der fachlichen Qualitätssicherung dienten. Die Anpassungen erfolgten im Rahmen der förderrechtlichen Bestimmungen und werden im Folgenden dargestellt:

1. Zusätzliche Inlandsreisen

Im Zuge intensiver Netzwerk- und Disseminationsaktivitäten wurden weitere Inlandsreisen zu wissenschaftlichen Tagungen, Fachworkshops und Konferenzen durchgeführt. Diese Reisen dienten insbesondere dem Austausch mit Fach-Communities, der Projektvorstellung sowie der Reflexion und Weiterentwicklung der Forschungsergebnisse. Besucht wurden unter anderem:

- Karlsruhe – Tagung „Nachhaltig wirken“
- München – 17. Jahrestagung des AK Mobilität
- Bielefeld – 41. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Soziologie
- Berlin – 5. INSIST-Nachwuchstagung
- Berlin – Fachworkshop
- Frankfurt – 18. Jahrestagung des Arbeitskreises „Mobilität und Verkehr“
- Aachen – STS-hub Germany: Circulations
- Hamburg – Benchmarkreise
- Frankfurt – Deutscher Kongress für Geographie (DKG)
- München – mobil.TUM 2024

- Dresden – Reallabortagung: *Reallabore – ExperimentierRäume für den Weg in eine nachhaltige Gesellschaft*
- Berlin – Wissenschaftliches Symposium am WZB: *Forschung zur integrativen Mobilitätswende 2024*
- Köln – Jahrestagung AK Mobilität und Verkehr (DGG)
- Göttingen – Deutsche Vereinigung für Politikwissenschaft
- Aachen – Konferenz *Knowledge Transfer in and through Living Labs*
- Berlin – InnoNation Festival *Scaling Solutions*

2. Zusätzliche Auslandsreisen

Zur internationalen Vernetzung, Ergebnisverbreitung und Teilnahme an relevanten Fachtagungen wurden zusätzliche Auslandsreisen durchgeführt. Diese Maßnahmen unterstützten die internationale Sichtbarkeit des Projekts und ermöglichten den Austausch mit internationalen Partnerinstitutionen. Besuchte Veranstaltungen und Reiseziele:

- Turin (Italien) – Open Living Lab Days (OLLD)
- Los Angeles (USA) – Annual Meeting der American Sociological Association (ASA)
- Göteborg (Schweden) – Internat. Conference on Traffic and Transport Psychology (ICTTP)
- Graz – STS Conference
- Bologna – STS Italia Conference
- Wien – Kongress der Österreichischen Gesellschaft für Soziologie (Kritische Zeiten)
- Paris – AESOP Annual Congress 2024
- London – RGS-IBG Annual International Conference 2024
- San Sebastián (Spanien) – Summer School The Transformation Challenge: Re-thinking Cultures of Research
- Amsterdam (Niederlande) – EASST/4S Joint Conference
- Zürich – Co-Organisation am Science Democracy Network an der ETH Zürich
- Boston (USA) – Vernetzungstreffen mit MIT Mobility Initiatives

3. Sonstige allgemeine Verwaltungsausgaben (Position 0843)

Im Bereich der allgemeinen Verwaltungsausgaben wurden folgende projektbezogene Leistungen beauftragt bzw. umgesetzt:

- Transkriptions- und Übersetzungsarbeiten zur Auswertung qualitativer Erhebungen in Höhe von 5.548,04 €
- Gestaltung einer Innovationsempfehlung zur Präsentation policy-relevanter Ergebnisse in Höhe von 1.178,10 €
- Druckkosten für eine Erkenntnisbroschüre (650 €) sowie ein Szenarienhandbuch (900 €)

Diese Maßnahmen unterstützten die Ergebnisaufbereitung, den Wissenstransfer sowie die Dissemination in praxisnahe Zielgruppen.

2. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

AP 1 „Natürliche Experimente“ - Krisen und Resilienz in Metropolregionen

AP 1.1. Covid-19 Assessment

Die Mobilitätspolitik in acht europäischen Metropolregionen wurde umfassend analysiert. Im Rahmen des Projekts wurden die Mobilitätsstrategien der Städte Barcelona, Brüssel, Kopenhagen, Dublin, Lissabon, Madrid, München und Paris sowohl vor als auch während der Covid-19-Pandemie untersucht. Für diese Analyse wurden mobilitätsrelevante Berichte, Pressemitteilungen, Strategiedokumente und Sitzungsprotokolle systematisch ausgewertet. Eine qualitative Dokumentenanalyse ermöglichte es, zentrale Resilienz- und Transitionsstrategien zu erfassen und zu untersuchen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden in einen Policy Brief (Meinherz & Middleton 2023) und eine wissenschaftliche Publikation (Meinherz & Wentland 2024) integriert. Der Policy Brief wurde zudem auf der IAA Mobility 2023 am Stand des M-Cube-Projekts einem breiten Publikum präsentiert.

Die Pandemie beeinflusste die Mobilitätssysteme und -politiken der Städte unterschiedlich. Die Untersuchung zeigt auf, dass die Pandemie Mobilitätssysteme und -politische Maßnahmen in Städten beeinflusste, die sich jeweils in unterschiedlichen Entwicklungsphasen der Mobilitätswende befanden und zum Teil stark abweichende politische Ziele verfolgten. Die Analyse verdeutlicht, mit welchen spezifischen Maßnahmen die Städte auf die pandemiebedingten Herausforderungen reagierten und inwiefern diese Maßnahmen in ihre mittel- und langfristigen Mobilitätsstrategien integriert wurden.

Die Pandemie wirkte beschleunigend, aber nicht transformierend. Ein zentrales Ergebnis der Untersuchung ist, dass die Pandemie bestehende Mobilitätsziele in den meisten Städten tendenziell gestärkt und die Implementierung infrastruktureller Veränderungen sowie innovativer Maßnahmen beschleunigt hat. Ein grundlegender Wandel in der Mobilitätspolitik oder die Entwicklung völlig neuer Strategien zur Mobilitätswende war jedoch nicht festzustellen.

AP 1.2. Vergleichsstudie: Krisen und Resilienz in EU-Metropolen

Vertiefte Feldforschung in vier europäischen Metropolregionen identifizierte Schlüsselfaktoren für eine resiliente Mobilitätswende. Im Rahmen des Arbeitspakets 1.1 wurden in Lissabon, Kopenhagen, Madrid und München vertiefte Feldforschungen durchgeführt, um die Bedingungen für eine resiliente Mobilitätswende zu untersuchen. Die Städte wurden aufgrund ihrer unterschiedlichen mobilitätspolitischen Schwerpunkte und Herausforderungen ausgewählt, die sie sowohl vor als auch während der Covid-19-Pandemie prägten.

Längere Feldaufenthalte ermöglichten direkte Dokumentation und Analyse von Mobilitätsanpassungen. In Lissabon, Kopenhagen und Madrid wurden längere Feldaufenthalte genutzt, um die Mobilitätsinfrastruktur sowie pandemiebedingte Neuerungen und Anpassungen vor Ort zu dokumentieren. Ergänzend zu den Beobachtungen wurden in allen vier Städten Gespräche mit Vertretern der städtischen Verwaltung, Politik, mobilitätsrelevanten Verbänden und Planungsbüros geführt. Ursprünglich geplante Datenerhebungen in Paris wurden aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit von Ansprechpartner:innen während der AESOP-

Jahrestagung 2024 durch eine Teilnahme an den Walking Tours der Konferenz ersetzt, wodurch dennoch wertvolle Einblicke in die Pariser Mobilitätsinnovationen gewonnen werden konnten.

Die Untersuchungsergebnisse wurden praxisnah in einer Innovationsempfehlung aufbereitet.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der Innovationsempfehlung (Meinherz & Ruf, 2024) praxisnah aufbereitet, und weitere wissenschaftliche Publikationen sind derzeit in Vorbereitung. Diese Arbeiten analysieren den Zusammenhang zwischen kurzfristigen Lösungen und langfristiger Projektplanung als Voraussetzung für resilientere Mobilitätsansätze und entsprechen dem Meilenstein 5, „Forschungsbericht: Faktoren urbaner Resilienz im europäischen Vergleich“.

Die Pandemie wirkte als Beschleuniger der Mobilitätswende, förderte jedoch auch Herausforderungen.

Die Erkenntnisse zeigen, dass die Pandemie die Mobilitätswende – insbesondere bei der Förderung des Rad- und Fußverkehrs sowie der Schaffung öffentlicher Räume – als Beschleuniger unterstützte. Gleichzeitig stellte sie den ÖPNV und die Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) vor große Herausforderungen. Die Analyse dokumentierte Strategien, durch die Städte einem Einbruch der ÖPNV-Nutzung entgegenwirkten und zur Verstetigung temporärer Maßnahmen zugunsten des Rad- und Fußverkehrs beitrugen, selbst unter politischen Widerständen gegenüber mobilitätspolitischen Innovationen.

AP 1.3. Definition und Umsetzung „Mini-Experimente“

Kopenhagen als Modellstadt für Radverkehrsinfrastruktur und München als Pilotstadt für Mobilitätspunkte lieferten wertvolle Erkenntnisse für Resilienzpfade in der urbanen Mobilität.

Im Rahmen einer vertieften Best-Practice-Analyse wurde Kopenhagen intensiv als Modell für Radverkehrsinfrastruktur untersucht. Eine Exkursion vor Ort ermöglichte es, die dortigen Strategien zur Förderung des Radverkehrs detailliert zu dokumentieren. Parallel dazu pilotierte die Stadt München im Jahr 2022 Mobilitätspunkte im öffentlichen Raum durch das „Citizen Mobility“-Programm. Beide Städte lieferten entscheidende Grundlagen für die Entwicklung von sogenannten Resilienzpfaden, die resiliente städtische Mobilitätslösungen aufzeigen.

Die Erkenntnisse führten zur Entwicklung prototypischer „TrExperimente“ als rasch umsetzbare Maßnahmen.

Basierend auf den Ergebnissen wurden „TrExperimente“ als prototypische Maßnahmen entwickelt, die praxisnahe Lösungen zur Akzeptanz, Verhaltensänderungen und Gestaltungsmöglichkeiten resilienzorientierter Mobilitätsstrategien testen. Diese Experimente sind schnell umsetzbar und sollen insbesondere in halböffentlichen Räumen neue Erkenntnisse liefern.

Betriebliches Mobilitätsmanagement wurde als Fokusbereich identifiziert und pilotiert.

Die Analyse ergab, dass berufsbedingte Mobilität einen direkten Einfluss auf die Verkehrssituation in Städten und Regionen hat, weshalb der Schwerpunkt auf das betriebliche Mobilitätsmanagement gelegt wurde. In diesem Kontext wurden zwei Experimente am Munich Urban Colab durchgeführt, darunter Maßnahmen zur Verbesserung von Radabstellmöglichkeiten und die Einrichtung eines Mobilitätspunktes. Das Munich Urban Colab bot sich als Standort an, da es als halböffentlicher Raum bislang über keine ausreichende Abstellinfrastruktur für Radverkehr und Mikromobilität verfügte.

Ex-ante- und ex-post-Befragungen ermöglichten eine fundierte Evaluation der Maßnahmen.

Eine ex-ante-Befragung erfasste Mobilitätsmuster und die Zufriedenheit der Nutzer*innen mit der bestehenden Infrastruktur. Darauf basierend wurden spezifische Maßnahmen entwickelt und nach ihrer Umsetzung durch eine ex-post-Befragung evaluiert, um ihre Wirkung zu analysieren.

Die Erkenntnisse bildeten wertvolle Grundlagen für das Munich Resilience Lab und Meilenstein

3. Die Ergebnisse und Empfehlungen aus den „TrExperimenten“ flossen direkt in Workshops zur Konzeption des Munich Resilience Labs ein und stellten entscheidende Impulse für die Erreichung des Meilensteins 3 dar.

AP 1.4. Weiterentwicklung von Experimenten

Auf Grundlage der ex-post-Befragung wurden die Mini-Experimente gezielt angepasst und weiterentwickelt. Nach einer viermonatigen Laufzeit wurden die Maßnahmen auf Basis der Befragungsergebnisse in eine zweite Experimentierphase überführt, in der Mitarbeitende und Besucher:innen erneut Gelegenheit hatten, Feedback zur Optimierung der Maßnahmen zu geben.

Ein abschließender Leitfaden dokumentiert den Nutzen niedrigschwelliger Maßnahmen für das betriebliche Mobilitätsmanagement. Die Ergebnisse der Mini-Experimente sind in einem Leitfaden zusammengefasst, der zeigt, wie niedrigschwellige Mobilitätsmaßnahmen als Einstieg in das betriebliche Mobilitätsmanagement genutzt werden können und gleichzeitig bestehende Mobilitätsroutinen aufbrechen. Der Leitfaden dient als praxisnahe Orientierung für die Umsetzung einfacher und wirkungsvoller Mobilitätslösungen und bietet anderen Projekten eine wertvolle Unterstützung.

Die inhaltliche Fokussierung auf betriebliches Mobilitätsmanagement führte zu einer eingeschränkten Skalierung im Cluster. Da der Fokus der Mini-Experimente auf Maßnahmen im halböffentlichen Raum lag und sich zunehmend auf betriebliches Mobilitätsmanagement und Resilienzstrategien konzentrierte, ergaben sich keine direkten Synergien für eine Skalierung der Maßnahmen mit anderen MCube-Projekten. Dennoch wurden übergeordnete Workshops abgehalten, um Feedback zu Übertragbarkeit und Verstetigung der Maßnahmen zu sammeln (vgl. Arbeitspaket 1.5).

AP 1.5. - Validiertes Konzept "Munich Resilience Lab"

In einem mehrstufigen Workshopprozess wurde ein integriertes Verständnis für die Herausforderungen und Chancen disruptiver Ereignisse, wie der Coronapandemie, erarbeitet. Hierbei wurden Faktoren und Strukturen identifiziert, die eine resiliente, transformative Mobilitätspolitik unterstützen und gemeinsam mit den Akteur*innen der Mobilitätswende verifiziert. Diese Ergebnisse und die daraus entstandenen Publikationen bilden den Meilenstein 8, „Konzepte MUC Resilience Lab und Kompetenzzentrum Reallabore inkl. Visualisierungen“.

- **20. Juni 2022:** Im Austausch zwischen dem Munich Colab und Bloxhub Kopenhagen fand ein Workshop statt, der Teilnehmenden aus Kopenhagen und verschiedenen deutschen Städten ermöglichte, sich zu den pandemiebedingten Mobilitätsherausforderungen sowie zu Best Practices auszutauschen. Die Workshop-Ergebnisse dienten als Basis für

die Leitfäden, die Gesprächen im Rahmen der Feldforschung (AP 1.2.) zugrunde lagen. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass die gesammelten Daten auf bestehendem Wissen der Mobilitätsakteur*innen aufbauen und dieses erweitern.

- **28. September 2022:** Im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Bielefeld wurde eine Session zur Rolle von Experimenten in der städtischen Mobilitätspolitik durchgeführt. Forschende verschiedener Institutionen, die sich auf mobilitätsorientierte Reallabore und experimentelle Interventionen fokussieren, konnten in diesem Rahmen ihre Erfahrungen zur Gestaltung inklusiver und resilienter Transformationsprozesse austauschen. Auf Basis der Diskussionsergebnisse entstand eine wissenschaftliche Publikation (Meinherz et al. 2023).
- **6. Juni 2024:** Ein Online-Workshop brachte Gesprächspartner*innen aus den Städten Lissabon, Kopenhagen, Madrid und München zusammen, um die Ergebnisse sowie den ersten Entwurf einer Innovationsempfehlung zu diskutieren. Die Teilnehmenden nutzten die Gelegenheit zum Austausch mit Kolleginnen aus anderen Städten und schufen städteübergreifende Netzwerke, um die praktische Relevanz und Anwendbarkeit der in der Innovationsempfehlung formulierten Ansätze zu stärken. Nach dem Workshop wurde die finale Version der Innovationsempfehlung veröffentlicht (Meinherz & Ruf 2024).
- **20. Juni 2024:** Ein Workshop zur Rolle von Experimenten im betrieblichen Mobilitätsmanagement bot Vertreter*innen Münchner Mobilitätsunternehmen und der Stadt München die Möglichkeit, die wichtigsten Erkenntnisse der Mini-Experimente (AP 1.3.) zu diskutieren. Ziel war es, die Anwendungsmöglichkeiten der Ergebnisse auf unterschiedliche Unternehmenskontexte zu evaluieren. Diese Einsichten wurden anschließend in den Leitfaden zum betrieblichen Mobilitätsmanagement integriert (Heese 2024).
- **29. Juli 2024:** Die Ergebnisse des Arbeitspakets 1 wurden in einem TrEx-übergreifenden Konsolidierungsworkshop zusammen mit den Ergebnissen aus den APs 2 und 3 gebündelt und gemeinsam mit assoziierten Projektpartner*innen diskutiert und synthetisiert. Eine Zusammenführung der Projekterkenntnisse wurde erstellt und auf den Websites der beteiligten Lehrstühle und des MCube-Projekts veröffentlicht. Die Ergebnisse wurden zudem in der praxisorientierten Zeitschrift *KommP – Bayerische Kommunalpraxis* publiziert, die bayerische Kommunalverwaltungen adressiert (Meinherz et al. 2024).

Durch diesen mehrstufigen Prozess, der verschiedene Akteur:innengruppen frühzeitig und kontinuierlich einbezog, wurde sichergestellt, dass sich das Forschungsdesign und die daraus resultierenden Veröffentlichungen an den Bedarfen relevanter Akteur:innengruppen – wie Stadtverwaltungen, Mobilitätsdienstleistern und der Bevölkerung – orientierten. Das gewonnene Wissen zum verantwortungsvollen Experimentieren in der Mobilitätswende konnte so breit gestreut und in den Strategien der beteiligten Akteur*innen verankert werden. Zudem legte dieser Prozess die Grundlage für langfristige Kooperationen und zukünftige Austauschmöglichkeiten.

Beteiligte Personen im AP 1: Franziska Meinherz, Stefanie Ruf und Michael Mögele als wissenschaftliche Mitarbeiter:innen, Betsy Middleton als studentische Hilfskraft, Jana Heese als Projektverantwortliche am Digital Hub Mobility der UnternehmerTUM sowie Alexander Wentland in der Projektleitung.

AP 2 „Alltagsweltliche Experimente“ - Szenarien zur langfristigen sozialökologischen Transformation

AP 2.1 - Konzeptionelle Vorarbeit/Recherche

Erfolgskriterien für das Projektkonsortium wurden in vorbereitenden Interviews von AP 2.1 gemeinsam definiert. Ziel war es, sicherzustellen, dass die verschiedenen Perspektiven innerhalb des Konsortiums – insbesondere in Bezug auf Zukunftsvisionen für Mobilität und Transformation – ausreichend Berücksichtigung finden. Die Vorstellungen von Erfolg und den dazugehörigen Kriterien variierten erwartungsgemäß stark zwischen den Institutionen und beteiligten Personen. In einem Punkt bestand jedoch Einigkeit: Bürger:innen sollten im Mittelpunkt stehen und aktiv in die Prozesse eingebunden werden.

Ein Überblick zum Forschungsstand wurde mit Fokus auf explorative Methoden erstellt. Basierend auf den definierten Erfolgskriterien wurde eine Übersicht über den aktuellen Forschungsstand zur Zukunftsmobilität und zum bürgerschaftlichen Transformationspotenzial erarbeitet. Dabei lag der Schwerpunkt auf qualitativen, explorativen Methoden wie Fokusgruppen und Szenariotechniken, die sich als geeignete Instrumente zur Untersuchung von Expert:innenwissen (Fokusgruppen) und Alltagswissen (Szenariotechnik) erwiesen. Besonders die Szenariotechnik zeigte sich vielversprechend, da bisher keine systematische Übersicht zu diesem Thema existiert. Ein Referenzkatalog relevanter Literatur bildete die Grundlage für die weitere Planung des Forschungsablaufs und der Maßstäblichkeit des Forschungsfeldes.

Szenarien, räumlicher und zeitlicher Maßstab wurden nach Analyse relevanter Publikationen festgelegt. Die Literaturlauswertung ergab, dass meist zwei bis sechs Szenarien entwickelt werden (z. B. Bracher, 2006; Phleps, Feige & Zapp, 2015; LHM, 2016). Die räumlichen Untersuchungsmaßstäbe reichen von kleinen Einheiten, etwa Tälern (Wirth et al., 2014), bis zu nationalen Analysen (Shergold, Lyons & Hubers, 2015). Der Zeithorizont variiert zwischen naher Zukunft (2030) und fernerer Zukunftsszenarien bis 2050. Unter Berücksichtigung des stadtreionalen Fokus' von MCube und der Mobilitätsstrategien Münchens wurde die Region München als Untersuchungsgebiet und das Jahr 2035 als Zeithorizont festgelegt, mit vier Szenarien als angemessener Anzahl für eine detaillierte Ausarbeitung.

Erfolgskriterien und Forschungsansatz wurden auf dem ASA Annual Meeting präsentiert und publiziert. Die Erfolgskriterien wurden der wissenschaftlichen Fachöffentlichkeit auf dem ASA Annual Meeting vorgestellt. Der Forschungsablauf wurde zudem in einer Publikation des Münchner Forums beschrieben, und die Ergebnisse zu den Zukunftsszenarien sind in einem systematischen Review-Paper dokumentiert, das derzeit zur Veröffentlichung vorbereitet wird.

AP 2.2 - Fokusgruppen Stakeholder/Expert:innen

Gezielte Fokusgruppen lieferten wertvolles Expert:innenwissen zur Planung der Zukünfte-Workshops. Um die Zukünfte-Workshops mit Bürger:innen fundiert zu planen, wurden im Projekt gezielt Fokusgruppen durchgeführt. Grundlage bildeten Erkenntnisse aus der Covid-19-Pandemie, die experimentelle Ansätze und Transformationspotenziale aus AP 1 einbezogen. In einer dieser Gruppen wurden bisherige Mobilitätsexperimente in München kartiert und in Zusammenarbeit mit AP 3, dem Projektbaustein zu Reallaboren, auf der IAA 2023 und dem TUM Sustainability Day 2024 präsentiert. Eine dauerhafte Integration der Reallaborlandkarte in die Ausstellung des Deutschen Museums ist ebenfalls geplant.

Zusätzliche Fokusgruppen beleuchteten experimentelle Mobilitätsansätze und ihre Herausforderungen in anderen Städten. Im Munich Urban Co-Lab fanden zwei Fokusgruppen mit Teilnehmer:innen aus Städten wie Kopenhagen und Berlin statt, koordiniert mit AP 1. Ähnlich wie in München erkannten die Teilnehmer:innen pandemiebedingte Verschiebungen hin zum ÖPNV und zu Aufenthaltsflächen in urbanen Gebieten. Temporäre Infrastrukturen wie Pop-Up-Radwege wurden dabei als flexible, jedoch oft rechtlich herausfordernde Maßnahmen bewertet.

Expert:innen bestätigten die Bedeutung von Aufenthaltsqualität und aktiver Mobilität. Die Fokusgruppen machten deutlich, dass Aufenthaltsqualität, aktive Mobilität und die Reduzierung des Pkw-Verkehrs zentrale Themen sind und daher in den Bürger:innen-Workshops einfließen sollten. Um geeignete experimentelle Formate für die Zukunftsmobilität zu identifizieren, fanden zudem zwei Fokusgruppen mit Beteiligungs-Expert:innen statt.

Zwei partizipative Formate erwiesen sich als besonders geeignet für die Bürger:innen-Workshops. Die Fokusgruppen empfahlen eine breite Befragung der Münchner Bevölkerung zur Erfassung vielfältiger Stimmen und die detaillierte Erarbeitung von Zukunftsszenarien in kleinen Gruppen im Rahmen der Zukünfte-Workshops. Die Ergebnisse, darunter Empfehlungen zur Forschungsfrage, Stichprobengrößen und Rekrutierungskanälen, sind im Bericht zu Meilenstein 6 dokumentiert.

Übersicht der durchgeführten Fokusgruppen:

- 12.05.2022: Fokusgruppe zu Mobilität während und nach Covid in München
- 20.06.2022: Fokusgruppen zu Mobilität während und nach Covid in Europa im Rahmen der Kooperationsveranstaltung des Munich Urban Co-Lab und Bloxhub
- 10.03.2023: Fokusgruppe zur Beteiligung im Rahmen des Hans Sauer Preises 2023 (Titel: „Wie können wir Forschungsprozesse so planen und gestalten, dass wir vielfältige Vorstellungen zur Mobilität der Zukunft aus der Bürger:innenschaft einbinden und abbilden können?“)
- 05.06.2023: Fokusgruppe zur Beteiligung

AP 2.3 - Alternative Alltagswelten

Die Befragung der Münchner Bevölkerung verdeutlichte den Wunsch nach einer zukunftsorientierten, autoarmen Mobilität. Im Rahmen einer Kooperation mit den MCube-Projekten AQT und STEAM sowie den Netzwerken assoziierter Partner:innen wurde die Umfrage durchgeführt, in der 1.040 Münchner:innen ihre Vorstellungen zur Mobilität der nächsten 5–10

Jahre formulierten. Die Mehrheit der Befragten sprach sich für eine Mobilität abseits des autozentrierten Status quo aus und wünscht sich stattdessen eine zukunftsfähige Gestaltung mit besserer Fahrradinfrastruktur, einem leistungsfähigen ÖPNV, weniger Autos und begrünten, ruhigen Stadträumen. Diese Visionen fanden sich auch in einer interaktiven Ausstellung im Pavillon333 der Pinakothek der Moderne wieder, wo zentrale Projektergebnisse öffentlich präsentiert wurden.

Auf Grundlage der Umfrageergebnisse wurden zwei Zukunfts-Workshops konzipiert und durchgeführt. In Zusammenarbeit mit MCube AQT wurden die Zukunfts-Workshops entwickelt, bei denen ein inhaltlicher Rahmen abgesteckt und zentrale Schlüsselfaktoren für die Diskussion definiert wurden. Unter der Leitfrage „Was wäre, wenn weniger Autos die Norm wären?“ fanden die Workshops im Juli 2023 in der Südlichen Au mit zwölf Bürger:innen und im Februar 2024 in Untersending mit sieben Bürger:innen statt. Diese Leitfrage eröffnete Raum für Reflexionen über mögliche Veränderungen im Alltag durch eine reduzierte Pkw-Nutzung – von Erledigungen und Freizeit bis hin zu Auswirkungen auf Gesundheit, Sozialleben und Beruf. Vier Illustrator:innen visualisierten die Ideen und Zukunftsvorstellungen der Teilnehmenden für ein München im Jahr 2035. Am zweiten Tag fokussierten die Teilnehmenden auf die wünschenswerten Elemente der entworfenen Zukunftsszenarien. Dabei wurden narrative Zukunftsgeschichten entwickelt, die den Alltag in einem autoarmen München aus unterschiedlichen Perspektiven darstellten und die konkreten Wünsche und Bedenken der Teilnehmenden aufgriffen.

Die Ergebnisse wurden umfassend aufbereitet und in narrativen Alltagswelten zusammengefasst. Im Anschluss wurden ähnliche Szenarien gebündelt und textlich weiterentwickelt, sodass narrative, alternative Alltagswelten (MS 9) entstanden, die sich nahtlos in weitere Analysen und Diskurse einfügen lassen. Zudem wurden die Ergebnisse der Umfrage mit den Erkenntnissen zu städtischen Zukunftsvisionen aus AP 1 abgeglichen und mündeten in eine Innovationsempfehlung sowie ein wissenschaftliches Paper.

AP 2.4 - Alltagswelten anderer Städte

Der Workshop zur resilienten Mobilitätsplanung bot einen internationalen Austausch über die pandemiebedingten Veränderungen der Mobilität. Am 6. Juni 2024 diskutierten Vertreter*innen der Stadtverwaltungen aus Lissabon, Madrid und München die Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Mobilitätsgewohnheiten der Bevölkerung in ihren jeweiligen Städten. Die Diskussion konzentrierte sich auf die daraus resultierenden mittel- und langfristigen Chancen und Herausforderungen für die Mobilitätsplanung und den Wandel zu nachhaltigeren Mobilitätslösungen (vgl. AP 1.5).

Die im AP 2.3 entwickelten Zukunftsszenarien wurden im internationalen Kontext validiert und weiterentwickelt. Ein zentraler Bestandteil der Diskussion war die Einbindung der im AP 2.3 entworfenen Zukunftsszenarien und Alltagswelten, die in diesem internationalen Setting fundiert validiert und inhaltlich verfeinert wurden. Dieser Austausch ermöglichte eine vertiefte Auseinandersetzung mit den praktischen und strategischen Anforderungen, die für eine resiliente Mobilitätswende in verschiedenen städtischen Kontexten notwendig sind.

AP 2.5 - Visualisierung, Plausibilisierung, Transfer

Die narrativen und visuellen Szenarien aus AP 2.3 führten zur Entwicklung plausibler Zukunftsbilder für München im Jahr 2035. Basierend auf literarisch-narrativen Beschreibungen und Illustrationen der Szenarien wurden mögliche Zukunftsbilder für München einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und städtebaulich visualisiert. Ziel der Visualisierungen war es, den Alltag der Bürger:innen in einem zukünftigen München greifbar darzustellen: Wie könnte das nachbarschaftliche Zusammenleben aussehen? Inwieweit erkennen sich Bürger:innen in diesen Zukunftsbildern wieder? Die entwickelten Szenarien und Alltagserzählungen sollten Bürger:innen sowie Entscheidungsträger:innen in Verwaltung, Industrie und Politik inspirieren und zur aktiven Mitgestaltung anregen.

Die Zukünfte-Foren boten Raum für Dialog und Plausibilitätsprüfung. Zur Überprüfung und Verfeinerung der Szenarien wurden zwei Zukünfte-Foren veranstaltet – am 7. Oktober 2023 in der Südlichen Au und am 30. Juni 2024 in Unterschleißheim. In Quartiersdialogen schlüpften Anwohner:innen in fiktive Zukunftsrollen, um die dargestellten Szenarien kritisch zu reflektieren: Wie könnte das Zusammenleben funktionieren? Welche Ergänzungen oder Anpassungen wären notwendig? Ergänzt wurde diese Prüfung durch einen Workshop mit Stadtakteur:innen aus Europa, die im Rahmen der Konzeptentwicklung für das Munich Resilience Lab (vgl. AP 1, MS 8) ihre Perspektiven und Anregungen einbrachten.

Die finalen Anpassungen wurden auf dem Festival der Zukunft präsentiert und diskutiert. Auf Grundlage des erhaltenen Feedbacks wurden finale Anpassungen an den Szenarien vorgenommen. Die Ergebnisse wurden im Rahmen einer Keynote auf dem Festival der Zukunft im Deutschen Museum vorgestellt und zur Diskussion gestellt, wobei Expert:innen ebenso wie Bürger:innen und die breite Öffentlichkeit beteiligt waren. Die abschließenden Erkenntnisse wurden im Abschluss-Workshop mit den Projektpartner:innen reflektiert und in einem umfassenden Szenarien-Buch dokumentiert. Ein wissenschaftliches Paper zur Darstellung und Analyse des Szenarien-Prozesses ist in Arbeit.

Beteiligte Personen im AP 2: *Stefanie Ruf und Daniel Zwangleitner als wissenschaftliche Mitarbeitende der TUM UD; Franziska X. Meinherz, Manuel Jung und Michael Mögele als wissenschaftliche Mitarbeitende der TUM IF sowie Alexander Wentland in der Projektleitung. Assoziierte Partner*innen waren die Landeshauptstadt München (LHM), ADFC, MVV, Green City und das Münchner Forum.*

AP3: „Innovationsexperimente“ - Reallabore als Innovationsinstrument in der Mobilitätstransformation

AP 3.1 Theoriesynthese Reallabore

Eine umfassende Theoriesynthese zum Reallaboransatz wurde auf Basis wissenschaftlicher Literatur und aktueller Fachdiskussionen entwickelt. Unter Rückgriff auf wissenschaftliche Beiträge aus den Bereichen Science and Technology Studies (STS), Mobilitäts-, Transitions-, Nachhaltigkeits- und Stadtforschung sowie auf Fachtagungen wie „Nachhaltig wirken: Reallabore in der Transformation“ (Karlsruhe 2022), „Living Lab Days“ (Turin 2022) und Workshops der ZiF-Kooperationsgruppe „Experimentieren in offenen Systemen“ (Bielefeld

2023–2024) wurde eine Synthese erarbeitet. Der aktuelle Stand des Reallabore-Gesetzes des BMWK, das Reallabore als Testumgebung für Innovation und Regulierung positioniert, fand dabei besondere Berücksichtigung.

Die Analyse positioniert Reallabore im Spannungsfeld zwischen Nachhaltigkeitszielen und Innovationsförderung. Reallabore zielen auf die Ermittlung der gesellschaftlichen Akzeptanz von Maßnahmen und operieren an der Schnittstelle zwischen normativen Nachhaltigkeitszielen und Innovationsförderung. Aufbauend auf empirischen Arbeiten von Engels et al. (2019), Mögele & Rau (2020) und Pfotenhauer et al. (2023) werden Reallabore als heterogene Experimentierpraktiken verstanden, die in spezifische regionale Innovations-, Governance- und Mobilitätskulturen eingebettet sind. Diese Perspektive verbindet technikorientierte und sozialwissenschaftliche Ansätze und vertieft das Verständnis von Reallaboren als empirische Instrumente der Nachhaltigkeitsforschung. Die Ergebnisse wurden in einem wissenschaftlichen Artikel (Servou et al. 2022) veröffentlicht.

Die Synthese vertieft das Verständnis von Reallaboren als Instrument für Mobilitätsinnovation. Der Reallaboransatz wurde erweitert um technikzentrierte, realweltliche und virtuelle Experimentieransätze, die zur Generierung und Validierung von Zukunftsszenarien in der Mobilität beitragen. Diese Erkenntnisse befinden sich derzeit in der Veröffentlichung (Knopf, S., Jung, M., Mögele, M., forthcoming).

Erkenntnisse wurden kontinuierlich auf wissenschaftlichen Konferenzen und Workshops eingebracht. Die Ergebnisse der Analyse wurden auf mehreren Konferenzen und in fachspezifischen Foren zur Rolle von Experimenten und Reallaboren diskutiert und systematisch in den MCube-Innovationscluster integriert. Insbesondere im Cluster-Workshop „Verantwortungsvolle Reallabore“ wurden die Ansätze reflektiert und weiterentwickelt, um Reallabore als verantwortungsbewusste Innovationsinstrumente zu stärken und deren methodische Fundierung zu vertiefen.

AP 3.2: Prozesse & Daten

Das Ziel des Arbeitspakets bestand in der Identifikation zentraler Prozesse und relevanter Daten, um ein Konzept für die Integration von Reallaboren im Unternehmenskontext zu entwickeln. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse dienten als Grundlage für die Konzeption einer High-Level-Architektur in AP 3.4.

Beitrag der TUM IF: In zwei gemeinsamen Workshops mit SAP SE wurden mögliche Reallabor-Settings evaluiert und geeignete Ansätze für die Prozess- und Datenströme im Unternehmensumfeld identifiziert. Die Ergebnisse zeigten, dass das SAP-Projekt „Trusted Green Charging“ (TGC) eine fundierte Basis für eine detaillierte Prozess- und Datenanalyse bietet. Zudem wurde deutlich, dass Real-laboransätze in Unternehmen insbesondere für Prototyping-Zwecke in der Produktentwicklung eingesetzt werden.

Eine weiterführende Analyse, die auf drei Interviews mit SAP-Mitarbeitenden sowie einem Interview mit dem TGC-Projektmanagement am Digital Hub Mobility der UTUM basierte, ergab, dass Reallaboransätze im Unternehmenskontext stark an Design-Thinking-Methoden orientiert sind. Dabei konnte ein iterativer, dreistufiger Prozess identifiziert werden, der als konzeptionelle Grundlage für die High-Level-Architektur in AP 3.4 diente.

Beitrag der SAP SE: Das SAP-Team nahm am Cluster-Workshop zur Reflexion und Weiterentwicklung von Reallaboren im MCube-Kontext teil (vgl. MS 1). Im November und Dezember 2022 führten die SAP-Projektpartner Interviews mit Fokus auf das Projekt „Trusted Green Charging“ (TGC) durch, um praktische Erfahrungen, Best Practices und Managementprozesse von Reallaboren zu erfassen und zu dokumentieren.

Zudem stellte SAP ein Beispielkonzept zur Entwicklung einer High-Level-Architektur für Reallabor-Settings bereit und vermittelte Kontakte zu internen Expert*innen im Bereich Prototyping. Dadurch konnten umfassende Informationen zu Projektmanagement, rechtlichen Rahmenbedingungen, Stakeholder-Management und technischer Umsetzung gewonnen werden, die die Projektentwicklung und -planung wesentlich unterstützten.

AP 3.3: Standardisierung in Reallaboren

In Zusammenarbeit mit TÜV SÜD wurden Potenziale zur Standardisierung und Zertifizierung von Reallaboren untersucht. Gemeinsam mit dem assoziierten Partner TÜV SÜD fanden drei Expert*inneninterviews und ein Workshop am 21. September 2022 statt, um Möglichkeiten der Standardisierung und sicherheitsrelevante Aspekte in Reallaboren zu evaluieren. Ergänzend wurden zwei weitere Interviews zu standardisierten Prozessen in der Reallabor-Koordination sowie eine Analyse von Berichten zu Projekten mit hochautomatisiertem Fahren durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass für technologielastige Reallabore bereits detaillierte Standards und Zertifizierungen für technische Komponenten existieren, die Tests im Straßenverkehr ermöglichen. Allerdings verdeutlichten Einblicke des TÜV SÜD und des erweiterten Experimentierraums München, dass auch forschungsintensive Reallabore von standardisierten Experimentierprozessen profitieren könnten.

Ein Konzept zur standardisierten Reallabor-Nutzung im kommunalen Kontext wurde erarbeitet und in der Workshop-Serie „Verantwortungsvolle Reallabore“ präsentiert. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein Entwurf für ein Konzept zur standardisierten Nutzung von Reallaboren im kommunalen Umfeld entwickelt. Die Kernelemente dieses Konzepts wurden am 5. März 2024 in der Workshop-Reihe „Verantwortungsvolle Reallabore“ im Themenfeld „Transfer und Verstetigung“ vorgestellt und in Zusammenarbeit mit Teilnehmenden aus MCube-Projekten, Unternehmenspartnern und Mitarbeitenden der Stadt München weiterentwickelt. Ziel war es, die Ergebnisse aus AP 3.3 für unterschiedliche Reallabortypen in städtischen und ländlichen Kontexten nutzbar zu machen und die Prozesse im MCube-Cluster zu stärken.

Lokal-spezifische Standards und eine zweistufige Strukturierung sind essenziell für forschungsintensive Reallabore. Besonders für forschungsorientierte Reallabore im kommunalen Kontext zeigte sich die Notwendigkeit, neben den bestehenden technischen Standards auch lokal-spezifische Normen zu entwickeln. Diese Standards sollten die Partizipation der Bevölkerung, Begleitforschung sowie spezielle Anforderungen für unterschiedliche Reallabortypen berücksichtigen. Zudem empfahl sich eine kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen genehmigenden und durchführenden Akteur*innen in Form einer Arbeitsgruppe. Für eine effektivere Umsetzung wird zudem eine zweistufige Struktur

vorgeschlagen, die Reallabore in eine Konzeptions- und eine Umsetzungsphase unterteilt und den Aufbau einer Wissensdatenbank zu Reallaboren unterstützt.

Die Ergebnisse und Empfehlungen wurden als Innovationsempfehlung veröffentlicht. Die zentralen Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen zur verantwortungsvollen und standardisierten Nutzung von Reallaboren im kommunalen Kontext wurden in einer Innovationsempfehlung (Mögele, 2024) zusammengefasst und dienen als Orientierung für Kommunen beim Einsatz von Reallaboren.

AP 3.4: Systemarchitektur für Testung in Firmenprozessen

Beitrag der TUM IF: Um die Systemarchitektur nahtlos an die in AP 3.2 erarbeiteten konzeptuellen Ergebnisse sowie an die identifizierten Prozesse und Daten anzubinden, wurde die High-Level-Architektur in enger Zusammenarbeit zwischen der TUM IF und der SAP SE entwickelt. Die TUM IF stand dabei beratend zur Seite, um eine passgenaue Integration der Prozessphasen und der nötigen Elemente sicherzustellen.

Beitrag der SAP SE: Im Rahmen von Arbeitspaket 3.4 entwickelte und dokumentierte SAP eine Systemarchitektur zur Integration von Reallabor-Prozessen. Dazu wurde zunächst eine High-Level-Architektur erstellt, die betriebswirtschaftliche Kernfunktionen, technologische Plattformen und ggf. externe Datenquellen einbezog. Für ausgewählte Reallaborprojekte wurden Anwendungen dieser Architektur konzipiert, getestet und eine Integrationsarchitektur definiert, die innerbetriebliche und externe Schnittstellen abdeckte, insbesondere unter Berücksichtigung technologischer Standards und Datenintegration.

SAP spezifizierte zudem Datenschutz- und Sicherheitskonzepte für Speicherung und Verarbeitung sensibler Daten, die in verschiedenen Anwendungsszenarien validiert wurden. Anhand der Entwicklung des Open-Source-Prototyps SAP Emobility auf der SAP Business Technology Platform wurde der Innovationszyklus illustriert.

Eine vertiefende Analyse erfolgte am Beispiel des Projekts „Trusted Green Charging“ (TGC). Abschließend dokumentierte SAP umfassend die Ergebnisse der Arbeitspakete 3.2 und 3.4.

Darüber hinaus beteiligte sich SAP an mehreren Veranstaltungen zur Förderung der Projektarbeit im MCube Cluster, darunter:

- 21.01.22 MCube Jahrestagung
- 05.05.2022-06.05.2022 MCube Summer Kick-off
- 26.07.2022 MCube Clusterbeiratssitzung
- August/Oktober: Vorbereitung und Einbringung einer Fragestellung in Digitainability Challenge
- 25.11.2022 MCube Clusterbeiratssitzung
- 08.03.2023 MCube TrEx Jahresversammlung
- 26.02.2024 Besprechung Projektbericht

Diese Aktivitäten unterstützen maßgeblich die Weiterentwicklung und Implementierung des Reallabor-Konzepts im MCube-Cluster.

Beteiligte Personen: Michael Mögele und Manuel Jung (Wissenschaftliche Mitarbeiter, TUM IF), Alexander Wentland (Projektleitung). Projekt-Team der SAP SE: Katharina Wollenberg, Sebastian Wagner und Ulrich Scholl.

AP 3.5: Kompetenzentwicklung Metropolregion

Die Workshop-Reihe „Verantwortungsvolle Reallabore“ legte die Basis für ein Kompetenzzentrum auf Stadtebene. Die vier Workshops, die sich auf Bestandsaufnahme, Planung und Genehmigung, Umsetzung und Wissenstransfer konzentrierten, zielten darauf ab, Anforderungen und Bedarfe für ein Kompetenzzentrum Reallabore zu analysieren und die Nutzung von Reallaboren als Innovationsinstrument zu stärken. Dies ermöglichte die Schaffung systematischer Wissensgrundlagen für den verantwortungsvollen Einsatz von Reallaboren in der Mobilitätsinnovation sowie den Aufbau eines Kompetenznetzwerks, das städtische Akteure vereint. Die Ergebnisse lieferten Anknüpfungspunkte für die Meilensteine MS1 und MS8 und ermöglichten durch die enge Zusammenarbeit mit der Landeshauptstadt München (LHM) die Identifikation konkreter Bedarfe und gemeinsamer Lösungsvorschläge.

In ko-kreativen Workshops wurden Strategien und Herausforderungen des Reallabor-Einsatzes diskutiert. Die Workshops förderten den Austausch über vielfältige Strategien, bestehende Implementierungshürden und bewährte Praktiken für Reallabore in städtischen Quartieren und anderen Innovationskontexten. Die Themenbereiche umfassten das verantwortungsvolle Experimentieren, Planung, Genehmigung, Partizipation, Wissensmanagement und den wirtschaftlichen sowie innovationsorientierten Mehrwert der Reallabore. Dabei zeigte sich, dass jede Reallaborphase spezifische Herausforderungen birgt, die frühzeitig in der Planungsphase berücksichtigt werden sollten. Die enge Kooperation mit dem Mobilitätsreferat der LHM sorgte für eine anschlussfähige Integration der Ergebnisse in die strategische Kompetenzentwicklung und die Innovationsstrategie des Mobilitätsreferats. Zudem wurden in Abstimmung mit AP 3.3 Ergebnisse zur kommunalen Standardisierung von Mobilitäts-experimenten und Reallaboren integriert.

Die Workshop-Serie ermöglichte praxisnahe Handlungsempfehlungen für die kommunale Mobilitätswende. Die im Rahmen von AP 1.5 gewonnenen Erkenntnisse wurden in praxisnahe Handlungsempfehlungen überführt und veröffentlicht, um aufzuzeigen, wie verantwortungsvolle Experimente zur Gestaltung der kommunalen Mobilitätswende beitragen können (Meinherz et al. 2024).

Ein Konzept für das „MUC Resilience Lab“ und das Kompetenzzentrum Reallabore entstand. Ein erster Entwurf für das MUC Resilience Lab sowie ein umfassendes Konzept für das Kompetenzzentrum Reallabore wurde entwickelt. Dieses Zentrum bündelt langfristig die in TrEx gewonnenen Kompetenzen und Erkenntnisse zu Reallaboren und Resilienz auf einer öffentlich zugänglichen Website. Erste Inhalte sind bereits auf der Website des MCube-Innovationsclusters verfügbar. Das Kompetenzzentrum umfasst zudem eine interaktive Reallaborkarte, die abgeschlossene und laufende Reallabore und Experimentierräume in München abbildet. Diese Karte wurde auf der IAA 2023 und beim TUM Sustainability Day 2024 vorgestellt und wird als langfristiges Web-Tool und zentrale Landingpage des Kompetenzzentrums weiterentwickelt.

Beiträge von TUM UD und UnternehmerTUM trugen wesentlich zur Konzeptentwicklung bei.

TUM UD stellte grundlegende Daten und Anregungen zur Reallaborlandkarte aus AP 2 bereit und lieferte wichtige Erkenntnisse aus Workshops und Zukunftsformaten für das Resilience Lab und das Kompetenzzentrum Reallabore. UnternehmerTUM brachte wertvolle Praxiserfahrung und Textmaterial zur Konzeptentwicklung des Kompetenzzentrums ein, insbesondere durch Workshops in enger Zusammenarbeit mit der TUM IF.

AP 3.6: Globale Transfer-Analyse

Eine Dokumentenanalyse europäischer Mobilitätsstrategien untersuchte die Rolle experimenteller Ansätze zur Mobilitätsinnovation. In einer umfassenden Dokumentenanalyse wurden Innovations- und Mobilitätsstrategien in acht europäischen Städten – Amsterdam, Hamburg, Istanbul, Paris, Stockholm, Stuttgart, Wien und München – untersucht. Dabei wurde die Rolle experimenteller Mobilitätsansätze in verschiedenen geografischen Kontexten analysiert und regulatorische sowie soziale Rahmenbedingungen verglichen. In enger Abstimmung mit der Landeshauptstadt München (LHM) wurde entschieden, den Münchner Kontext gezielt mit diesen Städten zu vergleichen, um die Ergebnisse praxisrelevant und anschlussfähig an den Städtevergleich aus AP 1 zu gestalten und der Innovationsstrategie des Münchner Mobilitätsreferats wertvolle Erkenntnisse zu liefern.

Der Fokus auf europäische Städte ermöglichte eine realistische Vergleichbarkeit der Rahmenbedingungen. In den Arbeitspaketen AP 3.2 bis AP 3.4 zeigte sich, dass gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen anderer Weltregionen – insbesondere der USA – oft stark abweichen, sodass eine direkte Übertragung lokaler Experimentierpraktiken dort nur eingeschränkt möglich ist. Um realistische Vergleichsgrundlagen zu schaffen, konzentrierte sich die Analyse daher bewusst auf europäische Metropolen, deren Bedingungen und Strategien den Münchens ähneln. Die Ergebnisse dieser Analyse wurden in einem Bericht zur Rolle des Experimentierens in europäischen Mobilitätsstrategien zusammengefasst (Grossmann et al. 2024), der eine fundierte Einschätzung geeigneter Transferräume für Mobilitätsexperimente als Innovationsinstrument liefert (vgl. MS 9).

UnternehmerTUM untersuchte Transfermöglichkeiten der Mini-Experimente und teilte Erkenntnisse im Workshop „Wissenstransfer“. UnternehmerTUM (UTUM) analysierte die Möglichkeiten zur Übertragung der in AP 1.3 und AP 1.4 entwickelten Mini-Experimente und präsentierte die Ergebnisse im vierten Workshop der Workshopreihe „Wissenstransfer“. Dieser Beitrag leistete wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung des Transfers von Mobilitätsinnovationen und stärkte die Vernetzung der gewonnenen Erkenntnisse innerhalb des Clusters.

AP 3.7: MCube Datenerhebung, Systemanalyse, organisationales Lernen, Interventionen

Empirische Begleitforschung zu Reallaboren in der Region München und im MCube-Innovationscluster: Im Rahmen der empirischen Begleitforschung lag der Fokus auf technologieorientierten Reallaboren im Innovationscluster MCube sowie in der Region München. Ziel war es, die praktische Umsetzung von Reallaboren und vorherrschende Verständnisse zu untersuchen. Durch Fallstudien und Feldforschung wurden Interviews mit aktiv Beteiligten und Unternehmen geführt, ergänzt durch teilnehmende Beobachtungen beim alltäglichen Experimentieren und bei spezifischen Events.

Die Analyse umfasste mehrere Reallaborprojekte von MCube:

- **Testkreuzung:** Zwei Interviews mit Beteiligten der TU München sowie eine fünftägige teilnehmende Beobachtung in München, Ingolstadt und Augsburg. Schwerpunkt: Übertragung realweltlicher Verkehrssituationen auf die Testkreuzung und deren Abbildung durch Sensorik.
- **Wiesn Shuttle:** Mehrere Interviews mit Teammitgliedern und eine mehrwöchige Beobachtung in München, Oberammergau und auf dem Oktoberfest. Fokus: Herausforderungen der Echtzeitnavigation mit unterschiedlichen Datenquellen, Teststreckenentwicklung und die Bedeutung von Demonstrationen.
- **ComfficientShare:** Zwei Interviews mit TUM-Mitarbeitenden und sechs Tage Beobachtung im Reallabor. Schwerpunkt: Herausforderungen und partizipative Ansätze sowie die Übertragbarkeit der Ergebnisse.
- **STEAM:** Zwei Interviews mit TU-Mitarbeitenden und zwei Tage teilnehmende Beobachtung. Fokus: Erstellung, Visualisierung und Präsentation von Prototypen.
- **AQT:** Drei Interviews mit Mitarbeitenden der TU München und der Hans Sauer Stiftung. Schwerpunkt: Verwaltungs- und rechtliche Herausforderungen bei Straßenexperimenten.

Zusätzlich wurden der allgemeine Kontext von Reallaboren im MCube-Innovationscluster und die Standardisierungsbestrebungen in Bayern untersucht. Dies erfolgte über Interviews mit fünf Personen von TÜV SÜD und FfE und vier Tage teilnehmende Beobachtung, wobei die Standardisierung und Performativität von Mobilitätsexperimenten im Vordergrund standen.

Weitere Fallstudien im Münchener Raum außerhalb von MCube:

- **TEMPUS-Reallabor:** Drei Tage teilnehmende Beobachtung und sieben Interviews (Beteiligte von TUM, TU Dresden, LHM, BMW, SWM). Schwerpunkt: Aufbau von Testinfrastrukturen für automatisiertes Fahren im urbanen Raum.
- **Trusted Green Charging:** Vier Interviews mit SAP- und UTUM-Mitarbeitenden und zwei Tage Beobachtung. Schwerpunkt: Ko-kreativer Prototypisierungsprozess und Experimentieren im Unternehmensumfeld.

Erkenntnisse zur Rolle der Reallabore in der Mobilitätsinnovation: Die Feldforschung zeigte, dass der Experimentieralltag technologieorientierter Reallabore stark von virtuellem Experimentieren geprägt ist, ergänzt durch reale Testszenarien. Die Bedeutung der Reallabore liegt weniger im technischen Experimentieren selbst, sondern im Visualisieren, Demonstrieren und Plausibilisieren spezifischer Mobilitätsszenarien, die von autonomem Fahren bis zur infrastrukturellen Weiterentwicklung der Verkehrssteuerung reichen. Das Verständnis der Öffentlichkeit ist hierbei von zentraler Bedeutung, weshalb Rückmeldungen der Bevölkerung für die Forschung essenziell sind. Je nach Reallaborphase treten spezifische Herausforderungen auf, die in der Planung berücksichtigt werden sollten. In den Reallaboren fließen unterschiedliche Interessen zusammen: Einerseits werden Erkenntnisse generiert und Prozesse sichtbar gemacht, andererseits entstehen Daten für weiterführende wissenschaftliche Analysen. Für die Stadtverwaltung ist das Experimentieren zudem ein Weg, geeignete Strukturen und Kompetenzen aufzubauen.

Skalierbarkeit und Transfer von Mobilitätsexperimenten: Ein weiteres Schwerpunktthema war die Skalierbarkeit und der Transfer von Mobilitätsexperimenten. Die Skalierbarkeit wird oft bereits beim technischen Design berücksichtigt, der Transfer gestaltet sich jedoch aufgrund variierender Projektstrukturen schwierig, wenn nicht dieselben Personen involviert sind. Hinzu kommt die notwendige Anpassung an lokale Gegebenheiten, die für eine erfolgreiche Umsetzung essenziell ist.

Organisationales Lernen zu rechtlichen Fragen in Reallaboren: Ein spezifischer Fokus wurde auf das organisationale Lernen im Kontext rechtlicher Fragestellungen gelegt, insbesondere in Zusammenarbeit mit dem MCube-Projekt AQT und der Forschungsgruppe EXPERI (DLR, Berlin). Ein gemeinsamer Workshop in Dresden (11.04.2024) zum Thema „Reallabore der Mobilität – Dialog zu Regulierung, Wunsch und Realität“ sowie ein Fokusgruppen-Interview und eine Online-Diskussion (23.04.2024) mit Rechtsexpert*innen und Reallaborforschenden untersuchten regulatorische Anpassungen im Kontext öffentlicher Raumexperimente. Eine Veröffentlichung dieser Ergebnisse ist geplant.

Untersuchung und Vernetzung (inter)nationaler Reallabor-Netzwerke: Zur besseren Einbindung von Reallaboren als Innovationsinstrument wurden Beobachtungen auf Reallabor-Konferenzen durchgeführt, darunter die Reallabornetzwerk-Konferenzen in Karlsruhe und Dresden, Netzwerktreffen des European Network of Living Labs (ENoLL) in Turin, der Konferenz „Knowledge Transfer in and through Living Labs“ in Aachen sowie der Workshopreihe der ZIF-Kooperationsgruppe „Experimentieren in offenen Systemen – zur Epistemologie von Reallaboren“. Ergänzend fand ein Austausch auf Mobilitätstagungen wie der mobil.TUM und beim Wissenschaftlichen Symposium am WZB statt.

Beteiligte Personen im AP 3: *Franziska Meinherz, Manuel Jung und Michael Mögele als wissenschaftliche Mitarbeitende der TUM IF; Stefanie Ruf als wissenschaftliche Mitarbeiterin der TUM UD; Jana Heese als Projektverantwortliche am Digital Hub Mobility der UnternehmerTUM sowie Alexander Wentland in der Projektleitung. Assoziierte Partner:innen waren die Landeshauptstadt München (LHM), TÜV SÜD sowie Teilnehmende aus den MCube-Reallaboren.*

3. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der erzielten Ergebnisse

Die erzielten Ergebnisse aus dem TrEx-Projekt bieten einen weitreichenden Nutzen für zukünftige Forschung, die Stadtverwaltung sowie die breite Öffentlichkeit und sollen kontinuierlich in verschiedenen Formaten verfügbar gemacht und weiterverwendet werden. Die Überführung der gesammelten Projektergebnisse in langfristige und öffentlich zugängliche Wissensressourcen stellt sicher, dass das in TrEx aufgebaute Wissen nachhaltig nutzbar ist und zur Grundlage weiterer Mobilitäts- und Innovationsforschung wird.

Open-Source Reallaborkarte und Website als zentrale Anlaufstellen für resilientes Experimentieren: Ein zentrales Ergebnis des Projekts TrEx ist die geplante Etablierung einer Open-Source-Reallaborkarte, die alle relevanten Reallabore und Experimentierprojekte aus TrEx und MCube Phase 1 zugänglich macht. Diese Karte wird langfristig als Open-Source-Lösung verfügbar gemacht und bildet eine wesentliche Informationsquelle für Forschende, Stadtverwaltungen und interessierte Bürger:innen. Die Karte wird derzeit über die MCube-Website

und Lehrstuhl-Websites der TUM bereitgestellt und soll später auf eine eigene Website transferiert werden, die das geplante „Resilience Lab“ und „Kompetenzzentrum Reallabore“ repräsentiert. Diese Plattform soll alle TrEx-Erkenntnisse bündeln und als zentraler Anlaufpunkt für resilient orientierte Mobilitätsexperimente dienen.

Fortführung und Verstetigung der Ergebnisse in MCube Phase 2: Mit Blick auf die nächste Projektphase von MCube ist die Integration der gewonnenen Erkenntnisse aus TrEx in MCube Phase 2 geplant. Die Zusammenarbeit mit dem MCube-Projekt DatSIM und dem Deutschen Museum ermöglicht eine dauerhafte Ausstellung der Reallaborkarte und der Ergebnisse aus den TrEx-Zukunftswerkshops (AP2) im Deutschen Museum. Die geplante Dauerausstellung soll ab Herbst 2024 realisiert werden und die Ergebnisse so einer breiten Öffentlichkeit dauerhaft zugänglich machen. Darüber hinaus soll in Kooperation mit der Hochschule München und dem MCube-Projekt aqt ein Konzept zur Durchführung von Zukunfts-Workshops entwickelt werden. Die Ausbildung von Mediator*innen für Zukunfts-Workshops nach Ende der TrEx-Laufzeit und die Nutzung des Konzepts in MCube Phase 2 (MOSAIQ, WiPa) sind ebenfalls angedacht.

Strategische Verankerung in der Innovations- und Resilienzstrategie der Landeshauptstadt München: Die gewonnenen Erkenntnisse aus den AP 1 und 2 sollen eine strategische Verankerung in der Resilienz- und Innovationsstrategie des Mobilitätsreferats der Stadt München finden. In Zusammenarbeit mit der Abteilung „Forschung und Innovation“ des Mobilitätsreferats wird eine Institutionalisierung der Resilienzthemen und die Etablierung des Munich Resilience Labs angestrebt, um langfristig eine nachhaltige Innovationsstruktur in der Stadt zu sichern. Dies stärkt die Innovationsstrategie des Mobilitätsreferats mit einem Zeithorizont bis 2035 und trägt zur Umsetzung der Mobilitätsstrategie der Landeshauptstadt München bei.

Institutionalisierung Konzept „Verantwortungsvolle Reallabore“ in der Mobilitätsstrategie: Die in AP3 erarbeiteten Konzepte für verantwortungsvolle Reallabore und deren Integration in die Innovationsstrategie des Mobilitätsreferats der LH München schaffen eine Grundlage für den langfristigen Einsatz von Reallaboren in der städtischen Mobilitätsplanung. Durch die geplante Institutionalisierung dieser Ansätze und die Einbindung der relevanten Akteure können die entwickelten Kompetenzen und Methoden in die Mobilitätsstrategie 2035 integriert werden.

Mit diesen Maßnahmen wird sichergestellt, dass die aus TrEx gewonnenen Erkenntnisse und Strukturen für die Transformation der Mobilität in München sowie für die deutschlandweite Innovationsforschung in der Mobilitätsbranche von langfristigem Nutzen sind und weitere Anwendung finden können.

4. Der während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordene Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Seiten

Im Berichtszeitraum wurden keine Ergebnisse Dritter bekannt, die Änderungen an den Arbeitspaketen erforderlich gemacht hätten. Das Projektteam verfolgte jedoch kontinuierlich den aktuellen Stand der sozialwissenschaftlichen Forschung und integrierte relevante methodische und konzeptionelle Beiträge in die jeweiligen Arbeitspakete. Beispielfhaft zu nennen sind:

1. **Diskurse in der Experimentalforschung:** Die Rolle von Reallaboren für Mobilitäts-transformationen wurde kontinuierlich anhand aktueller wissenschaftlicher Diskurse zu

experimenteller Governance und nachhaltiger Stadtentwicklung reflektiert und weiterentwickelt. Diese Beiträge flossen praxisnah in die Planung und Umsetzung öffentlicher Mobilitätsexperimente ein.

2. **Innovationen in partizipativen Methoden:** Das Projektteam nutzte neue sozialwissenschaftliche Ansätze, um Bürger:innen aktiv in die Gestaltung der Reallabore einzubeziehen. Erkenntnisse aus ähnlichen Projekten trugen zur zielgerichteten und praxisnahen Gestaltung der Zukunfts-Workshops (AP 2) bei.
3. **Standardisierungsansätze:** Konzepte zur Standardisierung technischer Anforderungen und Sicherheitsvorschriften wurden in die Arbeitspakete zur Reallaborentwicklung integriert (AP 3). Dies förderte belastbare Strukturen und die Anpassung an neue regulatorische Vorgaben, besonders für Mobilitätsexperimente.
4. **Datensicherheit und ethische Datenverarbeitung:** Aktuelle Standards zu Datenschutz und Ethik flossen in die Gestaltung der Systemarchitektur ein und sorgten für die sichere Verarbeitung sensibler Daten in der Mobilitätsinnovation.

Durch die Einbeziehung dieser wissenschaftlichen Beiträge konnte das Projektteam sicherstellen, dass die Arbeitspakete auf dem neuesten Stand der sozialwissenschaftlichen Forschung basierten und methodisch wie konzeptionell gestärkt wurden.

5. Die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NABF

- (Anschluss an AP 3.7) **Jung, M. & Wentland, A.** (2024): Beyond scalable impacts: Roles of mobility experiments in local transition governance, *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 33(1), pp. 80–86.
- (AP 3.1) Servou, E., **Mögele, M.**, & Torrens, J. (2022): Experimenting with automated driving for technology or for the city? A matter of governance cultures. *Frontiers in Sustainable Cities* 4:956853.
- (MS8) **Meinherz, F.X., Mögele, M.**, Nitschke, L., Marquardt, E., & von Schneidmesser, D. (2023). Die experimentelle Stadt: Ent-oder (Re)politisierung städtischer Transformationen? *Polarisierte Welten. Verhandlungen des 41. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Bielefeld 2022*, 41
- (AP 1.5) **Meinherz, F.X., Ruf, S.** (2024). *Resilient transitions to low-carbon mobility: Lessons for transformative urban mobility governance. Innovationsempfehlung*. München: MCube.
- **Grossmann, T., Jung, M., Mögele, M. & Wentland, A.** (2024). *Mobility strategies for innovation and experimentation of eight cities in Europe*. Munich: TraMS lab / Technical University of Munich.
- (AP 1.1) **Meinherz, F.X.** and Middleton, B. (2023). *Urban mobility policy in pandemic times: The mobility policy priorities of eight European cities before and during Covid-19*. Munich: TraMS lab / Technical University of Munich
- (AP 1.1) **Meinherz, F. X., & Wentland, A.** (2024). Urban mobility policy in pandemic times: An exploration of how Covid-19 affected policy framings and priorities in eight European cities. *Soziologie und Nachhaltigkeit*, 9-29
- **Mögele, M.** (2024). *Experimentieren für die Mobilitätswende: Anstöße für Kommunen zum Umgang mit Reallaboren. Innovationsempfehlung*. München: MCube.

- (MS8) **Meinherz, F.X., Mögele, M., Heese, J., Jung, M., Ruf, S., Wentland, A.** (im Druck). Wie Experimente zur verantwortungsvollen Gestaltung der kommunalen Mobilitätswende beitragen können. *KommunalPraxis Bayern*.
- (AP 2.1-2.4) Kellhammer, M., **Zwangsleitner, D.** & Boucsein, B. (2022). Ein Baustein der Mobilitätswende? Die Projekte AQT und TrEx im Forschungscluster MCube. *Standpunkte Münchner Forum* (Mobilitätswende in München).
- (AP 2.1-2.2) **Ruf, S.**, & Zwangsleitner, D. (2022). *Quality criteria in qualitative research – an urban mobility exploratory case study*. Paper presented at the ASA Annual Meeting, Los Angeles, CA, USA.
- (AP 2.1-2.2) **Ruf, S.**, Lindemann, F., Boucsein, B. (forthcoming). Systematically moving forward: A review of the literature on future mobility.
- (AP 2.1-2.2) **Ruf, S.** (2023). *Fokusgruppenbericht*. München: Professur für Urban Design, Technische Universität München.
- (AP 2.1-2.3) **Ruf, S.** (2022). *Die Neuverhandlung des Straßenraums*. Interaktive Ausstellung im Rahmen von „Unsere Straße – Unsere Stadt“ im Pavillon333 der Pinakothek der Moderne.
- (AP 2.3-2.5) **Ruf, S.**, Kellhammer, M., Mandir, E. (2024). *Und jetzt? Zukunftsbilder Münchner Bürger*innen für die Mobilität von Morgen*. *Szenarien-Buch*. München: Professur für Urban Design, Technische Universität München.

Geplante Veröffentlichungen:

- Knopf, S., **Jung, M., Mögele, M.** (forthcoming). Making Mobility Futures by Experiment. Real-World and Virtual Testing as Governance in the Munich Mobility Landscape.
- **Meinherz, F.X., Ruf, S.** (forthcoming). Who is delaying the urban mobility transition: the population or policymakers? A comparison of policymakers' and residents' visions for mobility and its transformation.
- **Meinherz, F.X.** (forthcoming). Experimental governance in the transformation of urban mobility: managing co-existing time frames, or managing conflicts by playing for time? *TATuP Special topic* in issue 34/2 (2025)
- John, S., **Jung, M., Mögele, M.** (forthcoming). Contexts of Experimentation in Living Labs

6. Zusätzliche Punkte für den Cluster

a. Wichtigkeit des Projektes und die Verwertung der Ergebnisse für die eigene Organisation

Die Ergebnisse des Projekts TrEx sind von zentraler Bedeutung für die TUM und den Innovationscluster MCube, da sie in verschiedenen strategischen und operativen Bereichen fortgeführt und weiterverwendet werden. Die folgende Darstellung zeigt zentrale Aspekte auf, wie die TrEx-Ergebnisse die TUM und die Weiterentwicklung des MCube-Clusters nachhaltig prägen:

- **Verankerung in MCube Phase 2:** Die in TrEx entwickelten Kompetenzen und Erkenntnisse fließen direkt in die zweite Förderphase des MCube-Clusters ein. So werden die Ergebnisse in Innovations- und Integrationsprojekten wie MOSAIQ, WiPa, ReMIX und EPURA weitergeführt, wodurch die gewonnenen Einsichten auf Clusterebene verankert werden. Die Integrationsprojekte ermöglichen zudem einen ständigen

Austausch und Beratungsprozess zwischen MCube-Projekten, um die Ergebnisse effektiv anzuwenden und weiterzuentwickeln.

- **Kompetenzaufbau für das Kompetenzzentrum Reallabore:** Mit der geplanten Open-Source-Reallaborkarte und einer öffentlich zugänglichen Wissensplattform schafft TrEx die Grundlage für ein Kompetenzzentrum für Reallabore, das als zentrale Anlaufstelle für zukünftige Reallabore dienen soll. Diese Plattform wird für die TUM und den gesamten Cluster zu einer wertvollen Ressource, die den Wissensaustausch und die Nutzung von Reallaboren als Instrumente für nachhaltige Mobilität fördert und langfristig den Aufbau eines MUC Resilience Labs ermöglicht.
- **Förderung eines praxisorientierten Wissensmanagements:** Die systematisierte Dokumentation und die Aufbereitung von Handlungsempfehlungen aus TrEx bieten wertvolle Erkenntnisse, die als Best Practices und methodische Leitlinien für zukünftige Mobilitätsprojekte an der TUM dienen. Die Ansätze aus TrEx zur Integration und Standardisierung von Reallaboren stärken das Wissensmanagement und schaffen Strukturen für die Implementierung weiterer innovativer Projekte im Bereich der Mobilitäts- und Stadtforschung.
- **Verstetigung durch Kooperationen mit Stadt und Öffentlichkeit:** Die enge Zusammenarbeit mit der Landeshauptstadt München und öffentlichen Partnern, etwa im Rahmen des Munich Resilience Labs und der strategischen Verankerung im Mobilitätsreferat, sichert die langfristige Umsetzung der TrEx-Ergebnisse. Dies ist für die TUM von Bedeutung, da die Kooperation mit der Stadt wichtige Daten und Erkenntnisse für weitere Projekte liefert und als Referenz für die Rolle der TUM in der städtischen Innovationsforschung dient.
- **Ausbildung und Schulung zukünftiger Fachkräfte:** TrEx legt durch die Zukunfts-Workshops und die geplante Ausbildung von Mediator:innen den Grundstein für eine praxisorientierte Weiterbildung an der TUM. Diese Ausbildungsmaßnahmen stärken die Kompetenzen von Studierenden und Mitarbeitenden in innovativen Experimentierformaten, was zur langfristigen Kapazitäts- und Kompetenzentwicklung an der TUM beiträgt und eine Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis schlägt.

Durch diese strategische und praxisorientierte Nutzung der TrEx-Ergebnisse bleibt die TUM Vorreiterin im Bereich Mobilitätsforschung und Innovationsmanagement und gestaltet die Mobilitätswende aktiv mit.

b. Beitrag des Einzelprojektes zur MCube-Gesamtstrategie bzw. welchen Nutzen der Cluster aus deinem Einzelprojekt zieht (Verbesserung der Qualität von Zeit, Raum und Luft)

Das Projekt TrEx trägt wesentlich zur MCube-Gesamtstrategie bei und bietet dem Cluster direkte Mehrwerte:

- **Qualität der Zeit:** TrEx fördert durch den Kompetenzaufbau zu Mobilitätsexperimenten die Entwicklung von Systemen, die Zeitersparnis und Effizienz im Verkehrssektor steigern sollen. Mithilfe vernetzter Mobilitätsangebote und digitaler Lösungen können

Mobilitätsbarrieren überwunden werden, was dazu beiträgt, Alltagsziele effizienter zu erreichen. Zudem unterstützt TrEx mit Szenarien und experimentellen Ansätzen das Ziel, Reisende aktiver in neue Mobilitätsformen und Aushandlungsprozesse einzubinden, wodurch Menschen für neue Konzepte sensibilisiert werden.

- **Qualität des Raums:** Im urbanen Kontext begleitet TrEx Reallabore und entwickelt Szenarien, die das Potenzial öffentlicher Räume für Erholung und Mobilität aufzeigen und weiterentwickeln. Diese Reallabore diskutieren alternative Alltagswelten, die den öffentlichen Raum für Fußgänger und Radfahrer zugänglicher machen, während gleichzeitig der Autoverkehr reduziert wird. Hierdurch entstehen Freiräume, die das Stadtbild aufwerten und die soziale Interaktion fördern, was einen bedeutenden Beitrag zur Lebensqualität in urbanen Räumen leistet.
- **Qualität der Luft:** Durch die Entwicklung und Erprobung von nachhaltigen Verkehrskonzepten sowie Szenarien für eine autoreduzierte Mobilität setzt das Projekt konkrete Impulse zur Reduzierung von CO₂ und anderen Luftschadstoffen. Der Cluster kann durch diese Erkenntnisse Maßnahmen für eine klimaneutrale Metropolregion ableiten und damit nicht nur die lokale Umweltqualität verbessern, sondern auch einen Beitrag zu den nationalen Klimazielen leisten.
- **Strategische Verankerung und Wissenstransfer:** Die im Projekt entwickelten Methoden und Erkenntnisse dienen langfristig als Grundlage für die Institutionalisierung eines Kompetenzzentrums für Reallabore. Durch die Bereitstellung einer Open-Source-Reallaborkarte und einer online zugänglichen Plattform auf der MCube-Website ermöglicht TrEx eine nachhaltige Verwertung und Skalierung der Projektergebnisse. Diese Formate fördern den Wissenstransfer und bilden eine zentrale Anlaufstelle für das resiliente und verantwortungsvolle Experimentieren im Mobilitätssektor.
- **Vorbildfunktion für die Innovationslandschaft:** Durch die kontinuierliche Evaluierung und das Feedback an andere Clusterprojekte stärkt TrEx die MCube-Gesamtstrategie. Das Projekt verankert eine praxisnahe, wissenschaftlich fundierte Experimentalkultur, die sowohl in München als auch in anderen Metropolregionen als Modell für innovative Mobilitätsansätze dienen kann. Dies entspricht dem MCube-Leitbild „miteinander möglich machen“ und schafft ein resilientes Fundament für künftige Transformationen im Mobilitätssektor.

Insgesamt positioniert sich TrEx als zentraler Akteur innerhalb des MCube-Netzwerks, dessen Methoden, Innovationsformate und Erkenntnisse auch in die zweite MCube-Förderphase einfließen werden.

c. Projektübergreifende Zusammenarbeit innerhalb des Clusters

TrEx leistet durch enge Zusammenarbeit mit mehreren MCube-Projekten einen zentralen Beitrag zur strategischen Ausrichtung des Clusters. Die Kooperationen fokussieren sich auf die Entwicklung gemeinsamer Standards und innovativer Methoden für verantwortungsvolles Experimentieren, die Förderung von Partizipation und die Erforschung rechtlicher Rahmen-

bedingungen in der Mobilität. Diese projektübergreifenden Ansätze stärken die Umsetzung nachhaltiger Mobilitätslösungen und tragen zur Erreichung der Clusterziele bei.

Folgende Kooperationen sind insbesondere zu nennen:

- TrEx und **SUE** planen die Teilnahme an einem gemeinsamen Evaluations-Workshop zur Weiterentwicklung von Indikatoren und Evaluationsmethoden. Diese Kooperation ermöglicht eine fundierte Erfassung von Projektergebnissen und stärkt die methodische Basis des Clusters.
- **ReMGo** und TrEx führen regelmäßig Workshops zu Reallaboren und verantwortungsvollem Experimentieren durch, um gemeinsame Standards und Leitlinien zu entwickeln. Dazu zählt das „Responsible Mobility Innovation Framework“, das in gemeinsamen Vorträgen auf Konferenzen wie mobil.TUM und EASST vorgestellt wird. Eine gemeinsame Publikation beleuchtet die Wechselwirkungen von realweltlichen und virtuellen Experimenten in der Mobilitätsgovernance. Zusätzlich sind spezifische Innovationsempfehlungen (IE 5 und weitere) geplant, die Empfehlungen für verantwortungsvolle Innovationen enthalten sollen.
- Mit **aqt** arbeitet TrEx an der Analyse rechtlicher Chancen und Herausforderungen für Straßenexperimente in gemeinsamen Workshops und Fokusgruppen-Interviews. Dazu gehören auch Mobilität-zukunftsbefragungen sowie die Durchführung von Zukünfte-Workshops und Foren, die in einem gemeinsamen Szenarien-Buch dokumentiert werden. Ein Konferenzbeitrag untersucht den Stellenwert des Begriffs „Lebenswert“ im Kontext einer nachhaltigen Mobilitätsplanung, basierend auf den jeweiligen Projektergebnissen.
- **DatSim** und TrEx entwickeln eine Reallabor-Landkarte, die laufende und abgeschlossene Reallabore dokumentiert und visualisiert. Diese Karte dient als zentrale Informationsquelle zur Vernetzung und Förderung städtischer Mobilitätsexperimente.
- In Zusammenarbeit mit **ComfficientShare** unterstützt TrEx die Entwicklung einer Partizipationsstrategie für Car-Sharing-Regeln im Reallabor, um die Bedürfnisse und Nutzungsgewohnheiten der Bevölkerung stärker in die Projektentwicklung einzubringen.
- **ComfficientShare**, **SASIM** und TrEx organisieren eine jährliche interdisziplinäre Lehrveranstaltung im Sommersemester, in der Empfehlungen zur Übertragung von Mobilitätsinnovationen aus europäischen Leuchtturmstädten (Projekt euMOVE) entwickelt werden. Diese Kooperation verknüpft Forschung und Lehre praxisnah und stärkt die strategische Einbindung der Ergebnisse in den Cluster.
- Zusammen mit dem MCube-Partner **Hans Sauer Stiftung (HSS)** initiierte TrEx die Speakers Series „Feministische Mobilitätswende“, die Fragen zur Gleichstellung und Inklusion in der Mobilität thematisiert. Zudem findet ein Workshop zu „Mobilitätskonflikten in München“ auf der HSS Mobilitätskonferenz statt. Hier referieren Michael Mögele und Stefanie Ruf über gesellschaftliche Mobilitätskulturen, Protestformen (z. B. IAA) und die Einbindung vielfältiger Vorstellungen zur Mobilität. Diese Diskurse fördern eine kritische Perspektive auf die Mobilitätswende und ihre soziale Akzeptanz.