Schlussbericht
NaMIx

Zuwendungsempfänger	FKZ
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Institut für Verkehrsforschung	19F1103 A
Veomo Mobility GmbH (VEOMO)	19F1103 B

Vorhabenbezeichnung: Nachhaltige-Mobilität-Index zur Bewertung des standortbezogenen Mobilitätspotentials

Laufzeit des Vorhabens und Berichtszeitraum: 01.07.2022 bis 30.06.2023

Verfasser: Benjamin Heldt, Serra Yosmaoglu, Rebekka Oostendorp, Daniel Krajzewicz, Simon Nieland, Rita Cyganski (DLR) und Emil Pabst (VEOMO)

Datum: 30. November 2023

Gefördert durch:

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

mFUND
Das Startkapital für die Mobilität 4.0

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzbericht 1
1 Aufgaben- und Zielstellung 2
2 Ausgangslage und Voraussetzungen 2
3 Planung und Ablauf des Vorhabens 3
4 Wissenschaftliche und technische Anknüpfungspunkte 4
5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen 5
II. Eingehende Darstellung 6
1 Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse 7
1.1 AP1 Indikatoren 7
1.2 AP2 Daten und Berechnung 9
1.3 AP3 Anwendung auf Fallbeispiel 11
1.4 AP4 Geschäftsmodell und Weiterentwicklung 13
1.5 AP5 Projektmanagement und Vernetzung 14
2 Wichtigste Positionen im zahlenmäßigen Nachweis 14
2.1 DLR 14
2.2 Veomo 14
3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit 15
3.1 DLR 15
3.2 Veomo 15
4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des Verwertungsplans 15
5 Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen 16
6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse 17
7 Literaturverzeichnis 17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: NaMIx-Indkatoren, Operationalisierung und Herleitung 8

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung des NaMIx – Übersichtskarte (Parklizenzgebiete mit den 14.000 Adressen) und Standorte mit Maximum und Minimumwerten 3

Abbildung 2: Methodisches Vorgehen 4

Abbildung 3: Datenquellen und daraus abgeleitete Indikatoren 10

Abbildung 4: Berechnungsschritte 11

Abbildung 5: Visualisierung des NaMIx - Detailausschnitt Munich Urban Colab und Werte für Beispielstandorte 12

Abbildung 6: Stakeholder-Workshop 12

Abkürzungsverzeichnis

AP(s)	Arbeitspaket(e)
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Verkehrsforschung
VEOMO	Veomo Mobility GmbH

Zitierhinweis: Heldt, B.; Pabst, E.; Yosmaoglu, S.; Oostendorp, R.; Krajzewicz, D.; Nieland, S.; Cyganski, R. (2023). *Nachhaltige-Mobilität-Index zur Bewertung des standortbezogenen Mobilitätspotentials – NaMIx: Schlussbericht zum mFUND-Projekt*. Laufzeit: 07/2022-06/2023. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

I. **Kurzbericht**

1 Aufgaben- und Zielstellung

Durch die Klimakrise ist auch in der urbanen Mobilität eine Mobilitätswende gefordert. Unter anderem Kommunen und Wohnungswirtschaft sollten Mobilität nachhaltig ausrichten und Verkehr vermeiden, verlagern oder effizienter abwickeln. Zu den täglichen Aufgaben der Akteure auf dem Immobilienmarkt gehört es Standorte zu bewerten und zu vermarkten. Planer:innen entscheiden über die benötigte Infrastruktur und weitere Maßnahmen rund um die Mobilität. Beide Akteursgruppen, die Immobilienwirtschaft und kommunale Akteur:innen benötigen dafür Informationen wie nachhaltig die Mobilität an einem Standort oder in einem Quartier aktuell ist. Entsprechende Daten liegen häufig fragmentiert auf verschiedene Quellen verteilt vor und sind aufgrund ihrer Komplexität oft schwer zugänglich und schlecht kommunizierbar.

Das Potential für nachhaltige Mobilität lässt sich nicht direkt erheben. Aus diesem Grund kann hier die Indexmethode Anwendung finden, die verschiedene Aspekte nachhaltiger Mobilität bemisst und zusammenbringt. Mobilitätsindizes gab es bereits einige; es gab aber keinen Index, der

- Daten zusammenführt und verständlich kommuniziert und DABEI
- unterschiedliche Verkehrsträger berücksichtigt UND
- kleinräumige räumliche Ebenen betrachtet, inkl. Standorte/Quartiere UND
- Möglichkeiten, nachhaltig mobil zu sein abbildet.

Das Ziel des Projektes war es daher, die erste Version eines wissenschaftlich fundierten Index für nachhaltige Mobilität an Standorten und für Quartiere zu entwickeln, der vorhandene Daten und Indizes einbezieht und verschiedene räumliche Ebenen abbildet. Kernziele waren die Entwicklung einer Gleichung zur Berechnung des Index sowie die Berechnung der Werte für unterschiedliche räumliche Ebenen eines Fallbeispiels innerhalb der Stadt München. Schließlich sollte das Projekt Potentiale zur Inwertsetzung des Index ableiten.

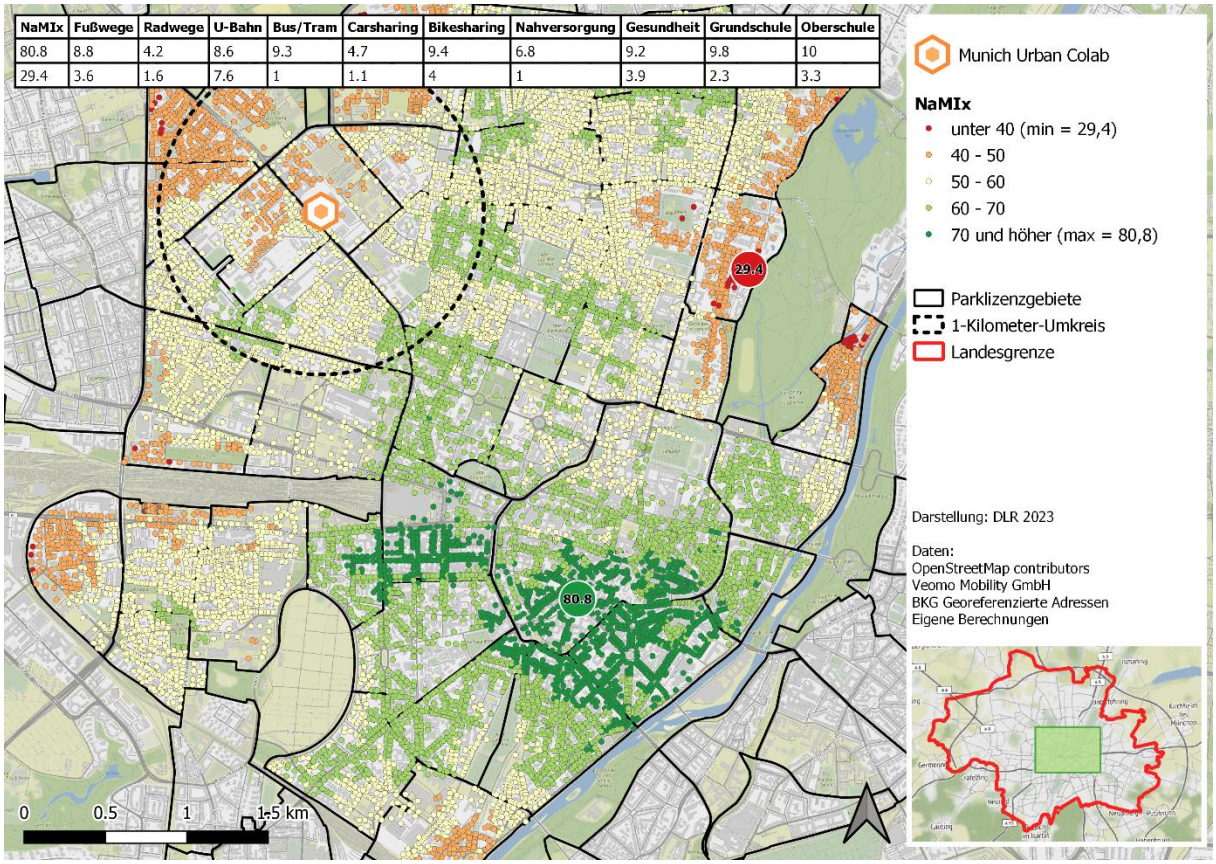
2 Ausgangslage und Voraussetzungen

Das Projekt wurde durch ein Konsortium aus einem wissenschaftlichen Partner und einem Partner aus der Praxis bearbeitet. Dies diente der Sicherstellung der wissenschaftlich fundierten Entwicklung des Index bei gleichzeitiger Anwendbarkeit durch potenzielle Nutzer:innen. Das DLR Institut für Verkehrsforschung hat dabei die Projektleitung und den wissenschaftlichen Teil übernommen. Das Startup VEOMO übernahm die Rolle des Praxispartners, stellte Daten bereit und Kontakte zur Privatwirtschaft her und reflektierte die wissenschaftlichen Arbeiten aus Anwendungssicht. Weiterhin oblag es VEOMO zu prüfen, ob für die Vermarktung des Index ein Geschäftsmodell entwickelt werden kann. Weitere assoziierte Projektpartner haben vor allem zu Diskussionen zur Ausrichtung des Index beigetragen und waren in einen Workshop zu Nutzungspotentialen und Weiterentwicklungen eingebunden. Maßgeblich waren daran insbesondere das Mobilitätsreferat der Stadt München beteiligt und der Digital Mobility Hub der UnternehmerTUM.

Als Anwendungsfall für die Indexentwicklung diente das Munich Urban Colab der Stadt München und umgebende Quartiere. Das Mobilitätsreferat der Stadt hat hierfür Daten zur Verfügung gestellt und auch beraten, wie der Untersuchungsraum zugeschnitten sein sollte. Als räumlich übergeordnete Einheit dienten die sogenannten Parklizenzgebiete in der Umgebung

des Munich Urban Colab und die darin verorteten ca. 14.000 Adressen (s. Abbildung 1). Der Index wurde zunächst für Wohnimmobilien entwickelt.

Für die Projektbearbeitung standen 11 Monate zur Verfügung (Juli 2022 bis Mai 2023). Das Projekt wurde kostenneutral um einen Monat bis Ende Juni 2023 verlängert.



NaMIx	Fußwege	Radwege	U-Bahn	Bus/Tram	Carsharing	Bikesharing	Nahversorgung	Gesundheit	Grundschule	Oberschule
80.8	8.8	4.2	8.6	9.3	4.7	9.4	6.8	9.2	9.8	10
29.4	3.6	1.6	7.6	1	1.1	4	1	3.9	2.3	3.3

Abbildung 1: Visualisierung des NaMIx – Übersichtskarte (Parklizenzgebiete mit den 14.000 Adressen) und Standorte mit Maximum und Minimumwerten (Hinweis: die Daten für diese Abbildung weichen leicht von der in der Mobilithek veröffentlichten Version ab. Grund ist die Umstellung von BKG-Daten auf offene Daten).

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Bearbeitung der Aufgabe fand in vier inhaltlichen Arbeitspaketen (zuzüglich Projektmanagement und Vernetzung) statt, die gleichzeitig auch Arbeitsschritte darstellten (s. Abbildung 2). Zunächst erfolgte wie geplant in AP 1 eine Recherche bestehender Indikatoren und Indizes sowie die Sichtung grundlegender Literatur zu dem Thema. Hieraus wurde eine Liste potentiell geeigneter Indikatoren abgeleitet und noch einmal unter Berücksichtigung der Verwendungsziele des Index reduziert. Der ursprüngliche Arbeitsplan sah vor, die Auswahl der Indikatoren anhand von Kriterien in einem elaborierten, quantitativen Verfahren zu treffen. Entscheidend war schließlich vor allem die Verwendung von Indikatoren in möglichst vielen Studien bzw. anderen Indizes. Für die Normalisierung wurde ein vereinfachter Ansatz gewählt (Min-Max-Standardisierung) (s. II.1.1). Als Gewichtungsfaktor für die einzelnen Indikatoren wurde zunächst 1 angenommen und daher auf umfangreiche statistische Analysen zu deren Bestimmung verzichtet. Hintergrund hierfür war vor allem die unzureichende Datengrundlage: Es gibt so gut wie keine wissenschaftlichen Artikel, die herangezogen hätten werden können, daher wäre hierfür eine eigene Erhebung (z.B. Expertenbefragung) notwendig gewesen. Ein Vorgehen für die Erstellung der Gewichtung wurde konzipiert (s. II.1.1).

Das anschließende AP 2 beinhaltete die Identifikation geeigneter Datenquellen, die Operationalisierung der Indikatoren und die Überführung dieser in Berechnungsschritte. Basierend darauf erfolgte die skriptgestützte Berechnung zunächst für eine Adresse und dann für alle Adressen im Untersuchungsgebiet. Die Umsetzung erfolgte wie geplant (s. II.1.2).

In AP 3 erfolgte die Berechnung und Standardisierung der Indikatoren und des sich aus diesen ergebenden Index für alle Adressen im Untersuchungsraum. Wie geplant konnten die Ergebnisse in einem Workshop vorgestellt und daraus Entwicklungspotentiale abgeleitet werden (vgl. II.1.3). Beschaffung, Anbindung und Aufbereitung der Daten sowie die Berechnung der Indikatoren benötigten mehr Zeit als ursprünglich geplant. In Absprache mit dem Projektträger konzentrierte sich das Projektteam auf die Indexentwicklung und -berechnung und erstellte keine statistischen Analysen der räumlichen Verteilung.

Während des Stakeholder-Workshops (AP 4) stellte sich heraus, dass der Index in seiner aktuellen Fassung und ohne Einbindung in Planungsprozesse noch kein Use Case für ein Geschäftsmodell darstellt. Daher wurde die Entwicklung eines Geschäftsmodells nicht direkt weiterverfolgt, sondern diese Zeit in die Weiterentwicklung der ursprünglichen Projektidee für eine weitere mFUND-Phase investiert, in der dann verschiedene Use Cases entwickelt werden sollen (s. II.1.4).

Als Ergebnis des Projektes liegen wie geplant eine Liste von Indikatoren, datenbankbasierte und dokumentierte Skripte in Form eines Jupyter Notebooks sowie die berechneten Ergebnisse für das Gebiet rund um das Munich Urban Colab vor. Ein weiteres Ergebnis ist das Feedback des Stakeholder-Workshops mit Potentialen für die Weiterentwicklung.

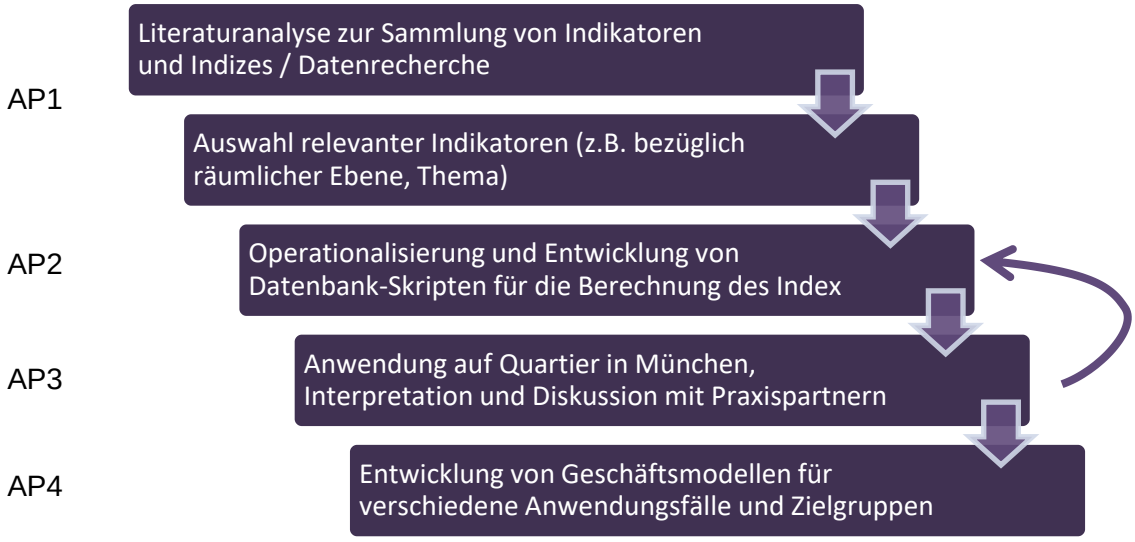


Abbildung 2: Methodisches Vorgehen

4 Wissenschaftliche und technische Anknüpfungspunkte

Zu Indizes, die Mobilität bewerten, gibt es bisher bereits einige wenige Publikationen in der Verkehrsforschung und in den Planungswissenschaften sowie insbesondere bei Berichten und Dokumentationen von Praxisprojekten. Deutlich umfangreicher ist der Bestand an Veröffentlichungen, die sich mit mobilitäts- oder nachhaltigkeitsbezogenen Indikatoren befasst. Als Grundlage für die Bestimmung der in den Index einfließenden Indikatoren dienten u.a. folgende Publikationen (diese und weitere Quellen sind unter II.7 detailliert aufgeführt): Boeing

et al. 2022, Braga et al. 2019, Cervero & Kockelman 1997, Danielis et al. 2018, Frank et al. 2010, Gillis et al. 2015, Hofmann et al. 2022, Hartmann 2012, Krenn et al. 2015, Krizek 2003, Liu et al. 2022, Mager & Höhne 2020, Melkonyan et al. 2022, Moeinaddini et al. 2014, Rammert 2022, Salanova et al. 2022, Sehatzadeh 2017, Tafidis et al. 2017, Timmermans 1997, Vale et al. 2016, WBCSD 2015.

Insbesondere Hartmann 2012 und Rammert 2022 wurden maßgeblich als Inspiration für den Index genutzt, u.a. für die Definition der relevanten Themengebiete. Weitere Quellen wurden zu Erreichbarkeiten, Nachhaltigkeit und Indexbildung im Allgemeinen herangezogen (s. II.7). Angeknüpft wurde auch an Arbeiten des DLR und von VEOMO zur Erstellung von Teilindikatoren, die in den Index einfließen könnten.

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während des Projektes fand ein Workshop am Munich Urban Colab statt, bei dem die assoziierten Projektpartner (UnternehmerTUM, Digital Hub Mobility) und weitere Interessenten aus der Praxis (z.B. Projektentwickler Momeni) teilgenommen haben (s. II.1.3). Ein Austausch wurde am 1. Dezember 2022 mit dem Reiner-Lemoine-Institut initiiert, das ebenfalls an einem Index für nachhaltige Mobilität arbeitet. Auch mit dem Startup plan4Better (GOAT) sowie mit dem BMBF-geförderten Projekt Mobitat 2050, in dem Nachhaltigkeitsindikatoren u.a. zur Bewertung von Pendelverkehren für verschiedene Szenarien dienen, fanden Gespräche statt.

Hinsichtlich der Weiterentwicklung führte VEOMO Gespräche mit: Team ZukunftsQuartier, Momeni, Alfons & alfreda, Bayerische Hausbau, AQT Projekt (MCube), MCube Geschäftsführung, Plan4Better, Stadt Erding, Landkreis Starnberg, VePa, Stattauto, CarVia, TIER, UnternehmerTUM Digital Hub Mobility, IHK München & Oberbayern, VCD.

II. Eingehende Darstellung

1 Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse

In Absprache mit dem Projektträger wurden einzelne Meilensteine verschoben und Inhalte teils geringfügig angepasst. Im Wesentlichen wurden die geplanten Schritte durchgeführt und die definierten Teilziele erreicht. Im Folgenden erfolgt die Darstellung der in den einzelnen Arbeitspaketen geleisteten Arbeiten und erreichten Ziele.

1.1 AP1 Indikatoren

Das Arbeitspaket beinhaltete die Erstellung einer Liste von Indikatoren abgeleitet aus verschiedenen Kriterien. Dafür wurden mehr als 15 wissenschaftliche und andere Quellen recherchiert sowie weitere Geodatenportale und Tools, die dort verlinkt und beschrieben waren (s. II.7). Diese Publikationen beinhalteten jeweils wiederum eine Vielzahl von Indikatoren. Es wurde eine Tabelle augestellt, die Indikatoren mit Publikationen verknüpft und sie anhand verschiedener Kriterien beschreibt. Viele der Indikatoren wurden direkt ausgeschlossen, da sie für die Fragestellung eines standortbezogenen Index nicht geeignet sind, sondern Daten auf anderen räumlichen Ebenen bemessen, die sich auf Adressebene nicht unbedingt unterscheiden (z.B. Benzinpreise, Gesamtangebotsqualität des ÖPNV in der Stadt). Aufgrund der umfangreichen Anzahl an Indikatoren und Publikationen schien es nicht zielführend, alle Quellen und Indikatoren vollumfänglich zu beschreiben. Entsprechend wurde in Absprache mit dem Projektträger ein pragmatischeres Vorgehen gewählt. Zunächst erfolgte eine projektbezogene Definition für Nachhaltigkeit nach Holz-Rau & Jansen 2007. Demnach bedeutet Nachhaltigkeit in der Mobilität (verkürzt):

- ökologische Dimension: Minimierung ökologischer Belastungen (Emissionen, Ressourcenverbrauch),
- ökonomische Dimension: Sicherung ökonomischer Austauschprozesse,
- soziale Dimension: Teilhabe und Gesundheit aller; keine Belastung bestimmter Gruppen.

Diese Ziele können laut Banister 2008 mit verschiedenen Strategien erreicht wurden, und zwar:

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung,
- Effizienzsteigerung des Verkehrs.

Aus den Publikationen konnte so eine Liste von Indikatoren herausgearbeitet werden, für die anschließend die Eignung von Datenquellen zu deren Berechnung vertiefend geprüft wurde (Longlist). Im Folgenden wurden vor allem basierend auf der Häufigkeit der Verwendung der Indikatoren in mobilitätsbezogenen Indizes Themenbereiche identifiziert. Für jeden dieser Themenbereiche wurden ein oder mehrere repräsentierende Indikatoren ausgewählt. In AP 2 wurden diese Indikatoren operationalisiert. Ein Indikator für das Thema Walkability ist zum Beispiel die Kreuzungsdichte. Operationalisiert ist dies die Anzahl Kreuzungen im Fußwegenetz pro Meter Wegenetzlänge bezogen auf den Einzugsraum der Adresse (z.B. Buffer von 1 km Umfang). Die so entwickelte Liste enthält zehn bereits operationalisierte (s. II.1.2) Indikatoren in sieben Themen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: NaMIx-Indikatoren, Operationalisierung und Herleitung

Nr	Thema	Indikator	Begründung
1	Walkability	Anzahl Kreuzungen im Fußwegnetz pro Meter in 1 Kilometer Umkreis	Verkehrsvermeidung und -verlagerung
2	Bikeability	Anteil der Fahrradwege im Straßennetz in 1 Kilometer Umkreis	Verkehrsverlagerung
3	ÖPNV	Erreichbarkeit nächste Haltestelle des langsamen ÖPNV (Bus, Tram) (in Minuten)	Verkehrsverlagerung
4	ÖPNV	Erreichbarkeit nächste Haltestelle des schnellen ÖPNV (U-Bahn) (in Minuten)*	Verkehrsverlagerung
5	Sharing	Anzahl verfügbarer Carsharing-Fahrzeuge in 1 Kilometer Umkreis	Höhere Effizienz
6	Sharing	Anzahl verfügbarer Leihräder in 1 Kilometer Umkreis	Höhere Effizienz
7	Nahversorgung	Anzahl Supermärkte zu Fuß (in 10 Minuten erreichbar)	Verkehrsvermeidung und -verlagerung
8	Gesundheitsversorgung	Anzahl Gesundheitseinrichtungen zu Fuß (in 10 Minuten erreichbar)	Verkehrsverlagerung
9	Bildung	Erreichbarkeit nächste Grundschule zu Fuß (in Minuten)**	Verkehrsvermeidung und -verlagerung
10	Bildung	Erreichbarkeit nächste weiterführende Schule mit dem Fahrrad (in Minuten)***	Verkehrsverlagerung

* die verwendeten GTFS-Daten ermöglichten keine Berechnung der Erreichbarkeit von S-Bahn-Stationen. Das wird ggf. in einer Folgeversion angepasst.

** der Indikator musste vor Veröffentlichung des Jupyter Notebooks angepasst werden und beinhaltet in der finalen Version die Erreichbarkeit zur nächsten Schule Fuß (in Minuten), da OpenStreetMap keine ausreichend gute Differenzierung zwischen Schultypen ermöglicht.

*** der Indikator musste vor Veröffentlichung des Jupyter Notebooks angepasst werden und beinhaltet in der finalen Version die Erreichbarkeit zur nächsten Schule mit dem Fahrrad (in Minuten), da OpenStreetMap keine ausreichend gute Differenzierung zwischen Schultypen ermöglicht.

Die Vorgehensweise und die Tabelle wurden im Dezember 2022 dem Projektpartner VEOMO vorgestellt und mit diesem abgestimmt. Weitere Themen und Indikatoren wie z.B. Grüne Infrastruktur wurden wegen geringer Datenverfügbarkeit bzw. zu komplexer Operationalisierung/Berechnung zunächst ausgeschlossen. Hilfsindikatoren wie Altersstruktur oder Einwohnerdichte ergänzen die Liste.

Das mit dem Arbeitspaket verbundene Ziel der Gewichtung der Indikatoren zur Erstellung einer Formel konnte teilweise erreicht werden. Es wurden verschiedene Verfahren geprüft (u.a. Regressionsanalyse und Hauptkomponentenanalyse), allerdings wurde keines für sinnvoll oder zielführend erachtet. Für mögliche Folgeaktivitäten nach Projektende erfolgte daher die Erarbeitung von Ideen, wie die Indikatoren nicht nur sekundärstatistisch, sondern auch basierend auf Experteneinschätzungen und Stated-Preference-Befragungen ermittelt werden könnten. Für eine Vereinheitlichung der Werte wurde als Methode die Min-Max-Normalisierung gewählt.

Die berechneten Ausgangswerte jedes einzelnen Indikators werden in einen neuen Wert zwischen 1 und 10 überführt. Die Gewichte aller Indikatoren sind dann jeweils 1 und die Indikatoren werden aufsummiert.

Die Formel des Index beinhaltet demnach die 10 Indikatoren, die jeweils über die 14.000 in München betrachteten Adressen min-max-normalisiert werden, wobei der minimale (bezogen auf die Strategie zur Erreichung der Nachhaltigkeit negativste) Wert 1 entspricht und der maximale (positivste) 10. So erhält zum Beispiel die Adresse, die die kürzeste Distanz zur U-Bahnhaltestelle in München (Indikator) aufweist eine 10 (normalisierter Indikator). Diese standardisierten Indikatoren wurden zu dem Index aufsummiert, sodass dieser theoretisch zwischen 10 und 100 liegt.

$$NaMIx = \sum_{iz} N'_{iz}, wobei\ N'_{iz} = 1 + \frac{(N_{iz} - \min(N_{iz}))(10-1)}{\max(N_{iz}) - \min(N_{iz})}$$

i	Indikator
z	Adresse
N	Ursprungswert für den Indikator an der Adresse
N‘	normalisierter Wert für den Indikator an der Adresse

Darüber hinaus wurden während des Arbeitspaketes verschiedene Datensätze geprüft, inwiefern sie zugänglich und geeignet sind alle Indikatoren der Longlist zu berechnen. Daten aus der Mobilithek und des BMDV konnten hierfür nicht als geeignet eingestuft werden, da sie entweder nicht die Untersuchungsregion, die räumliche Granularität oder das Thema abdeckten. Hier wären zusätzliche kleinräumige Daten sehr hilfreich und das Projekt kann entsprechende Empfehlungen dazu geben.

Das Ziel „Entwicklung einer Formel, mit der verschiedene Indikatoren für den Mobilitätsindex-gewichtet werden können (hauptverantwortlich: DLR).“ konnte somit teilweise erreicht werden. Lediglich eine spezifische Gewichtung der einzelnen Indikatoren fehlt. Ein Vorgehen hierfür wurde aber entwickelt.

1.2 AP2 Daten und Berechnung

Im zweiten Arbeitspaket fand zunächst die Operationalisierung der definierten Indikatoren statt. Dafür erfolgte wiederum die Sichtung bestehender Literatur zu Indikatoren und Indizes wie beispielsweise Bikeability. Festgelegt wurde vor allem ein Richtwert für den Einzugsbereich der Adresse (Indikatoren, die sich auf die Umgebung des Standortes beziehen) und Richtwerte für die Erreichbarkeiten (z.B. Minimumdistanzen bis zu Versorgungseinrichtungen). Dafür wurden die im Literaturverzeichnis (II.7) unter dem Gliederungspunkt „Erreichbarkeiten“ aufgelisteten Quellen analysiert und typische Grenzwerte herauskristallisiert. Dabei zeigte sich, dass je nach Region und Fragestellung recht unterschiedliche Werte angenommen werden. Der Einfachheit halber wurden 10 Minuten als Zeit festgelegt (Wie viele Ziele sind mit einem bestimmten Verkehrsmittel in 10 Minuten erreichbar?) und 1 Kilometer als Umkreis für das Einzugsgebiet des Standortes. Die gewählten Indikatoren der definierten Themenbereiche können auf verschiedene Art und Weise operationalisiert werden. So ergaben sich schließlich insgesamt 34 Indikatoren für die Liste. Der finale Index berücksichtigt aber nur die Tabelle 1 enthaltenen 10 Indikatoren.

In Abstimmung mit dem Projektpartner erfolgte als nächstes die Eingrenzung der in AP 1 recherchierten Datenquellen zur Berechnung der Daten für das Munich Urban Colab. Dafür

musste zuerst ein Untersuchungsraum definiert werden. VEOMO schlug in Abstimmung mit dem Mobilitätsreferat der Stadt München hierfür die Parklizenzgebiete vor. Zunächst war die Idee Parklizenzgebiete rund um das Fallbeispiel Munich Urban Colab zu wählen. Diese wurden dann aber bis zur Münchner Altstadt erweitert um eine größtmögliche Streuung der Werte zu gewährleisten. Folgende Datenquellen nutzt die Berechnung des Index (s. auch Abbildung 3):

- Georeferenzierte Adressdaten des Bundesamtes für Kartografie und Geodäsie
- OpenStreetMap (Verkehrsnetze für Fuß, Rad und Pkw; Parkhäuser und Parkplätze, Grünflächen, verkehrsberuhigte Bereiche)
- GTFS (Fahrplandaten: Haltestellen und Fahrpläne des ÖPNV)
- Sharing-Services (von VEOMO, Sharing-Stationen und historische Standorte von Sharing-Fahrzeugen)
- Zensus 2011 (Einwohnerdichte und Altersstruktur)
- POI (DLR-eigene zur Verkehrsmodellierung verwendete Daten: Schulen, Versorgungseinrichtungen (Nahversorgung, Gesundheit))

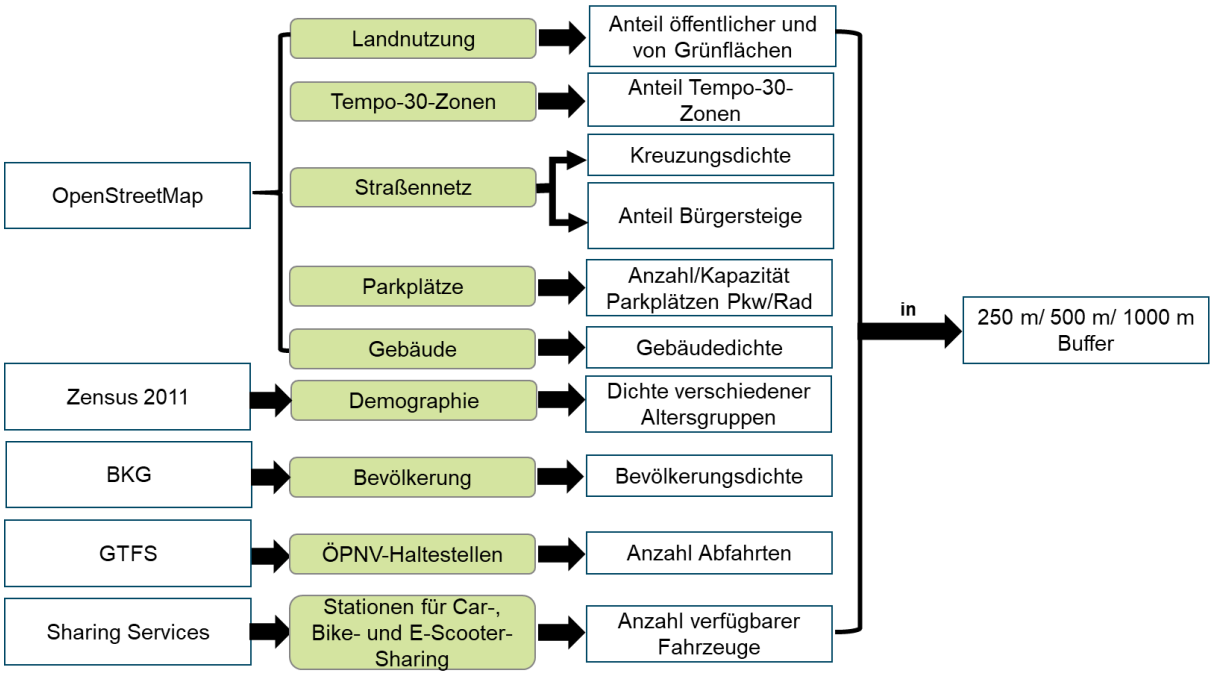


Abbildung 3: Datenquellen und daraus abgeleitete Indikatoren

Die Prüfung der Eignung der Datenquellen zur Berechnung führte zum Ausschluss von 4 Indikatoren, sodass schließlich 30 Indikatoren berechnet wurden. Insbesondere die Berechnung der Erreichbarkeit von Grünflächen stellte sich für den Projektrahmen als zu komplex heraus, sollte aber bei einer Erweiterung des Index wieder mit aufgenommen werden.

Bei der Vorbereitung der Veröffentlichung des Tools als Open Source Software stellte sich heraus, dass es keine einfache Möglichkeit gibt, die Daten des BKG (Georeferenzierte Adressdaten und POI) als Testdatensatz bereitzustellen. Daher wurden diese Datenquellen ebenfalls auf OpenStreetMap überführt. Der Indikator 10 (in Tabelle 1) musste ebenfalls auf Schulen im Allgemeinen bezogen werden, da die OpenStreetMap-Daten keine Differenzierung nach Schultyp ermöglichen.

Die Daten wurden in einer Datenbank abgelegt und im nächsten Schritt die Berechnungen der Indikatoren und der Formel aus AP 1 in Python-Skripte überführt. Dabei mussten für Daten-

sätze wie OpenStreetMap und GTFS teils umfangreiche Aufbereitungsprozesse entwickelt und automatisiert werden. Die meisten Berechnungen (s. Abbildung 4) wurden mithilfe des DLR-eigenen Erreichbarkeits-Tools UrMoAC durchgeführt (UrMo Accessibility Computer, s. Krajzewicz et al. 2017).

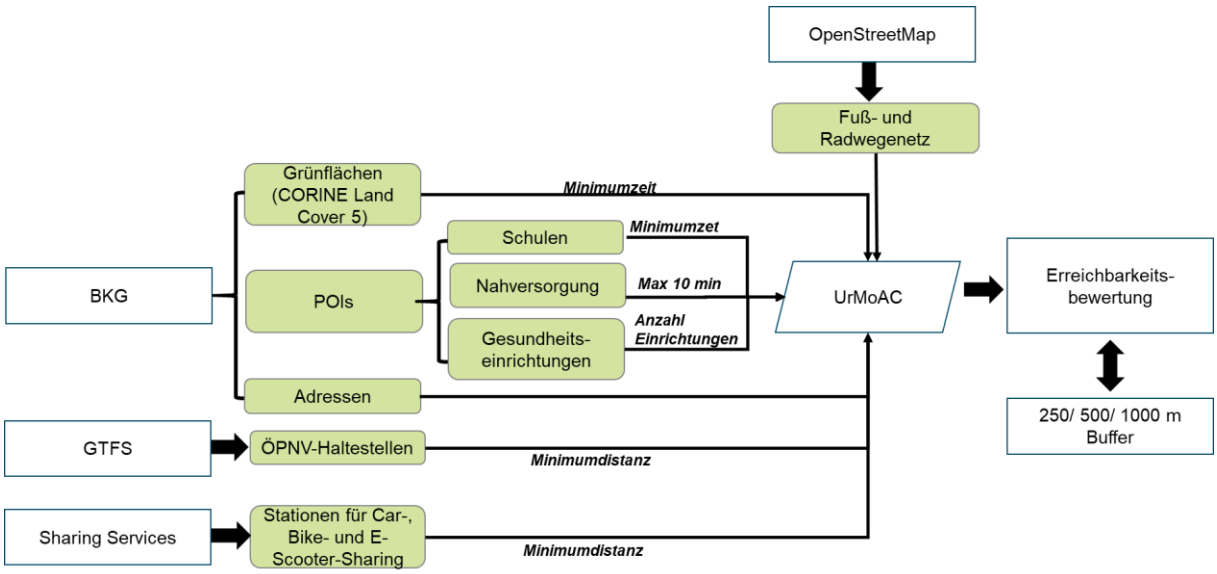


Abbildung 4: Berechnungsschritte

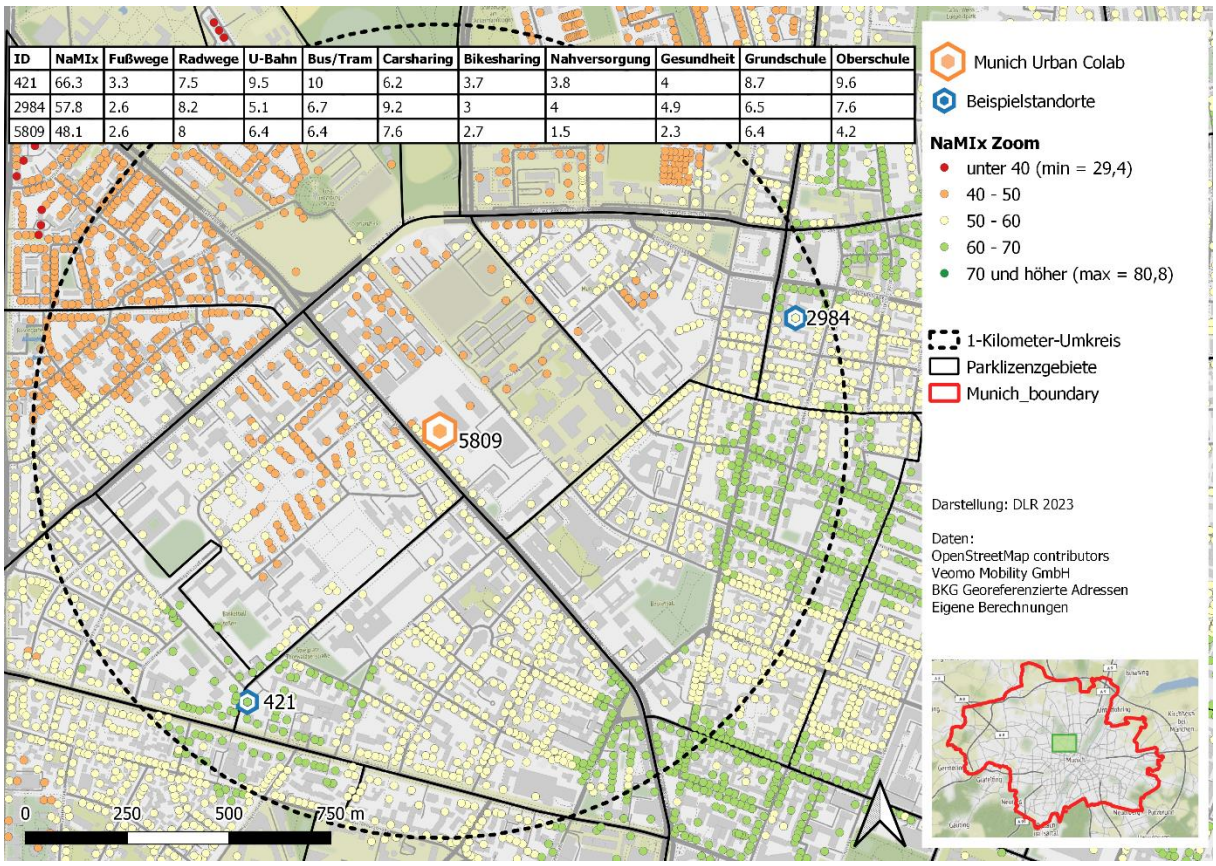
Die weiteren Schritte erfolgten im Wechselspiel mit AP 3. Mit den Berechnungen anhand des Fallbeispiels wurden Operationalisierungen, Datenquellen und Skripte immer wieder angepasst. So konnte nach der Berechnung und Plausibilitätsprüfung zum Beispiel festgestellt werden, dass die Anzahl der Parkplätze abgeleitet aus OpenStreetMap die Parkrauminfrastruktur Münchens nicht hinreichend genau wiederspiegelt und der Indikator wurde ausgeschlossen.

1.3 AP3 Anwendung auf Fallbeispiel

In AP 3 wurden die in AP 2 erstellten Skripte auf die ca. 14.000 Adressen des Fallbeispiels in München angewendet. So konnten 31 Indikatoren für diese Adressen berechnet werden.

Im Nachgang der Berechnung erfolgte die Visualisierung mit der Geoinformationsverarbeitungs-Software QGIS. Die Indikatoren wurden kategorisiert und die räumliche Streuung visualisiert.

Die normalisierten Werte für die Indikatoren wurden ebenfalls überprüft und visualisiert. Es wurden zwei Karten für die Erklärung und Außendarstellung des Index im Workshop und in Publikationen erstellt. Eine Karte stellt die Verteilung der Indexwerte über die Adressen der Münchner Innenstadt dar und hebt dabei den niedrigsten und höchsten Gesamtwert hervor. Die zugehörigen Index- und Indikatorenwerte sind in einer Tabelle darstellt (s. Abbildung 1). Eine weitere Karte zoomt auf den Ausschnitt rund um das Fallbeispiel Munich Urban Colab und veranschaulicht drei unterschiedliche dort gelegene Beispielstandorte sowie die zugehörigen Index und normalisierten Indikatorenwerte in einer Tabelle (Abbildung 5).



ID	NaMIx	Fußwege	Radwege	U-Bahn	Bus/Tram	Carsharing	Bikesharing	Nahversorgung	Gesundheit	Grundschule	Oberschule
421	66.3	3.3	7.5	9.5	10	6.2	3.7	3.8	4	8.7	9.6
2984	57.8	2.6	8.2	5.1	6.7	9.2	3	4	4.9	6.5	7.6
5809	48.1	2.6	8	6.4	6.4	7.6	2.7	1.5	2.3	6.4	4.2

Abbildung 5: Visualisierung des NaMIx - Detailausschnitt Munich Urban Colab und Werte für Beispielstandorte (Hinweis: die Daten für diese Abbildung weichen leicht von der in der Mobilithek veröffentlichten Version ab. Grund ist die Umstellung von BKG-Daten auf offene Daten).

Um die Anwendbarkeit des Index zu prüfen und Weiterentwicklungspotentiale zu identifizieren wurde ein Stakeholder-Workshop konzipiert und am 26. April 2023 mit 9 Teilnehmenden aus Forschungseinrichtungen, Planungsreferaten der Verwaltung, Projekt- und Immobilienentwicklung, Architektur und Wirtschaftsförderung durchgeführt (s. Abbildung 6).

Abbildung 6: Stakeholder-Workshop

Der Workshop wurde vom Projektteam moderiert und bestand aus zwei Teilen. Im ersten Teil schilderten die Anwesenden ihre jeweilige Rolle im Zusammenhang mit Mobilitätsplanung und benannten verwendete Daten sowie fehlende Datenquellen. Dann wurden das Konzept des Index und die Ergebnisse vorgestellt. Dies diente als Ausgangspunkt für die Diskussion inwiefern der Index in Planungsprozessen für die Akteure hilfreich sein könnte und welche Anforderungen sie an eine Weiterentwicklung sehen. Die Ergebnisse wurden in Tabellenform aufbereitet und an die Teilnehmenden mitsamt der Präsentation zurückgespielt. Zentrale Erkenntnisse des Workshops sind:

Allgemein:

- Bedarf an Daten ist für viele Planungsprozesse hoch
- großes Interesse an einem Index besteht
- Index sollte an verschiedene Fragestellungen/ Nutzende anpassbar sein
- Einfachheit und Verständlichkeit der Indikatoren und des Index sind entscheidend

Definition und Funktion:

- Einzugsgebiete sollten modusabhängig definiert werden
- Tool sollte es ermöglichen Maßnahmen abzuleiten
- Schnittstellen zu Planungs-Instrumenten und Daten ermöglichen
- Simulation von Maßnahmen ermöglichen
- Default-Werte für Gewichtung der Indikatoren vorgeben
- Nutzer:in kann Gewichtung, Indikatoren etc. anpassen

Kommunikation

- Dashboard implementieren
- sollte grafisch ansprechend aufbereitet sein
- kleinräumige Kartendarstellung mit Landmarks erhöhen Verständlichkeit und Erfassbarkeit
- Interpretationshilfe an die Hand geben

Diese Erkenntnisse sollen in die Weiterentwicklung des Index einfließen (s. auch II.1.4 und II.1.5).

Das Ziel „Die Berechnung des Index für das Münchener Stadtquartier Munich Urban Colab ist durchgeführt (hauptverantwortlich: DLR).“ konnte somit voll und ganz erreicht werden.

1.4 AP4 Geschäftsmodell und Weiterentwicklung

In mehreren Runden mit Stakeholdern von Gemeinden und Kommunen, Projektentwicklern, Bestandshaltern und Mobilitätsanbietern sowie mit anderen Forschungsinstituten wurde das Potenzial für eine Weiterentwicklung geprüft und festgestellt, dass die ursprüngliche Idee des Mobilitäts-Scores für Immobilien angelehnt an den Energieausweis zum aktuellen Zeitpunkt nicht genügend Nachfrage hat. Im weiteren Projektverlauf wurden Gespräche mit möglichen Nutzergruppen geführt, um Ideen und Weiterentwicklungspotenziale des Index hin zu einem Planungsinstrument aufnehmen zu können und für einen Antrag für die mFUND Förderlinie 2 vorzubereiten, indem dann Use Cases entwickelt werden sollen. Durch die Gespräche wurde auch der Kreis der Nutzergruppen erweitert und auch Mobilitätsanbieter miteingebunden. Eng verzahnt mit diesem Arbeitspaket war darüber hinaus die Organisation und Vorbereitung des

in AP 3 dargestellten Stakeholder-Workshops. Bestandteil waren auch darauf basierende interne Workshops mit dem Projektteam zur Weiterverarbeitung des gesammelten Feedbacks in Forschungsfragen und eine Projektidee sowie deren Visualisierung in Mind Maps und Flowcharts als Grundlage für einen Projektplan.

Das Ziel „Pläne für die Weiterentwicklung des Index sind skizziert (hauptverantwortlich: Veomo)“ konnte somit voll und ganz erreicht werden.

1.5 AP5 Projektmanagement und Vernetzung

Im Rahmen des Projektmanagements fanden neben den üblichen Aktivitäten (Organisationen von Besprechungen und Berichtserstellung, Kontrolle des Projektfortschritts und Projektplananpassungen, Kommunikation mit dem Zuwendungsgeber) insbesondere drei weitere Aktivitäten statt. Zum einen wurde eine Auftaktveranstaltung durchgeführt mit Teilnehmenden aus der Forschung, Immobilienwirtschaft und von Verbänden sowie Planung und es erfolgte die Ausrichtung der Abschlussveranstaltung am 18. August 2023. Ein Abstract für das Projekt wurde außerdem für eine Vorstellung in einer Session des ARL-Kongress ausgewählt. Die Präsentation fand am 22. Juni 2023 durch das DLR statt und konnte während der Diskussion weiteres hilfreiches Feedback für Folgeaktivitäten einholen. Daneben konnte ein Artikel auf der Plattform Emmett veröffentlicht werden. Die entsprechenden Ergebnisse für den Index sowie das Tool selbst sind u.a. auf der Mobilithek verfügbar (siehe unter 6). Schließlich wurde die in AP 3 und 4 entwickelte Projektidee in eine Skizze für die mFUND Förderlinie 2 überführt und in dem Zuge weitere potentielle Projektpartner angesprochen und gewonnen.

Die Projektziele wurden im Zeit- und Kostenrahmen erreicht. Regelmäßiger interner wie externer Austausch mit relevanten Stellen wurde sichergestellt und Projekt(zwischenergebnisse) adressatengerecht präsentiert bzw. publiziert.

2 Wichtigste Positionen im zahlenmäßigen Nachweis

2.1 DLR

Die Mittel für das DLR wurden wie geplant abgerufen und verwendet. Sie wurden überwiegend für Personalkosten eingesetzt um die wissenschaftlichen Mitarbeitenden zu finanzieren, die das Projekt bearbeiteten. Daneben fand eine Dienstreise für den Workshop am Munich Urban Colab statt. Reisekosten wurden eingespart (u.a. da der ARL-Kongress durch andere Mittel finanziert wurde) und in Personalmittel für die Ausarbeitung der Weiterentwicklung des Projektes umgewandelt.

2.2 Veomo

Die Mittel wurden vollständig abgerufen und wie geplant für Personalkosten eingesetzt. Größtenteils lag der Fokus auf der Kommunikation mit möglichen Stakeholdern sowie die Anwendung der wissenschaftlichen Ergebnisse in der Arbeit mit Projektentwicklern und Bestandshaltern der Immobilienbranche um die Nutzbarkeit in der Arbeitsrealität zu gewährleisten.

3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Für die Beteiligten des Konsortiums war die Projektdurchführung nur bei Erhalt der beantragten Zuwendung möglich, da ihnen keine ausreichenden Eigen- und Drittmittel zur Erforschung des Themas zur Verfügung standen. Die im Rahmen des Förderprogramms erhaltenen Finanzmittel konnten für die Projektkoordination und die Forschungsarbeiten effizient, nachhaltig und angemessen eingesetzt werden. Im Wesentlichen wurden die geplanten Ergebnisse im vorgesehenen Zeit- und Kostenrahmen generiert und entsprechend kommuniziert. Somit wurde der geplante Mehrwert des Vorhabens geschaffen. Mit Blick auf den Nutzen und die Verwertbarkeit der Ergebnisse können die Arbeiten insgesamt als angemessen bezeichnet werden (s. II.3.1). Die Gewährung der beantragten Fördermittel war somit unabdingbar für das Projekt, welches ohne diese nicht hätte durchgeführt werden können.

3.1 DLR

Das DLR hat den Großteil der Arbeiten in diesem Projekt verantwortet und durchgeführt. Dafür wurden fast ausschließlich Personalressourcen eingesetzt. Das DLR hat in Zusammenhang mit dem Projekt vorhandene Kompetenzen zur Entwicklung datenbasierter Indikatoren gebündelt und weiterentwickelt sowie anknüpfende Forschungsfragen und Projektideen entwickelt. Mittlerweile werden in der deutschen Forschungs- und Planungslandschaft verschiedene Indizes entwickelt und eingesetzt. Allerdings ist keiner davon gleichzeitig adressfein und auf Nachhaltigkeit in der Mobilität ausgerichtet. Die Entwicklung des NaMIx und die Veröffentlichung des Emmett-Artikels, des Jupyter Notebooks sowie der Ergebnisse schaffen somit einen großen Mehrwert für diese Community und die Planungspraxis und ermöglichen auch Vernetzungs- und Synergiepotentiale mit ähnlichen Forschungsprojekten. Vor diesem Hintergrund ist die Arbeit als angemessen zu bezeichnen.

3.2 Veomo

Durch unsere Arbeit in der Förderlinie 1 konnte VEOMO Personalressourcen einsetzen, um die Idee eines einheitlichen, datenbasierten Planungsinstrumentes mit späteren Nutzergruppen bzw. Stakeholdern zu testen und zu diskutieren. Hierbei wurde stets das Ziel verfolgt, ein wirtschaftliches aber vor allem ökologisches Planungsinstrument zu schaffen, welches nachhaltige Mobilität fördert. Ohne derartige Forschungsprojekte können von Anfang an nicht-wirtschaftliche Aktivitäten besonders im Startup-Umfeld nicht geleistet werden. Allerdings sind solche Projekte und auch die Bearbeitung von Forschungsfragen nicht Kerngeschäft von VEOMO und können daher nicht über das Alltagsgeschäft abgebildet werden. Die erhaltene Zuwendung war somit notwendig um an dem Projekt mitwirken zu können. Mit Blick auf die erzielten Ergebnisse kann die Arbeit als angemessen bezeichnet werden.

4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des Verwertungsplans

Die im Verwertungsplan vorgesehenen Verwertungsziele konnten im Wesentlichen erreicht werden. Im Einzelnen stellen sich der Nutzen und die Verwertbarkeit der Ergebnisse wie folgt dar: Der Index wurde zum ersten Mal während des Stakeholder-Workshops vorgestellt. Daran nahmen verschiedene Akteure aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft teil. Neben dem

Input, den die Stakeholder im Workshop gaben, sorgten und sorgen diese auch für eine Verbreitung des Themas, des Projekts und des Index. Der Input wurde verwendet um Verfahren und Inhalte zu verbessern sowie Weiterentwicklungspotentiale zu sammeln. Die verbesserte Variante konnte am 22. Juni 2023 auf einer Planerkonferenz, dem ARL-Jahreskongress, vorgestellt und wiederum Feedback eingeholt werden. Damit ist das Verwertungsziel „Stellen Sie das Vorhaben in mindestens einer wissenschaftlichen Publikation vor, beispielsweise in einem wissenschaftlichen Konferenzband einer Fachzeitschrift." erfüllt. Der Beitrag behandelt die Sichtbarmachung der Ungleichverteilung des Potentials für nachhaltige Mobilität anhand des Index. Eine Veröffentlichung in einer Fachzeitschrift mit Review-Verfahren war aufgrund der Dauer entsprechender Publikationsprozesse in der kurzen Projektlaufzeit nicht möglich. Stattdessen wurde ein praxis- und öffentlichkeitsorientierter Artikel auf der Website von Emmett veröffentlicht. Dieser Artikel verweist auf die Abschlussveranstaltung und verlinkt ebenfalls das Jupyter Notebook bei gitlab und PyPi sowie die Ergebnisse für ein Beispielgebiet in München bei der Mobilithek. Das Jupyter Notebook beinhaltet ebenfalls für dieses Gebiet einen Testdatensatz. Somit wurde die Verwertungsziele „Veröffentlichen Sie die Skripte zur Berechnung des Index in der mCLOUD." und „Die Ergebnisse zur Berechnung des Index für das Fallbeispiel sollen veröffentlicht werden." erreicht.

Wie geplant verwendet der Index überwiegend offene Daten und kann so gut als Entscheidungsgrundlage in der Praxis dienen. Die Plattformen, bei der die Skripte veröffentlicht werden, verlangen eine bestimmte Qualitätsstufe und auch das DLR führt über das interne Qualitätsmanagement beim Prozess der Softwareentwicklung Prüfungen durch. Die Skripte wurden entsprechend kommentiert und dienen somit gleichzeitig als Dokumentation auch der Datenanforderungen. Das Jupyter Notebook zur Berechnung des Index ist aktuell für Planende verwendbar, die über grundlegende Programmierkenntnisse in Python verfügen. Auch waren einige initiale Datenquellen proprietär, wurden inzwischen aber durch offene Daten ersetzt (s. II.1.2) wodurch die Aussagekraft einiger Indikatoren eingeschränkt ist. Diese Punkte wurden in den Weiterentwicklungsbedarf und Plan für ein Folgeprojekt aufgenommen. Wie bereits erwähnt, ergab die Prüfung der Geschäftsidee des Index als verpflichtender Score ähnlich dem Mobilitätsausweis keine ausreichende Nachfrage. Entsprechend wurde die angedachte Entwicklung eines Geschäftsmodells durch VEOMO nicht weiterverfolgt, sondern nach Ansätzen zur Weiterentwicklung des Index gesucht. Dabei ergab sich, dass dieser vor allem eng mit der Praxis entwickelt werden muss, damit er auch Eingang in Planungsinstrumente finden kann. Dies wurde in der Projektskizze für ein Folgevorhaben dargestellt.

5 Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während des Projektes fand ein Austausch mit dem Reiner-Lemoine-Institut statt. Dieses arbeitete ebenfalls an einem Index für nachhaltige Mobilität. Im Gegensatz zu NaMIx ist das Tool aber bisher nicht für den freien Markt gedacht und auch nicht kostenlos, sondern lediglich für den internen Gebrauch.

Ein weiteres ähnliches Projekt und Planungstool ist GOAT des Startups plan4better (https://plan4better.de/goat/). Während der Laufzeit von NaMIx startete auch ein neues durch die TU München geleitetes mFUND-Projekt zu dessen Weiterentwicklung. In GOAT 3.0 soll ein Planungstool partizipativ mit potentiellen Anwendenden entwickelt werden. Dieses fokussiert allerdings einzig auf Erreichbarkeitsmaße und ist nicht frei verfügbar.

Im Projekt MIAAS (https://miaas.de/) – geleitet durch die Hochschule Bonn-Rhein-Sieg – wird ein Mobilitätsdatendashboard entwickelt und dabei ebenfalls Nachhaltigkeitsindikatoren berücksichtigt. Mit den Projekten fanden jeweils Austausche statt um Doppelentwicklungen zu vermeiden.

Kurz vor Einreichung dieses Berichtes fand die Auftaktveranstaltung des mFUND-Projektes Moby Dex (https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/moby-dex.html) statt. Hier soll plattformbasiert ein multimodaler Index entwickelt werden um durch verbesserte integrierte Mobilitätsplanung den ÖPNV stärker an Bedarfen auszurichten und damit nachhaltige Mobilität zu ermöglichen.

6 Veröffentlichungen der Ergebnisse

- Auftaktveranstaltung „NaMIx – Nachhaltige-Mobilität-Index zur Bewertung des standortbezogenen Mobilitätspotentials“ am 22. September 2023. Online: https://elib.dlr.de/193121/.
- Workshop „Bemessung des Potentials für nachhaltige Mobilität“ am 26. April 2023.
- Heldt, B., Yosmaoglu, S. (2023): *Neues Planungswerkzeug für Quartiere: Der Nachhaltige-Mobilität-Index*. Online: https://emmett.io/article/der-nachhaltige-mobilitaet-index.
- Heldt, B., Oostendorp, R., Yosmaoglu, S, Pabst, E. (2023): *Nachhaltig mobil – überall? Die kleinräumige Verteilung des Potentials für nachhaltige Mobilität. Praxistauglichkeit eines neuen Index am Beispiel eines Münchener Quartiers.* Vortrag beim ARL-Kongress 2023 Zukunftsfähig mobil! am 22.-23. Juni 2023. Online: https://www.arl-net.de/system/files/attachments/2023-07/ARL-Kongress23_Session2_BH_RO_SY_EP.pdf.
- Abschlussveranstaltung „NaMIx – ein Index zur Bewertung des standortbezogenen Mobilitätspotentials“ am 18. August 2023. https://verkehrsforschung.dlr.de/public/documents/2023/20230816_NaMIx_Abschluss.pdf.
- Jupyter Notebook „NaMIx“ zur Erstellung von Indikatoren zur Bewertung des Potentials für nachhaltige Mobilität, Normalisierung und Indexbildung bei gitlab und PyPI. Online: https://github.com/DLR-VF/NaMIx.
- Indikatoren und Index zur Bewertung des standortbezogenen Potentials für nachhaltige Mobilität – Daten für ein Beispielgebiet in der Münchener Innenstadt in der Mobilithek. Online: https://mobilithek.info/offers/628626532043988992.
- Heldt, B. (2023): *Bewertung des Nachhaltigen Mobilitätspotentials als Indikator für Kraftstoffeinsparungen*. Urbane Transformation 120h. Digital Campus Zollverein. Online: https://elib.dlr.de/198526/1/20231019_NaMIx_DCZ.pdf.

7 Literaturverzeichnis

Erreichbarkeiten:

Ashik, F. R., Mim, S. A., & Neema, M. N. (2020). Towards vertical spatial equity of urban facilities: An integration of spatial and aspatial accessibility. Journal of Urban Management, 9(1), 77-92.

Biba, S., Curtin, K. M., & Manca, G. (2010). A new method for determining the population with walking access to transit. International Journal of Geographical Information Science, 24(3), 347-364.

Boone, C. G., Buckley, G. L., Grove, J. M., & Sister, C. (2009). Parks and people: An environmental justice inquiry in Baltimore, Maryland. Annals of the association of American geographers, 99(4), 767-787.

Dadashpoor, H., Rostami, F., & Alizadeh, B. (2016). Is inequality in the distribution of urban facilities inequis? Exploring a method for identifying spatial inequity in an Iranian city. Cities, 52, 159–172.

Delbosc, A., & Currie, G. (2011). Using Lorenz curves to assess public transport equity. Journal of Transport Geography, 19(6), 1252–1259.

Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. Numerische mathematik, 1(1), 269-271.

Gil Solá, A., & Vilhelmson, B. (2018). Negotiating proximity in sustainable urban planning: A Swedish case. Sustainability, 11(1), 31.

Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. Journal of the American Institute of planners, 25(2), 73-76.^

Larsen, K., & Gilliland, J. (2008). Mapping the evolution of'food deserts' in a Canadian city: Supermarket accessibility in London, Ontario, 1961–2005. International journal of health geographics, 7(1), 1-16.

Lin, L., & Chen, T. (2023). The activity space and the 15-minute neighborhood: An empirical study using big data in Qingdao, China. Journal of Transport and Land Use, 16(1), 1–17.

Krajzewicz, D., Heinrichs, D., & Cyganski, R. (2017). Intermodal Contour Accessibility Measures Computation Using the'UrMo Accessibility Computer'. International Journal On Advances in Systems and Measurements, 10(3&4), 111-123.

Song, M., Zhang, Y., Li, M., & Zhang, Y. (2021). Accessibility of Transit Stops with Multiple Feeder Modes: Walking and Private-Bike Cycling. Sustainability, 13(6), 3522.

Straatemeier, T., & Bertolini, L. (2008). Joint accessibility design: Framework developed with practitioners to integrate land use and transport planning in the Netherlands. Transportation research record, 2077(1), 1-8.

Ton, D., Shelat, S., Nijënstein, S., Rijsman, L., van Oort, N., & Hoogendoorn, S. (2020). Understanding the role of cycling to urban transit stations through a simultaneous access mode and station choice model. Transportation research record, 2674(8), 823-835.

Indikatoren und Indizes

Boeing, G., Higgs, C., Liu, S., Giles-Corti, B., Sallis, J. F., Cerin, E., ... & Arundel, J. (2022). Using open data and open-source software to develop spatial indicators of urban design and transport features for achieving healthy and sustainable cities. *The Lancet Global Health*, *10*(6), e907-e918.

Braga, I. P. C., Dantas, H. F. B., Leal, M. R. D., Almeida, M. R. D., & Santos, E. M. D. (2019). Urban mobility performance indicators: A bibliometric analysis. *Gestão & Produção*, *26*.

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation research part D: Transport and environment*, *2*(3), 199-219.

Danielis, R., Rotaris, L., & Monte, A. (2018). Composite indicators of sustainable urban mobility: Estimating the rankings frequency distribution combining multiple methodologies. International Journal of Sustainable Transportation, 12(5), 380-395.

Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L., & Hess, P. M. (2010). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British journal of sports medicine*, 44(13), 924-933.

Gillis, D., Semanjski, I., & Lauwers, D. (2015). How to monitor sustainable mobility in cities? Literature review in the frame of creating a set of sustainable mobility indicators. *Sustainability*, *8*(1), 29.

Hofmann, K. M., Vajna-Jehle, J., Decker, S.C.M., Koch, B. (2022). Kommunales Informationssystem für nachhaltige Mobilität (KINaMo) – ein vergleichbares kommunales Informationssystem zur Messung nachhaltiger Mobilität in der Oberrheinebene. In: Proff, H. (Eds.) *Transforming Mobility – What Next?.* Springer Gabler, Wiesbaden, S. 510- 521.

Hartmann, S. (2012). *Anwendungspotentiale einer Standortbewertung der Mobilitätsqualität: eine Informationsgrundlage zur nachhaltigen Veränderung des Mobilitätsverhaltens.* Diplomarbeit, Technische Universität Wien.

Krenn, P. J., Oja, P., & Titze, S. (2015). Development of a bikeability index to assess the bicycle-friendliness of urban environments. *Open Journal of Civil Engineering*, 5(04), 451.

Krizek, K. J. (2003). Operationalizing neighborhood accessibility for land use-travel behavior research and regional modeling. *Journal of Planning Education and Research*, 22(3), 270-287.

Liu, S., Higgs, C., Arundel, J., Boeing, G., Cerdera, N., Moctezuma, D., ... & Giles-Corti, B. (2022). A generalized framework for measuring pedestrian accessibility around the world using open data. *Geographical Analysis*, *54*(3), 559-582.

Mager, M.; Höhne, E. (2020). Die Bedeutung von Entscheidungsunterstützungstools zur Bewältigung komplexer Problemlagen der Stadtentwicklung – Beispiel Klimaanpassung. In: Neumann, T.; Ziesler, U.; Teich, T. (Hrsg.): *Kooperation und Innovation für eine nachhaltige Stadtentwicklung*.

Melkonyan, A.; Gruchmann, T.; Lohmar, F.; Bleischwitz, R. (2022): Decision support for sustainable urban mobility: A case study of the Rhine-Ruhr area. *Sustainable Cities and Society* 80. S. 16.

Moeinaddini, M., Asadi-Shekari, Z., & Shah, M. Z. (2014). An urban mobility index for evaluating and reducing private motorized trips. *Measurement*, *63*, 30-40.

Rammert, A. (2022). Der Mobilitätsindex. *Entwicklung eines integrierten Planungsinstruments für Mobilität.* Münster.

Salanova, J. M., Ayfantopoulou, G., Magkos, E., Mallidis, I., Maleas, Z., Narayanan, S., ... & Fajardo-Calderin, J. (2022). *Developing a Multilevel Decision Support Tool for Urban Mobility*. Sustainability, 14(13), 7764.

Sehatzadeh, B. (2017). *Measuring transportation inequality using composite indices of accessibility*. Rutgers The State University of New Jersey, School of Graduate Studies.

Tafidis, P., Sdoukopoulos, A., & Pitsiava-Latinopoulou, M. (2017). Sustainable urban mobility indicators: policy versus practice in the case of Greek cities. *Transportation research procedia*, 24, 304-312.

Timmermans, H. (1997): *Decision Support Systems in Urban Planning*. London.

Vale, D. S., Saraiva, M., & Pereira, M. (2016). Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. *Journal of transport and land use*, 9(1), 209-235.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2015). *Methodology and indicator calculation method for sustainable urban mobility*. Report. Sustainable Mobility Project 2.0 (SMP2.0). Indicators Work Stream. Online: https://docs.wbcsd.org/2015/03/Mobility_indicators.pdf

Nachhaltigkeit und Indexmethode

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, 15(2), 73-80.

Holz-Rau, C., & Jansen, U. (2007). Nachhaltige Raum- und Verkehrsplanung. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, *29*(30), 21-6.

Latcheva, R. & Eldad, D. (2022). Skalen und Indizes. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer VS, Wiesbaden, 1167-1180.

8 Linkliste zur Öffentlichkeitsarbeit

Auftaktveranstaltung (1):	https://verkehrsforschung.dlr.de/de/news/auftakt-namix
Auftaktveranstaltung (2):	https://depomm.de/newsletter/newsletter-august-2022
Stakeholder-Workshop (1):	https://www.linkedin.com/posts/benjamin-heldt-mobilitaet_namix-mobilitaeut-index-activity-7056914282478718978-y4fw?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Stakeholder-Workshop (2):	https://www.linkedin.com/posts/emil-pabst_mobilitaeut-scoring-mobilitaeutswende-activity-7057013397166387200-myzB?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
ARL-Kongress 2023:	https://www.linkedin.com/posts/benjamin-heldt-mobilitaet_arlkongress-arl-nachhaltigemobilitaeut-activity-7077601701523775488-Lpwu?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Artikel bei Emmett:	https://emmett.io/article/der-nachhaltige-mobilitaet-index
Abschlussveranstaltung (1):	https://www.linkedin.com/posts/dlr-verkehrsforschung_namix-nachhaltige-mobilit%C3%A4t-index-zur-bewertung-activity-7095756087525552128-5lKj?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Abschlussveranstaltung (2):	https://www.linkedin.com/posts/emil-pabst_forschungsprojekt-namix-abgeschlossen-activity-7097819345828945920-DMex?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Abschlussveranstaltung (3):	https://srl.de/veranstaltungen/srl-veranstaltungen/abschlussveranstaltung-%E2%80%9Enamix-%E2%80%93-nachhaltige-mobilit%C3%A4t-indikator-zur-bewertung-des-standortbezogenen-mobilit%C3%A4tspotentials%E2%80%9C.html
Abschlussveranstaltung (4):	https://www.linkedin.com/posts/depomm_namix-nachhaltige-mobilit%C3%A4t-index-zur-bewertung-activity-7092883463820726272-HBZA?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Abschlussveranstaltung (5):	https://www.linkedin.com/posts/benjamin-heldt-mobilitaet_namix-nachhaltig-mobilitaeut-activity-7098408316447399936-

	yW7h?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Digital Campus Zollverein	https://www.linkedin.com/posts/benjamin-heldt-mobilitaet_urbane-transformation-i-120h-activity-7120696265033572352-CjNP?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
Projektabschluss (1)	https://verkehrsforschung.dlr.de/de/news/projektabschluss-namix-foerderung-nachhaltiger-mobilitaet-auf-lokaler-ebene
Projektabschluss (2)	https://x.com/DLR_Verkehr/status/1722290363417690379?s=20
Projektabschluss (3)	https://www.linkedin.com/posts/dlr-verkehrsforschung_neues-planungswerkzeug-f%C3%BCr-quartiere-der-activity-7128049946888433665-mMa7?utm_source=share&utm_medium=member_desktop