

MCube

Münchner Cluster für die Zukunft
der Mobilität in Metropolregionen

BeneVit

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Zukunftscluster MCube: BeneVit

01.10.2021 – 31.10.2024

„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03ZU1105JA 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:

Prof. Dr.-Ing. Gebhard Wulfhorst
Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung
School of Engineering and Design

Prof. Dr. Alain Thierstein
Lehrstuhl für Raumentwicklung
School of Engineering and Design

Teil I: Kurzbericht - Darstellung des Projektergebnisses (max. 2 Seiten)

1. Ursprüngliche Aufgabenstellung

Volkswirtschaftliche Bewertungsverfahren von Verkehrsvorhaben, wie beispielsweise in Deutschland die „Standardisierte Bewertung“ für Förderanträge im Rahmen des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes oder das Bewertungsverfahren in der Bundesverkehrswegeplanung dienen dazu, für Verkehrswegeinvestitionen den nach Bundeshaushaltsordnung geforderten Nachweis der Wirtschaftlichkeit zu führen und eine Priorisierung von Verkehrsinvestitionen vorzunehmen. Die bestehenden Verfahren werden vielfach dafür kritisiert, wichtige Wirkungen nicht umfassend abzubilden und dadurch den Nutzen insbesondere von Projekten des öffentlichen Personenverkehrs systematisch zu unterschätzen. So wird eine positive Beurteilung von ÖV-Projekten in der Regel nur dann erzielt, wenn Reisezeiten reduziert, neue Fahrgäste (durch Neuerschließung oder Angebotsverbesserungen) gewonnen und so Nachfrage vom MIV zum ÖV verlagert wird.

Ziel und erwartetes Produkt dieses Vorhabens war es daher, unter Berücksichtigung der MCube-Zieldimensionen Zeit, Raum und Luft, in einem transdisziplinären Prozess verbesserte und innovative Ansätze für Bewertungen von Verkehrsprojekten im öffentlichen Personenverkehr zu entwickeln. Berücksichtigt werden sollten dabei u.a. langfristige Effekte auf die Siedlungsstruktur und die Qualität des Raums (z.B. Aufenthaltsqualität, Ausstattungsqualität), die positiven Wirkungen von Netzergänzungen und Entlastungslinien in Großstädten (z.B. Resilienz), weitere volkswirtschaftliche Aspekte (z.B. Wirkungen auf Wohnungsmarkt, Arbeitsmarkt, Wirtschaftsstruktur und Produktivität) und Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung. Durch bessere Vergleichsmöglichkeiten zwischen Projekten für verschiedene Verkehrsträger und eine gute Anwendbarkeit in Metropolregionen sollen Projekte, die zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen und damit gesamtwirtschaftlich sinnvoll sind, besser identifiziert werden können. Eine mögliche Verwertung besteht einerseits gesamtwirtschaftlich in der verbesserten Auswahl und Realisierung von vorteilhaften Projekten. Sie besteht andererseits in der möglichen nationalen und internationalen Vermarktung neuer Bewertungsmethoden im Bereich der Verkehrsinfrastrukturplanung.

2. Ablauf des Vorhabens

Das Forschungsvorhaben gliederte sich in 4 Arbeitspakete. In „AP 1 - Grundlagen“ wurde die Theorie aufbereitet. Dabei wurden auch international angewandte Methoden und Leitfäden verglichen. Die Ergebnisse wurden in einem Arbeitsbericht und einem Konferenzpapier für die European Transport Conference 2022 in Mailand zusammengefasst und dort präsentiert.

In „AP 2 - Erarbeitung Bewertungsmethoden“ wurden Bewertungsansätze zur Operationalisierung der MCube-Zieldimensionen „Qualität der Zeit“, „Qualität der Luft“, und „Qualität des Raums“ erarbeitet. Diese wurden in regelmäßigen Jour fixes (etwa alle 4-6 Wochen) mit den geförderten und assoziierten Partnerinnen und Partnern diskutiert und verbessert.

Die Bewertungsmethoden wurden iterativ an einer Fallstudie in „AP 3 - Anwendung Bewertungsmethoden“ getestet und weiterentwickelt. Die Ergebnisse wurden in einem Paper in einer Special Issue des Journals sustainability im März 2024 publiziert.

„AP 4 - Empfehlungen und Dissemination“ wurde projektbegleitend durchgeführt. So fand ein kontinuierlicher Austausch sowohl im wissenschaftlichen Kontext als auch mit der deutschen Planungspraxis statt. Meilensteine sind unten zusammengefasst.

Die Arbeiten fanden unter Leitung des Lehrstuhls für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung statt. In allen Arbeitspaketen wurde eng mit dem Lehrstuhl für Raumentwicklung kooperiert. Intraplan war eng in die Arbeitspakete 1, 2 und 3 einbezogen und lieferte wertvolles Feedback und Daten für die Methodenentwicklung. Intraplan nahm außerdem an regelmäßigen Jour fixes auf Arbeitsebene (etwa alle 4 Wochen) teil. Der MVV war besonders in AP 3 bei der Anwendung in der Fallstudie einbezogen und stellte Daten aus der MVV-Datenbasis zur Verfügung.

Die assoziierten Partner (Stadtwerke München/Münchner Verkehrsgesellschaft, Landeshauptstadt München, Landkreis München) haben kontinuierlich an Jour fixes auf Verbundebene teilgenommen, die im Abstand von etwa 4-6 Wochen stattfanden. Zusätzlich waren die assoziierten Partner und der Freistaat Bayern in Workshops eingebunden. Dadurch haben sie die Arbeitspakete kontinuierlich durch Feedback aus der Planungspraxis begleitet.

3. Wesentliche Ergebnisse

Im Ergebnis liegt ein Bewertungsansatz für die zielorientierte Mobilitätsplanung in Stadtregionen vor. Wesentliche Methoden für einzelne Schritte des Ansatzes sind:

- Ermittlung von Zielen und Zielpfaden nach einem Backcasting-Ansatz
- Ermittlung von Push-Maßnahmen
- Ermittlung von Potentialen für die Raumentwicklung
- Bewertung von Maßnahmenpaketen anhand ausgewählter Indikatoren der MCube Zieldimensionen „Qualität der Luft“, „Qualität des Raums“, „Qualität der Zeit“

Zusätzlich liegen Ergebnisse aus der Anwendung des Bewertungsansatzes in einer Fallstudie zur möglichen U5-Verlängerung im Landkreis München vor.

Erkenntnisse und Zwischenergebnisse wurden kontinuierlich mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft gespiegelt, z.B. auf der European Transport Conference, Mailand, 2022; Universitätstagung Verkehrswesen, Weimar, 2022; NECTAR Cluster 1 Workshop, Brüssel, 2023; mobil.TUM Konferenz, München, 2024. Zusätzlich fand ein regelmäßiger Austausch mit Akteuren aus der Planungspraxis in Deutschland statt.

Aus dem Projekt entstanden u.a. folgende Publikationen:

Horlemann, J., Heidinger, M., Wenner, F., & Thierstein, A. (2024). Introducing a Novel Framework for the Analysis and Assessment of Transport Projects in City Regions. *Sustainability*, 16(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su16062349>

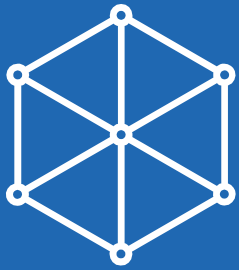
Horlemann, J. (2022). Do we need a new approach to appraisal? Lessons from a comparison of guidelines for the appraisal of transport infrastructure investment. *50th European Transport Conference*. European Transport Conference, Milan. <https://mediatum.ub.tum.de/1756476>

Horlemann, J., Heidinger, M. (2024). Besser planen, besser entscheiden: Neue Ansätze für die Bewertung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. *MCube Innovationsempfehlung 04*. https://mcube-cluster.de/wp-content/uploads/2024/07/240611_MCube_Innovationsempfehlung_04.pdf

Horlemann, J. und Heidinger, M. (Hrsg.). (2024). Potentiale von ÖPNV-Infrastrukturprojekten für die Raumentwicklung: Ansätze für deren Ermittlung und Anwendungsempfehlungen. *MCube / Technische Universität München*. <https://doi.org/10.14459/2024md1755571>

Horlemann, J., & Heidinger, M. (Hrsg.). (2024). *BeneVit—Innovative Bewertungsmethoden für nachhaltige Verkehrsinvestitionen—Ergebnisbericht AP 1—Grundlagen*. MCube / Technische Universität München. <https://mediatum.ub.tum.de/1755533>

Horlemann, J., Wulfhorst, G., Heidinger, M., Wenner, F., & Thierstein, A. (2024). Wie können Mobilitätsziele in Kommunen und Regionen erreicht werden? Empfehlungen für einen Planungs- und Bewertungsansatz. *KommunalPraxis Bayern*, 46. Jahrgang(10), 338-343.



MCube

Münchner Cluster für die Zukunft
der Mobilität in Metropolregionen

BeneVit

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Zukunftscluster MCube: BeneVit

01.10.2021 – 31.10.2024

„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03ZU1105JA 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:

Prof. Dr.-Ing. Gebhard Wulfhorst
Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung
School of Engineering and Design

Prof. Dr. Alain Thierstein
Lehrstuhl für Raumentwicklung
School of Engineering and Design

Teil II: Eingehende Darstellung

Ziel dieses Vorhabens war es, unter Berücksichtigung der MCube-Zieldimensionen Zeit, Raum und Luft, in einem transdisziplinären Prozess verbesserte und innovative Ansätze für Bewertungen von Verkehrsprojekten im öffentlichen Personenverkehr zu entwickeln. Das Vorhaben wurde dazu in 4 Arbeitspakete unterteilt:

- Arbeitspaket 1 – Grundlagen:
Aufbereitung bestehender Bewertungsverfahren und Diskussion
- Arbeitspaket 2 – Erarbeitung Bewertungsmethoden:
Erarbeitung eines Anforderungskatalogs und methodischer Ansätze
- Arbeitspaket 3 – Anwendung Bewertungsmethoden:
Anwendung in einer Fallstudie und iterative Verbesserung der Bewertungsansätze
- Arbeitspaket 4 – Empfehlungen und Dissemination:
Projektbegleitender Austausch auf wissenschaftlichen Konferenzen und Fachtagungen im deutschen Planungskontext, Formulierung von Empfehlungen für die Bewertungspraxis

Alle Arbeitspakete wurden vollständig bearbeitet und erfolgreich abgeschlossen. Der Zeitplan wurde eingehalten. Entgegen der ursprünglichen Vorhabenbeschreibung ergaben sich zwei Unterschiede:

- Das Projekt startete mit zwei Monaten Verspätung erst im Januar 2022. Dieser Verzug konnte durch verstärkten Abruf von Personalmitteln von Januar bis März 2024 ausgeglichen werden.
- Das Arbeitspaket 4 wurde nicht wie ursprünglich vorgesehen erst zum Projektende, sondern bereits projektbegleitend durchgeführt. Dadurch konnten Zwischenergebnisse aus den ersten Arbeitspaketen bereits auf Konferenzen und Tagungen vorgestellt und diskutiert werden. Dies lieferte wertvolle Hinweise für den weiteren Projektverlauf.

1. Verwendung der Zuwendung

Im Folgenden werden die im Projekt BeneVit durchgeführten Arbeiten und die wichtigsten erzielten Ergebnisse dargestellt. Für eine tiefer gehende Beschreibung sei auf die referenzierten Berichte und Veröffentlichungen verwiesen.

1.1 Grundlagen

Arbeitspaket 1 umfasste drei Teile und diente zur Identifikation des Forschungsbedarfs anhand einer systematischen Aufbereitung der Literatur zu Bewertungsverfahren und Methoden. In Unterarbeitspaket 1.1 wurde deshalb die (inter-)nationale Fachdiskussion zu Bewertungsverfahren analysiert und eine Literaturdatenbank erstellt. Dabei lagen spezifische Schwerpunkte auf der Nutzen-Kosten-Analyse, auf alternativen Bewertungsansätzen und methodischen Fortschritten gegenüber den Methoden der gegenwärtig eingesetzten Bewertungsverfahren in Deutschland, der Standardisierten Bewertung von ÖPNV-Infrastrukturinvestitionen und dem BVWP-Bewertungsverfahren.

In Unterarbeitspaket 1.2 wurden bestehende (inter-)nationale Bewertungsverfahren für Investitionen im Verkehrssektor identifiziert und ein systematischer Vergleich durchgeführt. Dabei wurden über 30 Leitfäden zur Bewertung von Verkehrsprojekten identifiziert und hinsichtlich folgender Kriterien aufbereitet:

- Art der Indikatoren:
 - monetär
 - quantitativ
 - qualitativ
- Methode der Wertsynthese:
 - Nutzen-Kosten-Analyse
 - Nutzen-Kosten-Analyse zuzüglich weiterer Analysen und Indikatoren
 - Multikriterielle Analyse mit Gewichtung einzelner Indikatoren zu einem Gesamtergebnis

Es wurde festgestellt, dass die gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kosten-Analyse Kernbestandteil der meisten Bewertungsverfahren ist. Dadurch sind sich die Verfahren methodisch ähnlich. Darüber hinaus scheinen sich viele Leitfäden an den gut dokumentierten Leitfäden aus Großbritannien („Transport Analysis Guidance (TAG)“) und dem EU-Leitfaden zur Bewertung der Investitionen aus dem EU-Kohäsionsfonds zu orientieren. Um eine Bandbreite methodischer Ansätze detaillierter zu analysieren, wurden fünf Leitfäden bzw. Bewertungsverfahren aus Deutschland, Großbritannien, Frankreich, der Schweiz und der EU ausgewählt. Diese wurden in Unterarbeitspaket 1.3 einer genaueren Betrachtung und einem Vergleich unterzogen. Dieser Vergleich diente zur Analyse der einzelnen Anwendungsbereiche, der Bewertungsgegenstände und der methodischen Ansätze. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in Meilenstein (MS) 1, einem Ergebnisbericht, in AP1.3 zusammengefasst. Darin wurden drei mögliche Forschungsrichtungen abgeleitet:

1. eine inkrementelle Verbesserung der bestehenden Bewertungsverfahren,
2. die Adaption eines bestehenden Bewertungsverfahrens auf einen neuen Bewertungsgegenstand,
3. die methodische Neuentwicklung eines Bewertungsverfahrens

Daraus entstand ein Diskussionspapier, welches auf der European Transport Conference 2022 in Mailand präsentiert und diskutiert wurde. Aus dieser Diskussion heraus und in Abstimmung mit den Projektpartnern wurde entschieden, die dritte Option als weitere Forschungsrichtung zu verfolgen.

1.2 Erarbeitung Bewertungsmethoden

Arbeitspaket zwei hatte das Ziel, Bewertungsmethoden zu entwickeln und nach der Anwendung in der Fallstudie in Arbeitspaket 3 weiter zu verbessern.

Dazu wurde zunächst ein Expertenworkshop durchgeführt. Dieser beinhaltete Präsentationen von extern eingeladenen Referenten zu ihren Praxiserfahrungen mit den Bewertungsverfahren aus Frankreich, Österreich, und partizipativen Ansätzen aus den Niederlanden. Anschließend

wurde im Workshop ein Leitbild für das Projekt BeneVit bearbeitet. Dieses wurde wie folgt gefasst:

„Wir möchten ein konsensschaffendes Verfahren zur Entscheidungsunterstützung und Informationsgrundlage entwickeln

- *über verkehrsträgerübergreifende Strategien und investive Maßnahmenpakete,*
- *für Entscheidungsträger in funktional homogenen urbanen Raumeinheiten,*
- *mit Hilfe einer Wirkungsanalyse und einem transparenten Zielsystem,*
- *um Klimaneutralität zu erreichen, Erreichbarkeit zu sichern, wirtschaftliche Mittel effizient zu verausgaben, sowie zur Verbesserung der MCube Zieldimensionen beizutragen.“*

Als Ergebnis wurde ein Anforderungskatalog für die BeneVit-Bewertungsmethoden erarbeitet und durch die Projektpartner beschlossen. Dieser Anforderungskatalog diente als Basis für die konkrete Operationalisierung neuer Bewertungsmethoden in Unterarbeitspaket AP 2.2.

Als Alternative zu den methodischen Bausteinen gegenwärtiger Bewertungsverfahren wurden die in folgender Tabelle aufgelisteten Bausteine gewählt:

	Traditionelle Bewertungsmethoden	Gewählte Alternativen
Szenariotechnik	Prognose	Backcasting
Bewertungsobjekt	Einzelprojekte	Maßnahmenpakete
Formalisierte Bewertung	Nutzen-Kosten-Analyse	Wirksamkeits-Kosten-Analyse

Diese wurden zu einem konsistenten Ansatz kombiniert, welcher sich auf den stadtreionalen Kontext konzentriert. Dieser besteht aus den folgenden Schritten:

- Festlegung stadtreionaler Ziele:
Stadtreionen sind die präferierte räumlich-funktionale Abgrenzung, weil sie auf Basis der Pendelverflechtungen abgegrenzt werden. Für die Stadtreion sind mittels Backcasting mobilitätsrelevante Ziele zu erarbeiten und mit Indikatoren zu operationalisieren. Für jeden Indikator sind quantitative Zielwerte festzulegen.
- Abgrenzung räumlicher Interventionsgebiete:
Der Untersuchungsraum ist in ein oder mehrere Interventionsgebiete zu unterteilen, für die Maßnahmenpakete entwickelt und bewertet werden.
- Maßnahmenpakete:
Ein Maßnahmenpaket sollte Pull-Maßnahmen (ÖPNV-Förderung), Push-Maßnahmen (Verminderung des motorisierten Individualverkehrs) und siedlungsstrukturelle Maßnahmen (Bündelung von Siedlungsstruktur entlang gut erreichbarer ÖPNV-Achsen und Nachverdichtung an ÖPNV-Stationen) kombinieren. In Kombination kann dies Wirkungen erhöhen und Akzeptanz schaffen.
- Wirkungsanalyse:
Die Wirkungen des Maßnahmenpakets auf die gewählten Indikatoren sind mittels geeigneter Methoden, z.B. Modellierung des Verkehrsverhaltens, zu ermitteln.
- Bewertung:
Die Wirkungen sind anhand zweier Beurteilungsindikatoren zu bewerten:
 - Zielbeitrag: Welchen Beitrag leistet das Maßnahmenpaket zu den Zielen bzw. zur Ziellücke der Stadtreion? Dies misst die Effektivität.

- Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis: Wie hoch ist die Wirkung des Maßnahmenpakets im Vergleich zu seinen Kosten? Dies misst die Effizienz.
- Finanzierung und Umsetzung:
Die Ergebnisse können als Entscheidungsgrundlage für Finanzierungsprozesse, z.B. die Kofinanzierung mit öffentlichen Mitteln für eine zielorientierte Mobilitäts- und Raumentwicklung in Stadtregionen genutzt werden.

In BeneVit wurden Methoden zur Operationalisierung folgender Indikatoren entwickelt. Die Indikatoren stellen dabei nur eine erste Auswahl dar und können weiter ergänzt werden.

MCube Zieldimension	Indikator	Mögliche Operationalisierung
Qualität der Zeit	Erreichbarkeit zu Arbeitsplätzen	Berechneter Index mit einem Strukturdatensatz und Reisezeit- bzw. Widerstandsmatrizen
Qualität der Luft	Verkehrsbedingte CO ₂ -Emissionen und Primärenergieverbrauch	Berechnet mit einem Verkehrsmodell und Prämissen über die zukünftige Entwicklung der Emissions- und Energieverbrauchsfaktoren
Qualität des Raums	Erreichbarkeit zu Arbeitsplätzen	Berechneter Index mit einem Strukturdatensatz und Reisezeit- bzw. Widerstandsmatrizen

Des Weiteren ist insbesondere für die integrierte Siedlungs- und Verkehrsplanung noch Forschungsbedarf, wie siedlungsstrukturelle Entwicklung im Zusammenhang mit Verkehrsinfrastrukturprojekten zu bewerten sind. In BeneVit wurden dazu Methoden entwickelt, wie die von einem Verkehrsprojekt zusätzlich ausgelösten Potentiale zur die Siedlungsplanung bestimmt werden können. Dies betrifft:

- Potentiale für siedlungsstrukturelle Nachverdichtung im Umfeld von ÖPNV-Stationen
- Potentiale für zentrale Einrichtungen mit regionalem Einzugsbereich im Umfeld von ÖPNV-Stationen, z.B. Bildungs-, Gesundheits-, und Kultureinrichtungen.

Nicht gelöst werden konnte allerdings die sich anschließende Frage, wie diese Potentiale konkret zu bewerten sind, z.B. mit Bodenwertsteigerungen oder anderen Monetarisierungsansätzen. Entgegen der Vorhabenbeschreibung konnte aufgrund nicht vollständiger Datengrundlagen in der Fallstudie das Thema „Auswirkungen verkehrlicher Investitionen auf Bodenwerte“ nicht operationalisiert werden. Die Arbeiten zur Ermittlung eines kausalen Zusammenhangs zwischen Verkehrsprojekten und Bodenwerten stellten sich als deutlich komplexer heraus, als ursprünglich eingeschätzt wurde. Entsprechend war es nicht möglich, noch innerhalb des Unterarbeitspakets einen eigenen Bewertungsansatz mit den begrenzten Projektmitteln zu erarbeiten. Die kausale Wirkung von Verkehrsprojekten auf Bodenwerte und besonders die Operationalisierung in Bewertungsverfahren – unter Ausschluss möglicher Doppelzählungen – bedarf deshalb weiterer Forschung.

Im Anschluss an die Entwicklung der Bewertungsansätze wurden diese anhand einer Fallstudie getestet und weiterentwickelt. Nach mehreren Rückkopplungen zwischen Methoden und Anwendung konnte Arbeitspaket 2 im Juni 2024 abgeschlossen werden.

Als gemeinsames Ergebnis aus Arbeitspaket 2 und 3 liegen u.a. eine Open Access-Publikation in einem internationalen wissenschaftlichen Journal sowie ein Methodenpapier vor. Diese sind in Abschnitt 5 aufgelistet.

1.3 Anwendung Bewertungsmethoden

Arbeitspaket umfasste drei Unterarbeitspakete. Zunächst wurden in Arbeitspaket 3.1 mögliche Fallstudien in der Region des Münchner Verkehrs- und Tarifverbunds (MVG) identifiziert. Dabei waren sowohl der MVV als auch die anderen Projektpartner eng eingebunden. Aus engeren einer Liste mit vier möglichen Projekten wurde die mögliche Verlängerung der bestehenden U-Bahn-Linie U5 in den Landkreis München ausgewählt. Gründe für diese Entscheidung waren, dass dieses Projekt einen guten Anwendungsfall für die Kombination mit weiteren verkehrlichen und siedlungsstrukturellen Maßnahmen darstellt und der Landkreis München als Projektpartner gewonnen werden konnte. Dadurch konnten Daten aus vorherigen Studien, die im Auftrag des Landkreises Münchens durchgeführt wurden, genutzt werden.

In Unterarbeitspaket 3.2 wurde die U5-Verlängerung mit den BeneVit-Methoden untersucht. Dazu wurden Daten von den Projektpartnern MVV sowie von Intraplan im Auftrag des Landkreises München zur Verfügung gestellt. Dies betraf insbesondere:

- Einteilung des Untersuchungsraums und Strukturdaten (Einwohner + Erwerbstätige) in einer Analyse und einer Prognose aus der MVV-Datenbasis
- Matrizen der Verkehrsnachfrage und Reisezeiten bzw. Widerstände für ein Analysejahr, ein Prognosejahr ohne U5-Verlängerung und ein Prognosejahr mit U5-Verlängerung aus einer vorläufigen Nutzen-Kosten-Untersuchung im Auftrag des Landkreises München
- ÖPNV-Betriebskosten, Investitionskosten und Unterhaltungskosten für die Infrastruktur aus einer vorläufigen Nutzen-Kosten-Untersuchung im Auftrag des Landkreises München

Das Projekt der U5-Verlängerung ist in Abbildung 1 dargestellt. In München verbindet die bestehende U5 hauptsächlich den Westen und Osten der Stadt. Am südöstlichen Endpunkt der U5 endet die Linie derzeit nahe der Stadtgrenze im Stadtteil Neuperlach. Seit längerem gibt es Initiativen des Landkreises München, die U5 weiter nach Südosten zu verlängern, um die regionale Anbindung und Fahrzeiten im ÖPNV zu verbessern. Dazu wurde eine Variante mit drei neuen Stationen betrachtet: Neubiberg U, Ottobrunn U und Campus Taufkirchen U.

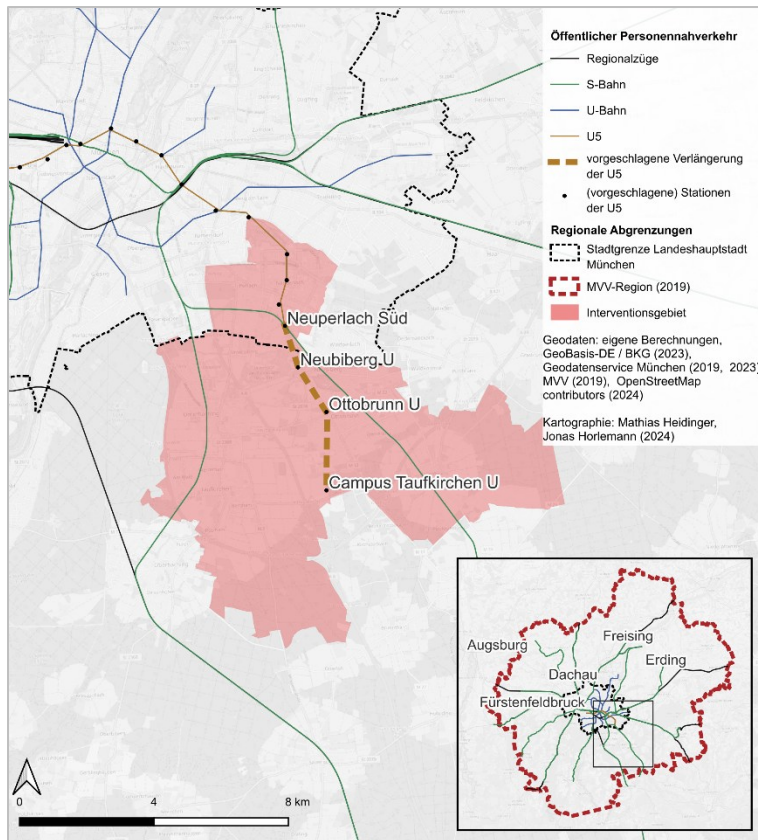


Abbildung 1 Mögliche Verlängerung der U-Bahn-Linie U5 in den Landkreis München. Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung angegebener Datenquellen

Zunächst wurde für die MVV-Region eine Ziellücke je Indikator bestimmt. Abbildung 2 stellt diese für die CO₂-Emissionen durch Personenverkehr innerhalb der MVV-Region dar.

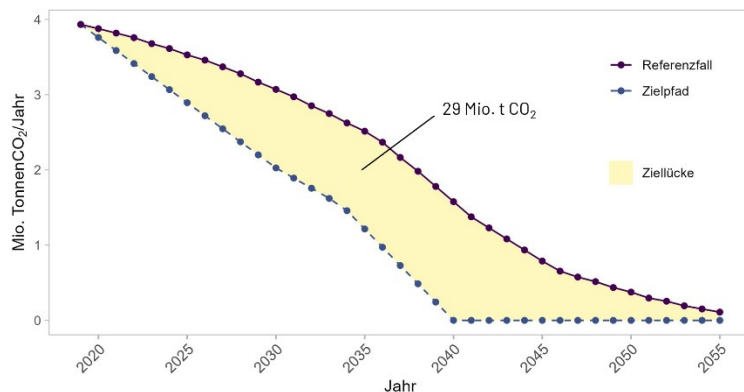


Abbildung 2 CO₂-Emissionen durch Personenverkehr innerhalb der MVV-Region. Quelle: Eigene Darstellung

Anschließend wurde ein Interventionsgebiet im Umgriff der U5-Verlängerung (vgl. Abbildung 1) festgelegt. Entsprechend seiner Größe müsste ein Maßnahmenpaket für dieses Gebiet etwa 1,6 Mio. t CO₂ vermeiden, um die Ziellücke von 29 Mio. t CO₂ in der gesamten MVV-Region zu schließen.

Dazu wurde ergänzend zur U5-Verlängerung ein Maßnahmenpaket entwickelt, welches verkehrliche Push-Maßnahmen enthält. In der Verkehrsplanung werden damit Maßnahmen bezeichnet, die Anreize für die Nutzung von Pkws senken. Pull-Maßnahmen hingegen machen die Nutzung alternativer Verkehrsmittel, z.B. den ÖPNV, Rad- und Fußverkehr, attraktiver.

Grundlage für die Ermittlung der Push-Maßnahmen war ein Ansatz, der den stadtreionalen Erreichbarkeitsindex gerade konstant hält. Die Methodik wurde in einem Paper (siehe Publikationsliste) veröffentlicht. Auf diese Weise ergeben sich die in Abbildung 3 dargestellten Reisezeitzuschläge für den motorisierten Individualverkehr, weil nach Realisierung der U5-Verlängerung eine gleich hohe Erreichbarkeit im MIV nicht mehr notwendig ist.

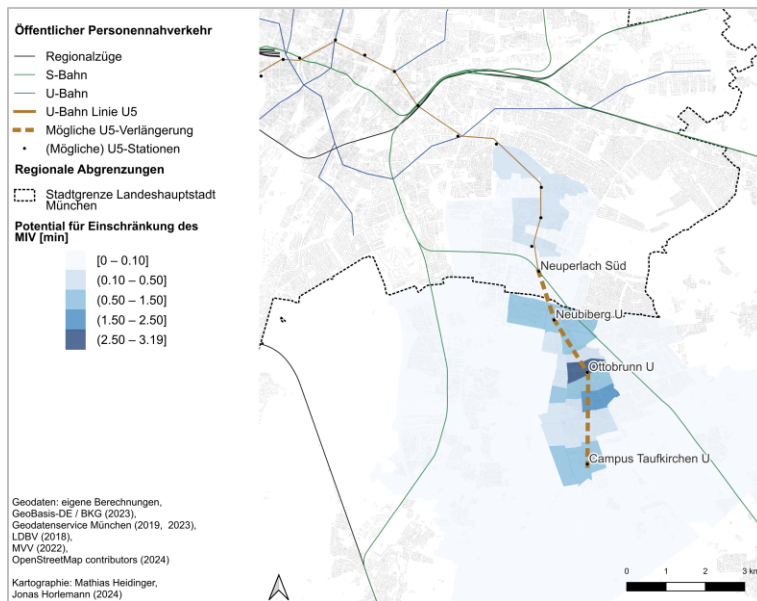


Abbildung 3 Potential für Push-Maßnahmen im motorisierten Individualverkehr, in Minuten Reisezeit je Verkehrszelle. Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung angegebener Datenquellen

Die bewerteten Wirkungen dieses Maßnahmenpakets aus der U5-Verlängerung in Kombination mit Push-Maßnahmen im MIV sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Bewertungsergebnis

Bewertete Wirkungen	Interventionsgebiet	
	Zielbeitrag	Kosten-Wirksamkeit
Indikatoren		
Angestrebter Schwellenwert je Indikator	6%	---
CO ₂ -Emissionen durch Personenverkehr im MVV (2019-2055)	0,1%	11.700 € ₂₀₁₆ /t CO ₂
Primärenergieverbrauch durch Personenverkehr im MVV (2019-2055)	0,2%	800 € ₂₀₁₆ /GJ

Die Ergebnisse legen nahe, dass

- für den Binnen-Personenverkehr in der MVV-Region eine erhebliche Ziellücke bei CO₂-Zielen und Energieverbrauchszielen droht,
- das Maßnahmenpaket in der bewerteten Variante wenig effektiv und effizient ist und die Planung daher verbessert und/oder um zusätzliche Maßnahmen ergänzt werden sollte,
- der im BeneVit-Projekt entwickelte Bewertungsansatz für konkrete verkehrsplanerische Fragestellungen operationalisiert werden kann.

Ergänzend wurden ermittelt:

- Potentiale für siedlungsstrukturelle Nachverdichtung im Umfeld von ÖPNV-Stationen
- Potentiale für zentrale Einrichtungen mit regionalem Einzugsbereich im Umfeld von ÖPNV-Stationen, z.B. Bildungs-, Gesundheits-, und Kultureinrichtungen

Diese wurden in einem eigenen Methodensteckbrief (siehe Publikationsliste) publiziert.

Die Erkenntnisse aus der Fallstudie und die entwickelten Methoden wurden in Unterarbeitspaket 3.3 evaluiert. Dazu wurde ein Syntheseworkshop mit allen BeneVit-Projektpartnern durchgeführt. Ergebnisse daraus flossen in Arbeitspaket 4 – Empfehlungen und Dissemination sowie in die daraus entstandenen Publikationen ein.

1.4 Empfehlungen und Dissemination

Entgegen der ursprünglichen Vorhabenbeschreibung wurde das Arbeitspaket nicht erst am Ende des Projekts, sondern bereits projektbegleitend durchgeführt. Dadurch konnten Impulse aus dem wissenschaftlichen Umfeld und der Praxis berücksichtigt werden.

Folgende Reisen zu internationalen wissenschaftlichen Konferenzen und Workshops fanden statt; dabei wurde jeweils ein (Working) Paper präsentiert:

- European Transport Conference, Mailand, 07.-09.09.2022
- NECTAR Cluster 1 Workshop, Brüssel, 23.-24.10.2023
- mobil.TUM Konferenz, München, 10.-12.04.2024

Zusätzlich fanden Reisen zu Tagungen im deutschsprachigen Raum und zum Austausch mit Akteuren der Planungspraxis statt:

- Zukunft Nahverkehr, Berlin, 07.09.2023
- Gemeinsame Sitzung der VDV AG und FGSV AK Standardisierte Bewertung, München, 17.01.2024
- ARL-Kongress "Große Infrastrukturprojekte: Planung zwischen Beschleunigung und Protest", Lübeck, 18.-19.04.2024
- Praxisworkshop GVFG des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung & Bundesministeriums für Digitales und Verkehr, Berlin, 07.-08.05.2024

Gemeinsam mit allen BeneVit-Projektpartnern wurden die Projektergebnisse diskutiert, evaluiert und in Empfehlungen übersetzt. Die Innovationsempfehlungen wurden gemeinsam mit dem MCube-Projekt RemGo publiziert und in einem Standpunkt im Tagesspiegel Background einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Zusätzlich wurde ein Beitrag mit Empfehlungen für die Mobilitätsplanung in Kommunen in der Zeitschrift KommunalPraxis Bayern publiziert. Alle Publikationen sind in Abschnitt 5 aufgelistet.

Für alle Arbeitspakete wurden Personalmittel in Höhe von 223.612,32 € eingesetzt. Für Konferenzreisen fielen Aufwendungen in Höhe von 2.517,85 € an. Sonstige allgemeine

Verwaltungsausgaben, z.B. Publikationsgebühr für Open Access, betragen in Summe 3.616,40 €. Näheres ist dem Verwendungsnachweis zu entnehmen.

2. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die im Projekt BeneVit durchgeführten Arbeiten und die dafür eingesetzten Projektmittel waren notwendig und angemessen. Sie entsprachen der im Antrag dargestellten Planung der Arbeitspakete. Alle Kernaufgaben der Arbeitspakete wurden erfolgreich bearbeitet, auf wissenschaftlichen Konferenzen präsentiert, und gegenüber einer weiteren (Fach-) Öffentlichkeit kommuniziert. Die folgende Tabelle listet die erreichten Meilensteine gemäß der Vorhabenbeschreibung auf.

Meilensteine gemäß Vorhabenbeschreibung	Erzieltes Ergebnis*
Ergebnisbericht Grundlagen	Erreicht im September 2022 mit Ergebnisbericht + Konferenzpapier
Zwischenergebnis Bewertungsmethoden	Erreicht im März 2024 mit wissenschaftlichem Paper + Förderpreis des Förderkreis Raum- und Umweltforschung
Syntheseworkshop	Erreicht im Juni 2024
Anwenderleitfaden und wissenschaftliche Fachaufsätze	Erreicht zum Projektabschluss 2024 mit wissenschaftlichen Artikeln und Innovationsempfehlungen

* Publikationen siehe Abschnitt 5.

3. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der erzielten Ergebnisse

Das entwickelte Bewertungsverfahren ist in seiner Gesamtheit noch nicht vollständig einsetzbar. Folgende wesentliche Methodenbausteine des Bewertungsverfahrens eignen sich für den weiteren Einsatz in der Praxis:

1. Ausrichtung der Bewertung auf konkrete quantitative Ziele und Messung der Zielerreichung im Verhältnis zu den eingesetzten Mitteln. Diese Verfahrensidee eignet sich besonders für regionale Verkehrsplanungskonzepte.
2. Ausrichtung der Bewertung auf Maßnahmenpakete, die nicht nur die ÖPNV-Infrastruktur beinhalten, sondern z.B. auch begleitenden Maßnahmen bei anderen Verkehrssystemen (Push-Maßnahmen) oder in anderen Planungsbereichen (Siedlungsplanung).
3. Bereitstellung einer quantitativen Methode zur Ermittlung der zusätzlichen Siedlungspotentiale aufgrund der Verbesserung der ÖPNV-Erreichbarkeit. Dies ist ein bislang fehlender Baustein in klassischen Bewertungsverfahren der Nutzen-Kosten-Analyse. In BeneVit wurde damit eine Lücke geschlossen, aber noch nicht vollständig. Insbesondere ist noch zu klären, wie und anhand welcher Indikatoren die Wirkungen auf die Siedlungsentwicklung konkret zu bewerten sind.

Die Methodenbausteine können einerseits für strategische Planungsprozesse in Stadregionen, andererseits für die Weiterentwicklung nationaler Bewertungsverfahren verwendet werden.

1. Verwendung im Rahmen strategischer Planungsprozesse in Stadtregionen

Die Methoden können integrierte Planungen in Stadtregionen unterstützen, z.B. Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP), Verkehrsentwicklungspläne, Nahverkehrspläne. Dadurch besteht eine mögliche Verwertung für Kommunen als auch für Planungsbüros, die Kommunen bei der Erarbeitung solcher Pläne beraten.

Die entwickelte Bewertungsmethode zeigt auch, wie zukünftig stärker zielorientiert bewertet werden könnte. Dies geht über den gegenwärtigen Fokus auf Einzelprojektbewertungen hinaus. Dadurch wird ein Grundstein für eine mögliche Umstellung von Einzelprojekt- auf Programmbewertungen gelegt, ähnlich wie sie in der Schweiz seit 2011 mit den sog. „Agglomerationsprogrammen“ durchgeführt werden.

Zusätzlich können einzelne Methodenbausteine mittelfristig im kommunalen Kontext eingesetzt werden, um zu einer integrierten Stadt- bzw. Regionalentwicklung beizutragen:

- Zum Beispiel können Kommunen mit dem Baustein „Strukturpotentiale“ analysieren, wie sich die kommunale Siedlungsfläche durch die Verbesserung der ÖPNV-Erreichbarkeit in Zukunft verändern könnte und wo Potentiale für Nachverdichtung der Siedlungsstruktur bestehen. Denn durch eine Verbesserung der Erreichbarkeit ergibt sich eine latente Nachfrage nach Wohnraum und Erwerbstätigkeit im Auswirkungsbereich von Verkehrsprojekten. Durch entsprechende Nachverdichtung und zusätzliche ÖPNV-Angebote kann dieses Potential gehoben werden.
- Zum Beispiel können Kommunen mithilfe des Bausteins „Potentiale für zentrale Einrichtungen mit regionalem Einzugsbereich“ analysieren, wie gut Gesundheits-, Kultur-, und zentrale Bildungseinrichtungen für die Bevölkerung mit dem ÖPNV erreichbar sind. Gleichzeitig können sie potenzielle Standorte identifizieren, die sich zusätzlich als geeignet für zentrale Einrichtungen erweisen.

2. Eingang in die Weiterentwicklung nationaler Bewertungsverfahren

Teile der entwickelten Methoden können in gegenwärtige nationale oder internationale Bewertungsmethoden integriert werden.

Das national maßgebende Bewertungsverfahren für Schienenprojekte des Nahverkehrs – die Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im schienengebundenen ÖPNV – wurde zuletzt 2022 in einem Forschungsvorhaben des BMDV überarbeitet. Mit einer turnusmäßigen Fortschreibung der Standardisierten Bewertung ist normalerweise innerhalb von 5 Jahren zu rechnen. Entsprechende Empfehlungen, wie Teile der BeneVit-Methoden dabei berücksichtigt werden könnten, wurden im Methodenpapier „Raumplanerische Potentiale von ÖPNV-Infrastrukturprojekten“ (siehe Publikationsliste in Abschnitt 5) aufgenommen.

Das Projekt BeneVit konzentriert sich zwar auf die räumliche Ebene der Stadtregionen. Die im Projekt formulierten Innovationsempfehlungen können aber auch auf nationale Verkehrsplanungsprozesse und Bewertungsmethoden übertragen werden. Dies betrifft insbesondere

- die Berücksichtigung von Klimazielen,
- die Kombination verkehrlicher Push- und Pull-Maßnahmen,
- die Bewertung nach Zielbeitrag und Kosten-Wirksamkeit, und
- die Ausrichtung der Siedlungsstruktur auf die zukünftige ÖPNV-Entwicklung.

Diese Empfehlungen sind grundsätzlich auf den Bundesverkehrswegeplan (BVWP) und die BVWP-Bewertungsmethodik übertragbar. Hinsichtlich der konkreten Integration in den BVWP-

Planungs- und Bewertungsprozess besteht allerdings noch Forschungsbedarf. Der BVWP, der die strategische Planung der Verkehrswege des Bundes enthält, wird in der Regel alle 10–15 Jahre aktualisiert. Der letzte BVWP stammt aus dem Jahr 2016. Momentan läuft die Überprüfung der Infrastrukturbedarfspläne. Nach Abschluss dieses Prozesses ist die Erarbeitung eines neuen nationalen Infrastrukturplans wahrscheinlich, auch weil sich die seit 2021 amtierende Bundesregierung in ihrem Koalitionsvertrag das Ziel gesetzt hat, einen Bundesverkehrswege- und Mobilitätsplan 2040 auf den Weg zu bringen. Sobald der Prozess zur Aufstellung eines solchen Plans ausgelöst wird, ist eine Überarbeitung des Bewertungsverfahrens wahrscheinlich.

Insgesamt können die im Projekt BeneVit entwickelten Methoden zu einem effektiveren und effizienteren Einsatz öffentlicher Mittel bei der Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturprojekten beitragen. Dazu wurden Innovationsempfehlungen für Entscheidungsträger:innen (siehe Abschnitt 5) formuliert.

Gleichzeitig können die im Teilprojekt BeneVit entwickelten Methoden Anwendung in Ingenieur- und Planungsbüros finden, die im Bereich der Bewertungspraxis, Verkehrsplanungsberatung oder Kommunalberatung tätig sind.

Die Projektergebnisse finden außerdem Eingang in eine Dissertation an der TUM, Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung, mit dem Arbeitstitel „Bewertungsmethoden für Verkehrsinfrastrukturprojekte in Stadtregionen – Entwicklung, Erprobung und Empfehlungen“. Zuletzt sind weiterentwickelte Bewertungsmethoden im Interesse aller: Sie ermöglichen es der Öffentlichkeit, die Wirkungen großer Infrastrukturvorhaben einzuschätzen, zu diskutieren, und Entscheidungen über ihre Umsetzung oder Nicht-Umsetzung zu treffen.

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

Während der Durchführung des Vorhabens sind dem Zuwendungsempfänger keine maßgeblichen Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Seiten bekannt geworden.

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

Wissenschaftliche Publikationen:

- Horlemann, J., Heidinger, M., Wenner, F., & Thierstein, A. (2024). Introducing a Novel Framework for the Analysis and Assessment of Transport Projects in City Regions. *Sustainability*, 16(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su16062349>
- Horlemann, J. und Heidinger, M. (Hrsg.). (2024). Potentiale von ÖPNV-Infrastrukturprojekten für die Raumentwicklung: Ansätze für deren Ermittlung und Anwendungsempfehlungen. *MCube / Technische Universität München*. <https://doi.org/10.14459/2024md1755571>
- Horlemann, J. (2022). Do we need a new approach to appraisal? Lessons from a comparison of guidelines for the appraisal of transport infrastructure investment. *50th*

European Transport Conference. European Transport Conference, Milan. <https://mediatum.ub.tum.de/1756476>

- Horlemann, J., & Heidinger, M. (Hrsg.). (2024). *BeneVit–Innovative Bewertungsmethoden für nachhaltige Verkehrsinvestitionen–Ergebnisbericht AP 1–Grundlagen*. MCube / Technische Universität München. <https://mediatum.ub.tum.de/1755533>

Publikationen für eine breitere (Fach-) Öffentlichkeit und Entscheidungsträger:innen:

- Horlemann, J., Wulfhorst, G., Heidinger, M., Wenner, F., & Thierstein, A. (2024). Wie können Mobilitätsziele in Kommunen und Regionen erreicht werden? Empfehlungen für einen Planungs- und Bewertungsansatz. *KommunalPraxis Bayern*, 46. Jahrgang(10), 338-343.
- BeneVit (Hrsg.). „MCube Innovationsempfehlung 04 - Besser planen, besser entscheiden - Neue Ansätze für die Bewertung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen“. Innovationsempfehlung. München: MCube / Technische Universität München, 2024. https://mcube-cluster.de/wp-content/uploads/2024/07/240611_MCube_Innovationsempfehlung_04.pdf.
- Horlemann, Jonas, Mathias Heidinger, und Oliver May-Beckmann. „Wie ein Paradigmenwechsel in der Verkehrsinfrastrukturplanung gelingen kann“. *Tagesspiegel Background*, 2024. <https://mediatum.ub.tum.de/1748633>

Mit Ausnahme der Print-Publikation in der Zeitschrift *KommunalPraxis Bayern* wurden die Publikationen innerhalb des MCube Clusters über den MCube Datenhub zugänglich gemacht. Für die Öffentlichkeit sind sie über die MCube BeneVit-Projektwebseite abrufbar.

Die Projektmitarbeiter Jonas Horlemann, Mathias Heidinger und Fabian Wenner sind im Jahr 2024 für den entwickelten Bewertungsansatz mit einem Förderpreis (2. Preis) des Förderkreis Raum- und Umweltforschung ausgezeichnet worden.

6. Zusätzliche Punkte für den Cluster

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

Das Teilprojekt BeneVit leistet einen Beitrag zur lehrstuhlinterne(n) Forschung und Lehre auf dem Gebiet der integrierten Verkehrs- und Siedlungsentwicklung. Ergebnisse aus dem Projekt fließen auch in die Lehre ein, beispielsweise in die Master-Vorlesung „Transportation Policies and Project Design“.

Die Projektergebnisse finden außerdem Eingang in eine Dissertation an der TUM, Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung, mit dem Arbeitstitel „Bewertungsmethoden für Verkehrsinfrastrukturprojekte in Stadtregionen - Entwicklung, Erprobung und Empfehlungen“.

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

Die MCube-Gesamtstrategie wurde auch bei der Erarbeitung der BeneVit-Bewertungsmethoden berücksichtigt, insbesondere der vom Teilprojekt SUE entwickelte Indikatorenkunde. In Abschnitt 1.2 wurde der Bezug der in BeneVit konkret operationalisierten Indikatoren zu den

MCube-Zielkriterien Qualität der Zeit, Raum und Luft hergestellt. Das BeneVit-Bewertungsverfahren adressiert unmittelbar die drei Dimensionen des MCube-Zielsystems:

- Erreichbarkeit zur Abbildung der „Qualität der Zeit“
- Strukturpotentiale zur Abbildung der „Qualität des Raums“
- Emissionen und Energieverbrauch zur Abbildung der „Qualität der Luft“

Neben den drei MCube Zieldimensionen hat das Teilprojekt „BeneVit“ einen wichtigen Beitrag zur MCube Gesamtstrategie geliefert. Das Leitbild „miteinander möglich machen“ wurde gelebt, in dem die Vernetzung und kontinuierlicher Wissenstransfer auf regelmäßigen Projekttreffen und Workshops ermöglicht wurden. Dies betraf die folgenden Projektpartner:

- TU München, Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung
- Intraplan Consult
- MVV
- Stadtwerke München / Münchner Verkehrsgesellschaft
- Landeshauptstadt München, Baureferat und Mobilitätsreferat
- Landkreis München
- Freistaat Bayern

Alle Projektpartner wurden auf regelmäßigen Jour fixes, in der Regel im Abstand von 4-6 Wochen, in die Planung, Entwicklung und Anwendung der Bewertungsmethoden eingezogen.

BeneVit wurde durch das MCube Projekt SUE evaluiert. Dazu wurde mittels einer Online-Umfrage die fachliche Einschätzung der BeneVit-Praxispartner erhoben, inwiefern die Anwendung der BeneVit-Methoden in der Praxis Auswirkungen auf die MCube-Zielkriterien haben kann. Im Durchschnitt wurde ein moderater Einfluss auf die MCube-Zielkriterien konstatiert.

c. Projektübergreifende Zusammenarbeit innerhalb des Clusters

Über die Laufzeit des Projekts wurde projektübergreifend zusammengearbeitet. Dies betraf insbesondere:

- den regelmäßigen organisatorischen und fachlichen Austausch auf Ebene der Projektleitungen aller MCube-Projekte und der MCube-Geschäftsleitung
- den internen Austausch mit allen anderen am Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung bearbeiteten MCube-Projekten SUE, SASIM, MGeM und AQT
- Die Projektvorstellung auf der IAA 2023 mittels interaktiver Visualisierung auf einem Touchscreen-Display („Datentisch“) in Zusammenarbeit mit Teilprojekt DatSim
- Die Publikation „Innovationsempfehlung 04“ in Zusammenarbeit mit Teilprojekt RemGo