

Digitaler Zwilling München: Die digitale Infrastruktur zur klimaneutralen Stadt

Munich Digital Twin: The Digital Infrastructure for a Climate-neutral City

Markus Mohl

Zusammenfassung

Der Digitale Zwilling ist das digitale Herzstück der Zukunftsstadt München und die digitale Infrastruktur der klimaneutralen Stadt. Das Abbild der Stadt unterstützt bei den Herausforderungen, die sich aus dem urbanen Bevölkerungswachstum, dem Klimawandel und der Notwendigkeit ergeben, nachhaltig und widerstandsfähig zu werden mit dem Ziel, die Lebensqualität der Bürger:innen zu erhalten und zu verbessern. Mit dem kooperativen, fachbereichsübergreifenden Ansatz werden Geodaten, umfangreiche Fachdatensätze und weitere Inhalte in eine standardisierte und interoperable städtische Dateninfrastruktur integriert. Damit entsteht ein kollaborativer Ansatz, der in seiner Zielsetzung klar fokussiert ist auf die Herausforderungen und Anwendungsfälle der Stadtverwaltung. Damit wird effizientes Handeln verbessert und es entstehen Innovationsräume, um neue Wege in der Entscheidungsfindung der Politik und insbesondere mit den Bürger:innen beschreiten zu können.

Schlüsselwörter: Urbaner Digitaler Zwilling, Geodaten, Smart City, Innovation

Summary

The Digital Twin Munich is the digital heart of the city of the future and the digital infrastructure of the climate-neutral city. The digital representation of the city supports the challenges arising from urban population growth, climate change and the need to become sustainable and resilient, with the aim of maintaining and improving citizens' quality of life. With this collaborative, cross-departmental approach, geodata, extensive specialized datasets and other content are integrated into a standardised and interoperable urban data infrastructure. This creates a collaborative approach that is clearly focused on the challenges and use cases of the city administration. This improves operational efficiency and creates new space for innovation, enabling new approaches to be taken in political decision-making, particularly in engagement with citizens.

Keywords: urban digital twin, geodata, smart city, innovation

1 Historie

Für das Jahr 2017 gibt es nur wenige Referenzen von bekannten Städten, welche bereits zu diesem Zeitpunkt über einen Digitalen Zwilling der Stadt verfügten oder diesen gerade aufbauten. Recherchiert man länger im Internet, werden dabei immer wieder die Städte Singapur, Helsinki, Rotterdam, Zürich und die Region Flandern genannt. Umso größer war die Herausforderung in München, die Idee des digitalen Abbildes der Stadt umzusetzen. Es gab



**München.
Digital. Twin.**

Abb. 1: Digitaler Zwilling München, Marke

individuelle Herangehensweisen in den genannten Referenzstädten und -regionen, allerdings kein replizierbares Konzept. Doch bereits mit Beginn der Idee hat sich der Ansatz gezeigt, welcher bis heute die Pflege und Weiterentwicklung des Digitalen Zwillings München (siehe Projektmarke in Abb. 1) prägt: die anwendungsfallgetriebene Vorgehensweise. Zu keinem Zeitpunkt wurde die Repräsentation der Stadt aufgebaut, um im Anschluss mögliche Einsatzszenarien zu identifizieren. Vielmehr entstand und wächst die Idee aus der urbanen Notwendigkeit, für zentrale Herausforderungen neue Wege zu beschreiten und innovative Lösungen zu erschaffen.

Konkret entstand die Idee des Digitalen Zwillings München im Jahr 2017 im Rahmen des EU-geförderten Projekts *Smarter Together*. Für dieses Projekt hat die EU-Kommission München zusammen mit Lyon und Wien ausgewählt, um richtungsweisende Smart-City-Lösungen zu erproben. Die Projektwebsite der Landeshauptstadt München (Landeshauptstadt München 2026a) beschreibt Projektinhalt und -ziel. Das Ziel war, mit Hilfe neuester Technologie und intelligent genutzter Daten Antworten auf die Zukunftsfragen der Stadtentwicklung zu finden. Dabei sollten die Lebensqualität der Bewohner:innen verbessert, die Energieeffizienz von Wohnraum gesteigert und vernetzte Mobilitätsangebote geschaffen werden. In das Projektgebiet

Neuaubing-Westkreuz/Freiham im Münchner Westen mit seinen rund 30.000 Einwohnenden wurden für die Zielerreichung in den beteiligten Städten in der Projektlaufzeit 2017 bis 2021 insgesamt rund 20 Millionen Euro investiert. Im Rahmen des Projekts *Smarter Together* hat die Landeshauptstadt München gemeinsam mit zahlreichen Partner:innen aus Wirtschaft und Wissenschaft an Lösungen für die lebenswerte Stadt der Zukunft gearbeitet (Landeshauptstadt München 2026b). Experimentieren war seitens der europäischen Kommission ausdrücklich erlaubt und sogar gewünscht. So wurden aus dem Gesamtfördertopf die EU-Fördergelder in Höhe von rund 6,85 Millionen Euro für die Landeshauptstadt München zur Verfügung gestellt, um Neues auszuprobieren und diejenigen Ideen weiter auszubauen, die sich in der Praxis bewährten. Diese sollten anschließend sowohl in weiteren Stadtteilen Münchens als auch in anderen europäischen Städten umgesetzt werden. Genau dies hat sich für den Digitalen Zwilling München bestätigt.

Für das Projekt war in einem Arbeitspaket der konkrete Bedarf des sog. Knowledge Carriers (Wissensträger) fixiert. Dieser Wissensträger stellte eine Dokumentation der Projektergebnisse in Form einer Online-Präsenz dar und sollte dazu dienen, die Motivation der Projektmitarbeitenden langfristig aufrechtzuerhalten. So konnten etwa Erfolge präsentiert werden, ohne vor Ort im Quartier sein zu müssen. Zugleich wurde es Entscheidungsträger:innen



Abb. 2: Knowledge Carrier in *Smarter Together*, im Jahr 2018 präsentiert von Josef Schmid (2. Bürgermeister der Landeshauptstadt München), Dr. Florian Bieberbach (Vorsitzender der Geschäftsführung der Stadtwerke München) und Dr. Lajos Csery (Geschäftsführer muenchen.de)

in Politik und Verwaltung ermöglicht, das Projekt visuell vorzustellen, siehe hierzu beispielsweise Abb. 2. Es ist relevant für derartige Projekte, dass Projektbeteiligte im Allgemeinen ihr Selbstverständnis als Erfinder:in und Gestalter:in einer neuen Art von Projekten in Städten stärken. So sind sie meist von idealistischen Werten motiviert, die darauf abzielen, das Leben in ihren Städten zu verbessern und Nachhaltigkeit zu fördern. Zugleich war der hohe Druck aufgrund des experimentellen Charakters des

Projekts bei gleichzeitig erhöhter Aufmerksamkeit und Bewertung durch Vorgesetzte spürbar. Um diesem Sachverhalt zu begegnen, wurde mit Hilfe aktueller IT-Ausstattung eine Visualisierung gewählt, mit deren Hilfe das Projektgebiet und die bereits erzielten Projektergebnisse gezeigt werden konnten.

Für den Knowledge Carrier wurde in einer Mail im September 2017 die Grundidee des Digitalen Zwillings München formuliert (Mohl 2017):

»Die Grundidee besteht darin, basierend auf unserem digitalen 3D-Stadtmodell (des GeodatenService München) einen digitalen Zwilling als digitales Abbild der realen Welt zu schaffen – in der derzeitigen Projektidee für das Gebiet/den District Neuaubing-Westkreuz/Freiham. Dabei sollen vorhandene Informationen aus unterschiedlichen Disziplinen im 3D-Modell zusammengeführt werden (z. B. dem Quartierskonzept für Neuaubing, Infos wie etwa dem Lärminderungsplan des RGU, etc.), ergänzt um externe Daten (die man ggf. hinzukaufte) sowie Sensordaten (beispielsweise Lärm, Feinstaub, Stickoxide, Verkehrsmessungen, o. ä.) und darauf basierend sollen Simulationen durchgeführt werden.«

Bei RGU handelt es sich um das damalige städtische Referat für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München.

Bereitgestellt werden konnte diese Datengrundlage mittels einer separat erstellten Anwendung in Form eines Content-Management-Systems. Der Knowledge Carrier stieß auf große Aufmerksamkeit und wurde bei zahlreichen Gelegenheiten und Veranstaltungen genutzt, um das Projekt und seine geförderten Liefergegenstände kommunizieren zu können. Dies geschah auch zu diesem Zeitpunkt bereits gegenüber den Bürger:innen. In einem Review Report zu *Smarter Together* wussten Vertreter:innen der Europäischen Kommission (Europäische Kommission 2019) die ersten Schritte für den Digitalen Zwilling München auch zu würdigen: *»In that respect, the Munich digital twin is an interesting initiative that shows a clear exploitation pathway for the project. It is important that the consortium analyses current initiatives in Smart Cities [...]«*

Entscheidend für die nachgelagerte Entwicklung des Digitalen Zwillings München war der Ansatz, dass städtische Geodaten schon zu Beginn die zentrale Rolle gespielt haben. Auch die Integration erster Fachdatensätze konnte realisiert werden, jedoch noch nicht die von Sensordaten. Bei den Fachdatensätzen handelte es sich zum Beispiel um smarte Lichtmasten im Projektgebiet, welche mit entsprechender Modellierung im virtuellen 3D-Modell des Quartiers angezeigt wurden. Mit Hilfe der realen Lichtmasten konnten Sensorik installiert und erste Umweltparameter gemessen werden. Die Integration dieser Messwerte war jedoch nicht erfolgreich, da die technische Grundlage zu diesem Zeitpunkt fehlte. Somit wurden im Rahmen von *Smarter Together* auch noch keine Simulationen oder Was-Wäre-Wenn-Szenarien umgesetzt. Der klare Bedarf war bereits identifiziert, dessen Umsetzung erfolgte dann in den nächsten Förderprojekten.

2 Aufbau und Entwicklung des Digitalen Zwillings München

Konkret angegangen wurden Aufbau und Entwicklung des Digitalen Zwillings München im Jahr 2018. Dabei spielte die Förderung des Bundes, ebenso weitere EU-Förderung, eine zentrale Rolle. Nachfolgend werden abgeschlossene Förderprojekte dargestellt, die für den Digitalen Zwilling München ganz wesentlich sind. Kapitel 4 gibt einen Überblick über aktuell laufende Förderprojekte und den Status Quo in der Münchner Stadtverwaltung.

2.1 Das Projekt VVD-M

Im Rahmen des mit einer Milliarde Euro ausgestatteten »Sofortprogramm Saubere Luft 2017 bis 2020« förderte der Bund gezielt Maßnahmen von und in Kommunen, in denen die Grenzwerte für Feinstaub und/oder Stickstoffdioxid nicht eingehalten werden können und die Gegenstand des Vertragsverletzungsverfahrens der Europäischen Kommission gegen die Bundesrepublik Deutschland (EuGH 2021a und 2021b) sind, um eine zeitnahe Verbesserung der Luftsituation zu erreichen. In München wurde der Jahresmittelwert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bei Stickstoffdioxid an den hoch verkehrsbelasteten Straßen zum Teil deutlich überschritten (Landshuter Allee 2017: $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$). München war somit für das Sofortprogramm des Bundes antragsberechtigt. Das »Sofortprogramm Saubere Luft 2017 bis 2020« war in drei Maßnahmenbereiche aufgeteilt: Elektrifizierung des Verkehrs, Nachrüstung von Diesel-Bussen im ÖPNV und Digitalisierung. Am 18.01.2018 wurde von der Bundesregierung der 1. Aufruf im Rahmen der Förderrichtlinie »Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme« veröffentlicht.

In diesem Rahmen wurde von der Landeshauptstadt München der Antrag für ein Projekt mit dem Titel »Verbesserung der Verkehrsdatensituation in München für die Planung und Bewertung verkehrsplanerischer und -steuernder Maßnahmen« (Akronym: VVD-M) eingereicht (Landeshauptstadt München 2018a). Der Antrag war erfolgreich, das Projekt hatte eine Laufzeit von Juli 2018 bis Dezember 2019. Dabei sollten verschiedene Datenquellen der öffentlichen Hand mit Datenquellen privater Anbieter vernetzt und gemeinsam nutzbar gemacht werden. Darauf aufsetzend sollte die simulationsbasierte Bewertung von Use Cases des Verkehrsmanagements zur Emissionsreduzierung möglich sein. Die zentralen Use Cases des Projekts waren die Radverkehrsplanung mit großräumiger Modellierung von Radverkehr, vernetzte Verkehrssysteme zur Untersuchung der Auswirkungen von Mobilitätsstationen (Verknüpfungspunkt im städtischen Verkehrsnetz als Kombination von klassischem öffentlichem Nahverkehr mit flexiblen, umweltfreundlichen Sharing-Angeboten) sowie der Use Case Verkehrssicherheit und Baustellenmanagement inklusive der vermessungstechnischen Straßenbefahrung mit 3D-Aufnahme des Straßenraums sowie der Verkehrszeicheninventarisierung in Modellquartieren. Be-

sonders der zuletzt genannte Anwendungsfall zahlte ein in die weitere Entwicklung des Digitalen Zwillings München.

Bereits in diesem frühen Stadium der Entwicklung hatte sich die enge Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München (TUM) als überaus wertvoll und von großer Bedeutung für den weiteren Verlauf erwiesen. Die Weiterentwicklung einer städtischen Geodateninfrastruktur hin zum Urbanen Digitalen Zwilling war nicht klar definiert und so hatte die Expertise der Mitarbeitenden am Lehrstuhl für Geoinformation sowie des Lehrstuhls für Verkehrstechnik an der TUM essentiellen Einfluss auf die Umsetzung. Beispielsweise wurden bei der Inventarisierung von Objekten im Rahmen der vermessungstechnischen Straßenbefahrung neue Wege beschritten, welche heute in zahlreichen deutschen Städten etabliert sind. So wurden etwa auf Grundlage der erfassten Panoramabilder weiterführende Informationen inventarisiert, z. B. Standorte von Verkehrsschildern, Bäumen sowie die Straßenmarkierungen im stadtweiten Befahrungsgebiet.

2.2 Digitaler Zwilling München (DZ-M)

Während der Arbeit im Projekt VVD-M wurde schnell realisiert, dass die Bedarfe an ein digitales Abbild der Stadt im Handlungsfeld Mobilität und Verkehr weitaus größer sind als geplant. Und nachdem der GeodatenService der Landeshauptstadt München in der Stadtverwaltung zuständig ist für die Bereitstellung von Grundlagen für wichtige planerische Entscheidungen, wurde hier die Initiative ergriffen. So kam es, dass im Rahmen des 3. Aufrufs der Förderrichtlinie »Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme« des Bundesministeriums für Verkehr ein weiterer Antrag auf Unterstützung gestellt wurde. Der 3. Aufruf richtete sich an Städte und Gemeinden, die einen »Masterplan nachhaltige Mobilität« erstellt hatten, und förderte die Umsetzung der im Masterplan identifizierten und bewerteten Maßnahmen zur Gestaltung nachhaltiger und emissionsarmer Mobilität. Der Münchner Masterplan sah die Erstellung eines Digitalen Zwillings vor. »Da es sich um eine Geodateninfrastrukturmaßnahme zur Bündelung und Koordinierung aller Aktivitäten aller Fachbereiche in der Stadtverwaltung in diesem Kontext handelt, hat die Federführung [...]« der GeodatenService München, so formuliert im Stadtratsbeschluss vom 24.10.2018 (Landeshauptstadt München, 2018b). Der Förderantrag wurde mit dem Titel »Digitaler Zwilling der Landeshauptstadt München zur Verbesserung der raumbezogenen Datenbasis für die Belange verkehrsplanerischer und -steuernder Maßnahmen mit dem übergeordneten Ziel der Luftreinhaltung (DZ-M)« gestellt und war erfolgreich. Das Förderprojekt hatte eine Laufzeit von fünf Jahren (01.01.2019 bis 31.12.2023) mit einem Projektbudget in Höhe von rund 10 Millionen Euro und einer Förderquote von 50 %.

Mit dem Förderprojekt Digitaler Zwilling München (DZ-M) konnten Ergebnisse erzielt und auch schon produktiv umgesetzt werden, die die Aufgaben in der Ver-

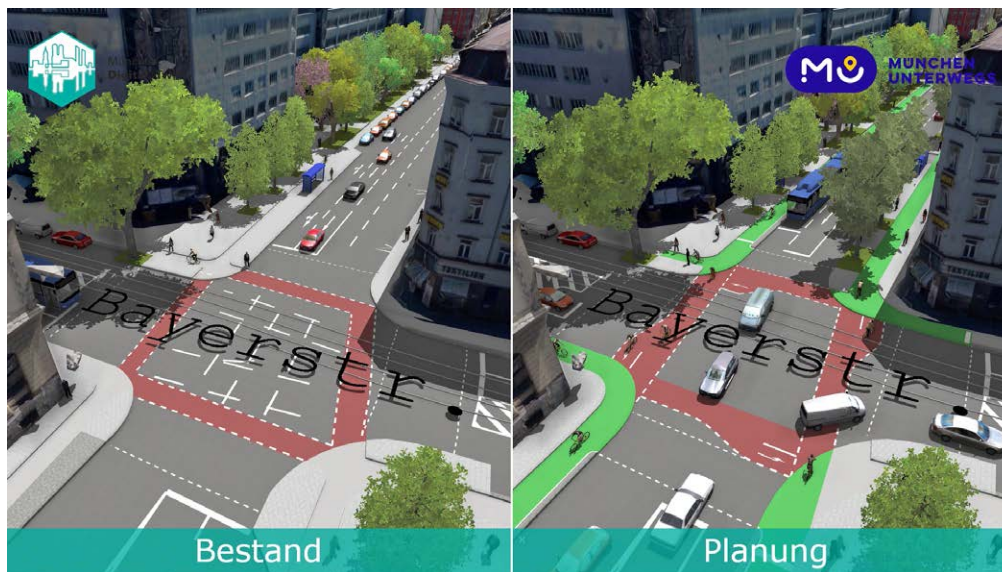


Abb. 3:
Gegenüberstellung
von Bestands- und
Planungsszenario für das
Umsetzungsprojekt des
Radentscheids München in
der Paul-Heyse-Straße

waltung und die Kommunikation der Verwaltung mit der Stadtgesellschaft und der Politik bei Mobilitäts- und Quartiersplanungen nachhaltig verändert haben (Landeshauptstadt München 2026c). Durch 3D-Visualisierung von Planungsszenarien mit Hilfe von Augmented und Virtual Reality und die Möglichkeit, Verkehrssimulationen und Luftschadstoffmodellierungen für verschiedene Varianten einzubeziehen, wurden die Anschaulichkeit der Maßnahmen und ihre Auswirkungen für Bürger:innen und Politik auf ein neues Niveau gehoben. Geplante Veränderungen in der Stadt konnten allgemeinverständlich präsentiert werden, die Diskussion basierte damit auf einer gemeinsamen, demokratischen Grundlage und das Verständnis für unterschiedliche Meinungen konnte versachlicht werden. Angewendet wird dies bis heute bei mehreren Vorhaben zur Umsetzung des Radentscheids München (siehe Abb. 3).

Der Münchner Radentscheid ist ein erfolgreiches Bürgerbegehren aus dem Jahr 2019, dessen Hauptziel die massive Verbesserung der Fahrradinfrastruktur und eine Neuaufteilung des öffentlichen Raums in München ist. Dabei wird eine sichere, lückenlose und komfortable Radverkehrsnetzplanung gefordert, um das Radfahren für alle Altersgruppen attraktiv und sicher zu machen. Der Münchner Stadtrat übernahm im Jahr 2019 die Forderungen des Bürgerbegehrens vollständig, wodurch die Stadtverwaltung rechtlich gebunden ist, die Konzepte umzusetzen.

Als Grundlagen dafür hat das Förderprojekt DZ-M unter anderem die Möglichkeit der 3D-Visualisierung des Straßenraums sowie das Lane-Model als fahrspurgenaue Repräsentation des Straßenraumes und die Anbindung von Analyse- und Simulationswerkzeugen bereitgestellt. Darüber hinaus wurden die Methoden der 3D-Visualisierung

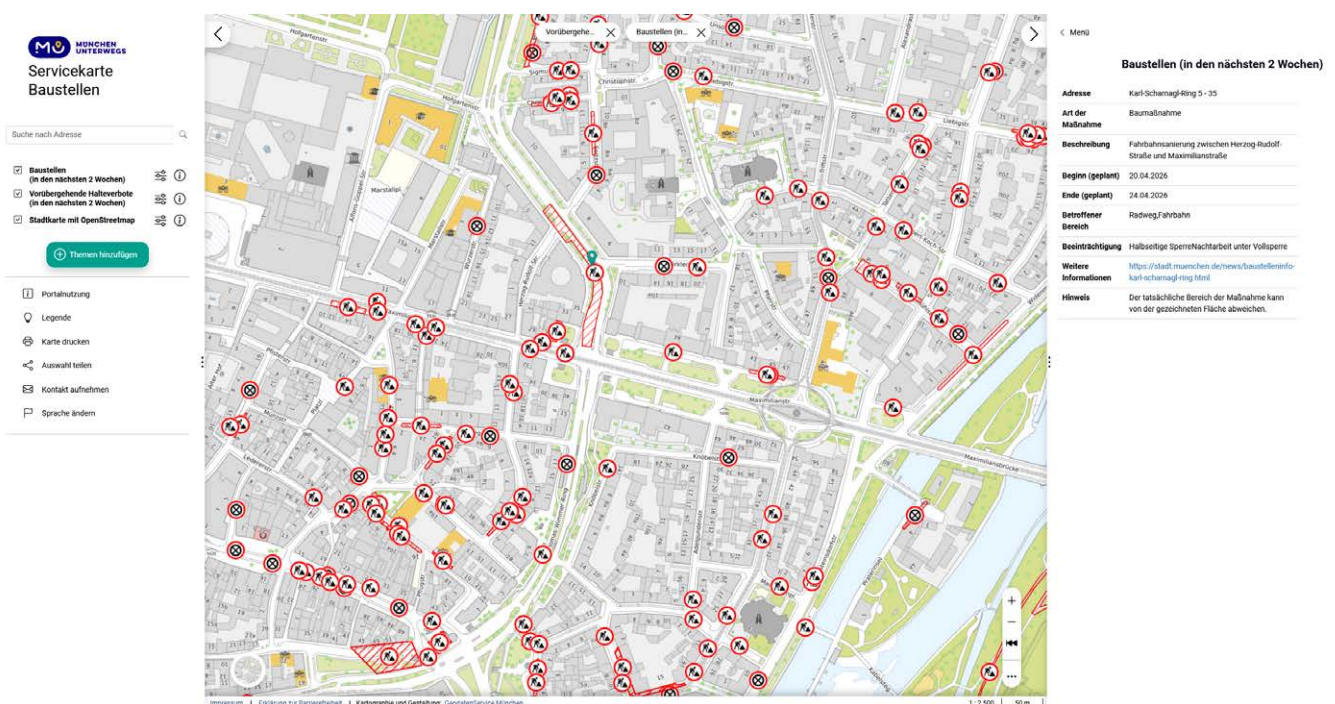


Abb. 4: Servicekarte Baustellen im GeoPortal München mit allen Baustellen öffentlicher und privater Träger

standardisiert und die Mitarbeiter:innen der städtischen Fachreferate geschult und eingearbeitet. Mittlerweile bauen auch weitere Analysen und Simulationen z. B. für Klimafragen auf den Grundlagen des im Förderprojekt geschaffenen Digitalen Zwillings auf.

Für das Baustellenmanagement wurden Baustellen öffentlicher und privater Träger in eine Kartenansicht in der Geodateninfrastruktur München zusammengeführt (siehe Abb. 4). In Summe handelt es sich hierbei um ca. 19.000 Erlaubnisse für Baustellen und Arbeitsstellen im Verkehrsraum pro Jahr. Damit wird die Bewertung der verkehrlichen Auswirkungen und die frühzeitige Koordinierung von einzelnen Baumaßnahmen unterstützt, um die Verkehrsbeeinträchtigungen und mittelbar den Schadstoffausstoß gering zu halten.

Ein wesentliches Ergebnis ist auch der Beitrag des Digitalen Zwillings zu Fragen der Luftreinhaltung, der in Zusammenarbeit mit dem Referat für Klima- und Umweltschutz bereitgestellt wurde. Der Fachbereich ist nun in der Lage, mit der Anbindung einer Luftschadstoffmodellierungssoftware an den Digitalen Zwilling eigenständig lufthygienische Modellierungen für geklonte Stadtgebiete oder Planungsvarianten vorzunehmen. Diese können somit bei verkehrs- oder städtebaulichen Vorhaben mit herangezogen werden. Beispielhaft wird dies visualisiert in Abb. 5.

Das Lane-Model ist ein gänzlich neuer kommunaler Datensatz, ein zentrales Projektergebnis und eine ausgezeichnete Datengrundlage für weitere Anwendungsfälle zur Verbesserung der Mobilitäts- und Quartiersplanung und

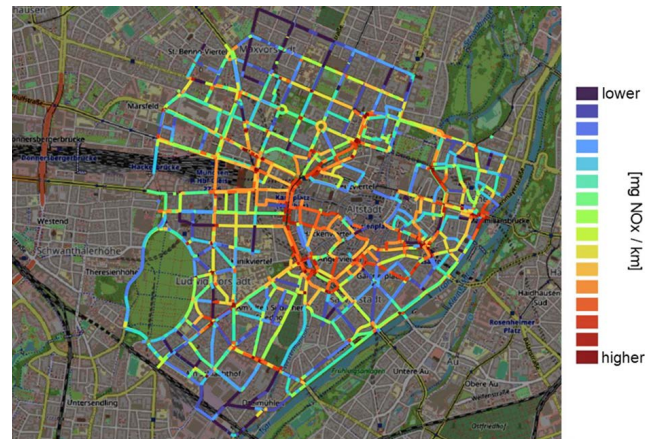


Abb. 5: Beispielhafte Modellierung der verkehrsbedingten Stickstoffoxid-Emissionen der Technischen Universität München auf der Datengrundlage des Digitalen Zwillings München. Es wird die modellierte, absolute Menge des durch den Verkehr ausgestoßenen Stickstoffoxids je modellierter Straßenabschnitt, normiert auf deren Länge, dargestellt (TUM).

damit mittelbar auch der Luftqualität und der Entwicklung zur klimaneutralen Stadt. Dieser Datensatz ist derzeit einmalig für eine Stadt in Deutschland. Das Lane-Model basiert auf den topographischen Geobasisdaten des GeodatenService München, welche mit Hilfe der Daten zu Verkehrsschildern und Straßenmarkierungen aus der vermessungstechnischen Straßenbefahrung weiter detailliert und logisch weiterentwickelt wurden (siehe Abb. 6). Im Gegen-

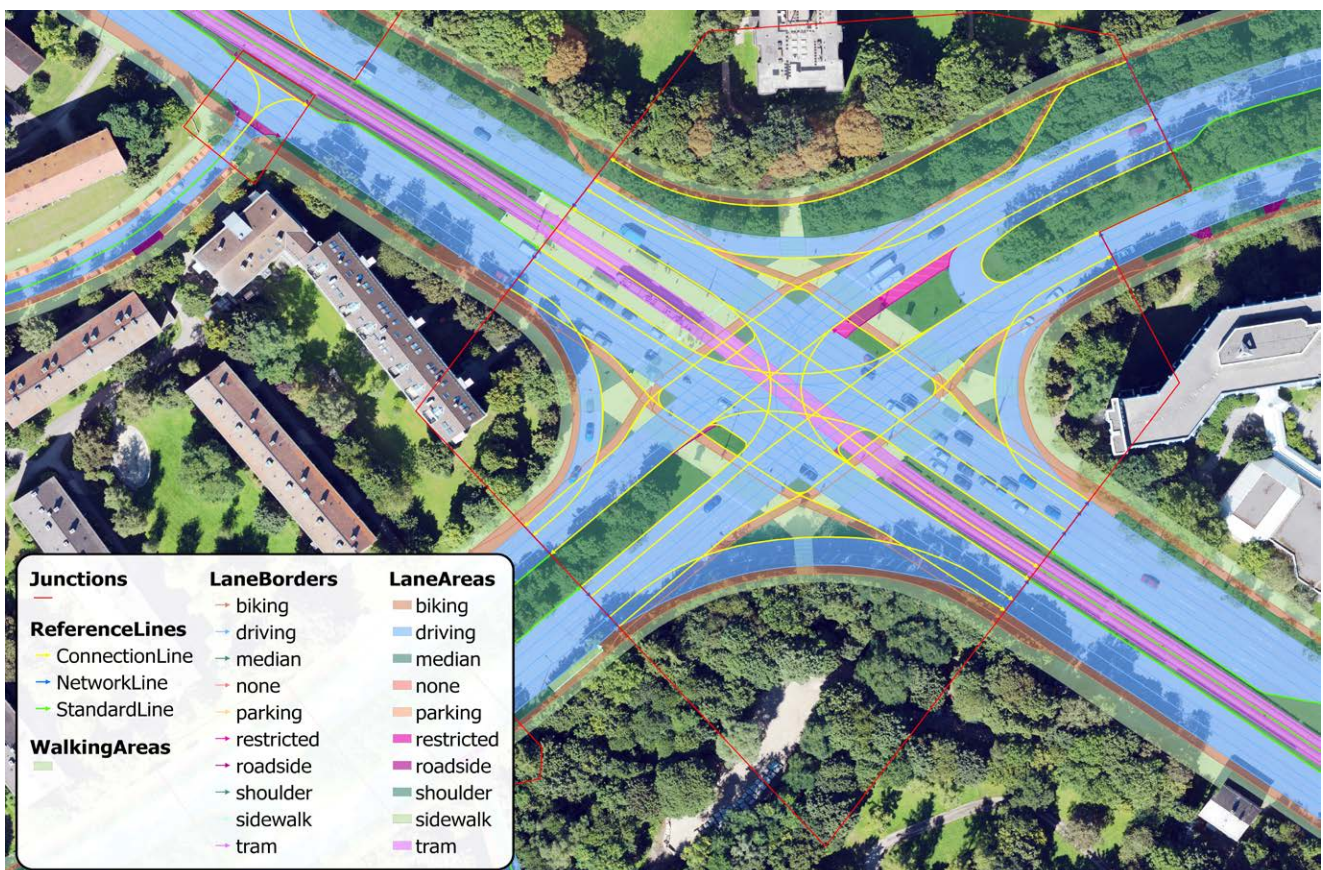


Abb. 6: Auszug aus dem Lane-Model der Landeshauptstadt München

satz zu Daten einschlägiger, kommerzieller Navigationssysteme enthält das Lane-Model auch logische Informationen zum ruhenden Verkehr, zur Radinfrastruktur sowie zu den Fußwegen. Eine umfangreiche Dokumentation zur Erstellung des Lane-Models liegt vor und wurde bereits mehrmals interessierten Städten zur Verfügung gestellt. Der Basisdatensatz der digitalen Fahrbahn- und Begleitflächen ist elementar, um Fachdaten gemeinsam zu referenzieren und digital nutzbar zu machen wie z.B. Verkehrszeichen, Ampeln, Straßenbelag, Laternen, Messdaten (Verkehrsmenge, Immissionen etc.). Das Modell unterstützt die digitale Verkehrsraumverwaltung zusammen mit historischen und weiteren externen Daten. Dies bietet zahlreiche Möglichkeiten der klein- und großräumigen Simulation für die Vorhersage und Bewertung des gesamtheitlichen Wirkens von Planungsszenarien.

An das Lane-Model wurden während des Projekts bereits zahlreiche Abläufe und Prozesse angebunden, wie die Planung von Lichtsignalanlagen, das Baustellenmanagement, die Grünplanung, die Planung von Verkehrswegen im öffentlichen Raum, Luftschadstoffmodellierung, Lärmkartierung und Berechnung von Erreichbarkeitsmodellen. Zukünftig besteht der Bedarf, das Einsatzmanagement der Feuerwehr und der Polizei mit diesen Daten zu versorgen. Außerdem werden die Daten für die städtische Datenplattform für Mobilitätsdaten (MobidaM) genutzt, um die Steuerung von Mobilitätsangeboten im Rahmen der Mobilitätsplanung und Wirkungsanalyse mit attraktiven Alternativen zum motorisierten Individualverkehr zu ermöglichen. Die bedarfs- und zielorientierte Lenkung von Mobilitätsangeboten unterstützt damit das Ziel, bis 2035 eine klimaneutrale Stadt zu sein.

Viele Pilotierungen und Weiterentwicklungen zusammen mit den Fachreferaten, dem IT-Referat und der Technischen Universität München dienten der Ermittlung und Validierung weiterer Potenziale des Digitalen Zwillings. So wurde etwa eine Geodaten austauschplattform etabliert, um Ausschnitte des Digitalen Zwillings bereitstellen zu können und die Möglichkeit der Versionierung als Grundlage für Historisierung und Planung von Was-wäre-wenn-Szenarien und Analysen umzusetzen. Auch Virtual-Reality-Anwendungen von Planungsszenarien wurden für die Öffentlichkeitsbeteiligungen genutzt. Ebenso wurden Augmented Reality-Anwendungen erprobt und Grundlagen geschaffen für Gamification-Anwendungen in nachfolgenden Projekten.

Mit Hilfe des Mapping-Bikes als kamerabasiertes Aufnahmesystem (siehe Abb. 7) und eigenen Drohnenbefliegungen sind Mitarbeitende des GeodatenService München nun in der Lage, Aktualisierungen von Befliegungs- und Straßenbefahrungsdaten für Teilbereiche des Stadtgebiets eigenständig durchzuführen. Um die Zusammenführung dieser Daten mit vorhandenen Bildaufnahmen qualitativ hochwertig umsetzen zu können, wurde ein stadtweites Netz von rund 24.700 Passpunkten mittels Globalem Satellitennavigationssystem (GNSS) gemessen (siehe Abb. 8). Eine Vermarkung dieser Punkte wurde nicht durchgeführt,



Abb. 7: Mapping Bike des GeodatenService

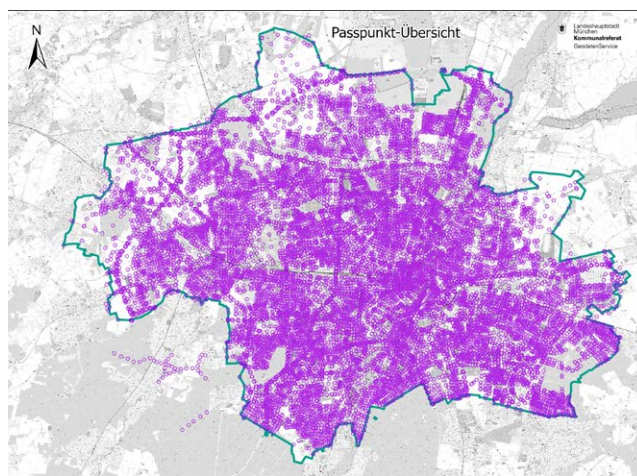


Abb. 8: Stadtweites Passpunktnetz

hierbei handelt es sich beispielsweise um Gullydeckel, beständige Punkte der Topographie sowie weitere markante, anmessbare Objekte im öffentlichen Raum. Deren Verfügbarkeit trägt wesentlich zur Qualität der Ergebnisse bei, die Passpunkte werden als Daueraufgabe auch nach dem Förderprojekt fortgeführt. Damit sind die Qualität und Aktualität der städtischen Befliegungs- und Befahrungsdaten sowie der daraus abgeleiteten, weiterführenden Informationen gewährleistet, was wiederum für die Nutzung des Digitalen Zwillings durch die Fachbereiche entscheidend ist.

Aus der wissenschaftlichen Begleitung und Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München sind für den Projekterfolg ganz wesentliche Impulse des Urbanen Digitalen Zwillings in München gesetzt worden und beispielhafte Lösungen wie die Modellierung der verkehrsbedingten Stickstoffdioxid-Emissionen konnten erprobt werden. Im Gegenzug war es für die Wissenschaft enorm wichtig, mit realen Daten einer Großstadt arbeiten zu können.

Eine umfangreiche Dokumentation aller wesentlichen Projektergebnisse findet sich auf der Internetseite zum Digitalen Zwilling München unter <https://muenchen.digital/twin/>.

2.3 Connected Urban Twins (CUT)

Auf Initiative der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) hat sich Anfang des Jahres 2020 ein Konsortium der drei Partnerstädte Hamburg, Leipzig und München gefunden. Entstanden ist das gemeinsame Förderprojekt Connected Urban Twins (CUT), eines von 73 ausgewählten Smart-Cities-Modellprojekten (CUT 2026). Mit dem Förderprogramm der Bundesregierung werden bis heute Städte und Kommunen dabei unterstützt, die Chancen von Digitalisierung im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung umzusetzen. CUT hatte eine Projektlaufzeit von insgesamt fünf Jahren und wurde im Zeitraum 01.01.2021 bis 31.12.2025 mit einer Gesamtfördersumme aller drei Städte in Höhe von rund 32,4 Millionen Euro und einer Gesamtfördersumme für München in Höhe von rund 9,78 Millionen Euro bei einer Förderquote von 65 % durchgeführt.

Die Vision von CUT sah vor, dass die drei Partnerstädte gemeinsam die Entwicklung von Urbanen Digitalen Zwillingen für die Integrierte Stadtentwicklung vorantreiben. Mit vernetzten Daten in Urbanen Digitalen Zwillingen sollen Stadtentwickler:innen und Bürger:innen in die Lage versetzt werden, komplexe Zusammenhänge besser zu verstehen und Entscheidungen fundierter treffen zu können. Dabei stärkt die Etablierung kommunaler digitaler Infrastruktur die Datensouveränität der Städte und durch innovative digitale Tools und Formate ist demokratische Teilhabe einfacher. CUT hat sich als Wegbereiter verstanden, um Maßstäbe für ein einheitliches Verständnis zum Konzept Urbaner Digitaler Zwillinge zu setzen. Damit assoziierte Themen wie die Datengovernance, die im Digitalen Zwilling genutzt werden, spielten eine zentrale Rolle. Mit der Datengovernance wurde ein Regelwerk zur Erfassung, Fortführung und Bereitstellung von Daten sowie zur Datenfreigabe definiert. Ein Rechte-/Rollen-Konzept und ein Vorgehen zum Anbinden von Fachsystemen wurde festgelegt. Bestehende Lösungen wurden hierfür ausgebaut und verstetigt.

Ein wesentliches Projektergebnis in diesem Sinne ist die DIN-Spezifikation 91607 »Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen« (DIN e. V. 2024). Die »DIN SPEC 91607« als Vorstufe eines Standards hält für Städte und Kommunen eine Grundlage bereit, um Digitale Zwillinge effektiv zu implementieren und dabei auf bereits bestehende Standards und Best Practices zurückzugreifen. Auch eine englischsprachige Version des Dokuments steht zur Verfügung, ein wichtiger Schritt, damit der Standard auch international von Städten und Kommunen wahrgenommen, verstanden und relevant werden kann. Die DIN SPEC 91607 richtet sich insbesondere an Forscher:innen, IT-Expert:innen, fachliche und technische Betreiber:innen von Digitalen Zwillingen oder von kommunalen Datenplattformen sowie an Akteur:innen in fachspezifischen Handlungsfeldern. Sie verschafft einen ganzheitlichen Überblick über Urbane Digitale Zwillinge (UDZ), indem sie deren Entstehung sowie wesentliche Themenfelder wie zum Beispiel zahlreiche Anwendungsfälle aufgreift und diese im Kontext kommunaler Zielstellungen einordnet. So soll ein einheitliches Verständnis der Thematik und der Kooperation zwischen verschiedenen Städten und Kommunen hergestellt werden (CUT 2025).

Exemplarisch sollen für München zwei wichtige Ergebnisse im Rahmen von CUT dokumentiert werden. So wurde in der Landeshauptstadt München für den bereits bestehenden Urbanen Digitalen Zwilling der Stadt ein neuer Metadatenkatalog eingeführt, der die Anforderungen an Urbane Digitale Zwillinge über eine Geodateninfrastruktur hinausgehend erfüllt. So ist darin beispielsweise neben den Geodaten auch die Integration von Diensten und Sensorinformationen vorgesehen. Dieser Katalog steht in seiner finalen Ausbaustufe allen Nutzenden innerhalb der Fachbereiche der Stadt zur Verfügung. Mitarbeitende sollen so einen intuitiven Zugang zu allen digitalen Ressourcen des Digitalen Zwillings erhalten, von Datensätzen über Dienste bis hin zu Sensorinformationen (siehe Abb. 9).

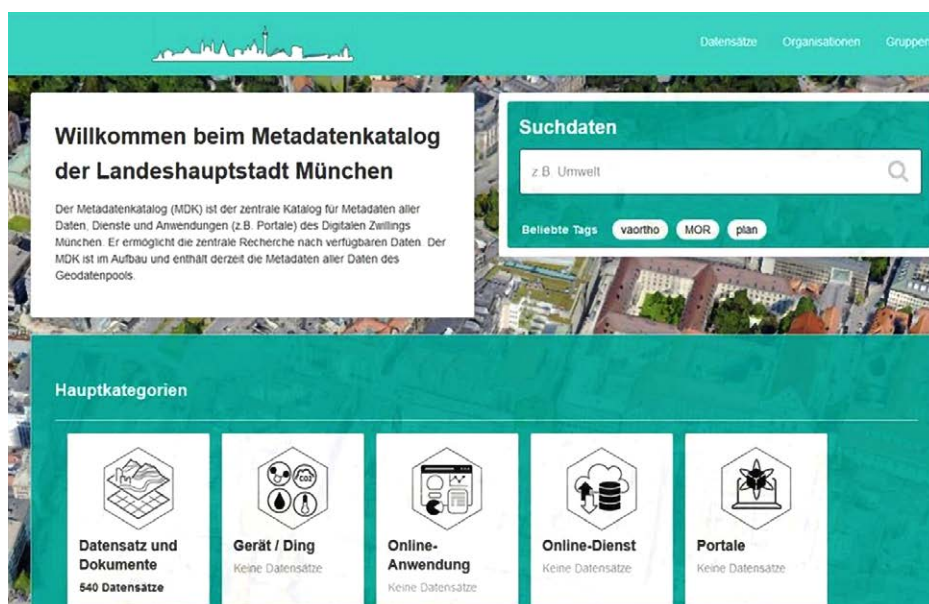


Abb. 9:
Einstiegsseite des Metadatenkatalogs der Landeshauptstadt München (Stand: Juli 2025)

Ein weiteres wichtiges Münchner Projektergebnis in CUT stellt das sog. Quartiersentwicklungstool (QET) dar. Die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen einer klimaneutralen, energie- und ressourceneffizienten Stadtentwicklung findet im Münchner Gebäudebestand idealerweise auf Quartiersebene statt. Mit dem QET kommt in München ein Entwicklungstool zum Einsatz, das die Vorbereitung und Erstellung von Quartierskonzepten effizienter und transparenter macht und die Umsetzungsphase so erleichtert. Das QET ermöglicht die datenbasierte Ersteinschätzung vorgeschlagener Quartiere für die integrierte Quartiersentwicklung. Auf sämtliche benötigte Informationen, welche vormals in über 50 Tabellen verteilt vorlagen, kann an einer Stelle ein Zugriff erfolgen und es können wichtige Kennwerte durch Datenanalysen in Form eines Steckbriefs für das Quartier ermittelt werden. Das QET vermittelt durch die Visualisierung in Karten, Diagrammen und Dashboards komplexe Zusammenhänge verständlich und übersichtlich.

Eine umfangreiche Dokumentation aller wesentlichen Projektergebnisse findet sich auf der Projektseite unter <https://www.connectedurbantwins.de/>.

2.4 Weitere Förderprojekte (TEMPUS, REACT-EU)

Weitere relevante Förderprojekte haben überaus wichtige Impulse für den Digitalen Zwilling München gesetzt. Zu nennen sind insbesondere die Projekte TEMPUS und REACT-EU Innenstadt.

Das Förderprojekt TEMPUS (Testfeld für automatisiertes und vernetztes Fahren im Stadtgebiet München und dem anliegenden Umland) fokussierte das automatisierte, vernetzte Fahren im städtischen Umfeld (Landeshauptstadt München 2020b). Die Verwirklichung des Projekts ist stets eng an die Digitalisierung der Straßeninfrastruktur und deren Vernetzung gekoppelt. Ein Hauptziel von TEMPUS bestand darin, automatisierte und vernetzte Fahrfunktionen sowohl des Individualverkehrs als auch des öffentlichen Personennahverkehrs im realen Verkehrsgeschehen zu erproben. Im Norden von München sollten in einem über die Stadtgrenze hinausgehenden Testfeld innovative Technologien für eine zukunftsorientierte, urbane Mobilität unter realen Bedingungen getestet und Erkenntnisse zur Lösung technischer Herausforderungen gewon-

nen werden. Darüber hinaus bot das Testfeld einen frühen Einblick für Bürger:innen in die fortschreitende Entwicklung des automatisierten und vernetzten Fahrens. Für das gesamte TEMPUS-Testfeld wurde eine hochgenaue digitale Referenzkarte im OpenDrive-Format erstellt. OpenDrive ist eine etablierte, offene Formatspezifikation zur Beschreibung der Logik eines Straßennetzes. Diese sollte nicht nur in den Fahrzeugen für die Feldversuche und die Erprobung automatisierter Fahrfunktionen genutzt werden, sondern war auch kompatibel zu den meisten Verkehrssimulationsanwendungen. Gefördert wurde das Projekt vom Bundesministerium für Verkehr und hatte eine Projektlaufzeit von drei Jahren (01.01.2021 bis 31.12.2023).

Die Europäische Union hat mit REACT-EU ein 55-Millionen-Euro-Aufbaupaket aufgesetzt, die Abkürzung REACT-EU steht dabei für »Recovery Assistance for Cohesion and the Territories of Europe«. In München bot eine Förderung hieraus im Rahmen des Projekts »REACT-EU Innenstadt« die Möglichkeit, den Digitalen Zwilling für die Vitalisierung und nachhaltige Entwicklung der Innenstadt nutzbar zu machen und das Innenstadtmanagement zu unterstützen. Dies erfolgte durch integrierte und visualisierte Daten und Planungsgrundlagen der Stadtverwaltung, wie z. B. Leerstände oder Sortimente im Einzelhandel, die Simulation klimatischer Auswirkungen von Planungen bis hin zur 3D- oder VR-Visualisierung von Planungssituationen im 3D-Stadtmodell des Digitalen



Abb. 10: Kartenbasierte Darstellung der Lufttemperatur an einem Sommertag mit dem Digitalen Zwilling München



Abb. 11: Förderhinweis zu REACT-EU

Zwillings. So wurde eine Detektion des Passantenaufkommens für ausgewählte Standorte in der Innenstadt genutzt. Dabei handelt es sich um Messdaten eines externen Unternehmens, die in den Digitalen Zwilling eingelesen wurden. Des Weiteren wurden für die zielgerichtete Entwicklung von Maßnahmen für eine klimaresiliente Altstadt das Stadtklimamodell PALM-4U (Parameterized Large-eddy simulation Model for Urban Users) an den Digitalen Zwilling angebunden und das Stadtklima für die Münchner Innenstadt simuliert (siehe Abb. 10). Das Simulationsmodell ermittelte dabei vielfältige Kennwerte für unterschiedliche Tages- und Nachtzeiten, darunter Informationen zu Windströmen, Lufttemperaturen und den PET-Index. Die Abkürzung steht für Physiologisch Äquivalente Temperatur und bildet die gefühlte Temperatur ab. Für fachliche Modellannahmen und die richtige Interpretation der komplexen Simulationsergebnisse fand eine enge Zusammenarbeit mit dem Referat für Klima- und Umweltschutz statt.

3 Politische Entscheidungen

Das Integrierte Handlungsprogramm Klimaschutz in München (IHKM) ist seit 2008 das zentrale, referatsübergreifende Steuerungsinstrument der bayerischen Landeshauptstadt, um Klimaschutzaktivitäten zu bündeln und München bis spätestens 2035 klimaneutral zu machen. Es umfasst Maßnahmen in den Bereichen Wohngebäude-sanierung, Ausbau erneuerbarer Energien, Verkehr und Stadtentwicklung. Das IHKM wird regelmäßig aktualisiert und durch zusätzliche Finanzmittel gestärkt. Es basiert auf Fachgutachten des Öko-Instituts e. V.

Mit Beschluss der Vollversammlung am 18.12.2019 hat der Münchner Stadtrat den Klimanotstand ausgerufen und das im Jahr 2017 beschlossene Ziel der Klimaneutralität für das gesamte Stadtgebiet vom Jahr 2050 auf das Jahr 2035 vorgezogen. Zeitgleich hat sich der Stadtrat auch das Ziel der klimaneutralen Stadtverwaltung bis 2030 gesetzt und zahlreiche Maßnahmen wie zum Beispiel die stadtweite Einführung der elektronischen Akte hierfür beschlossen, um der Vorbildfunktion der Stadtverwaltung gerecht zu werden. Mit Beschluss am 16.12.2020 wurden im Stadtrat die Weichen gestellt, um wichtige Vorarbeiten und Maßnahmen für die Zielsetzungen zur Klimaneutralität einleiten zu können. Dies beinhaltete auch folgende Entscheidung des Münchner Stadtrats:

»Das Kommunalreferat wird beauftragt, den Digitalen Zwilling München federführend als stadtweite Basis der digitalen Infrastruktur einer klimaneutralen Stadt zu verstetigen.« (Landeshauptstadt München 2020a)

Darüber hinaus wurde festgelegt, dass der Digitale Zwilling München als neue Daueraufgabe des Geodaten-Service München aufzusetzen und eng mit den Referaten der Stadtverwaltung sowie den Stadtwerken München als überaus wichtige Instanz in der Wahrnehmung kom-

munaler Aufgaben abzustimmen ist. Bestätigt wurde dies mit neuerlichem Beschluss des Münchner Stadtrats vom 30.11.2022 (Landeshauptstadt München 2022a). In dessen Rahmen wurden personelle und finanzielle Ressourcen für die bestehende Organisation der Landeshauptstadt München genehmigt, um die Sicherstellung wesentlicher Datengrundlagen für den Digitalen Zwilling München über das Stadium der (Förder-)Projektphasen hinaus zu gewährleisten.

4 Status Quo

4.1 Agiles IT-Programm DZMUC

Zur Etablierung und Weiterentwicklung des Digitalen Zwillings München wurde unter der Leitung des städtischen IT-Referats in enger Zusammenarbeit mit dem GeodatenService das gemeinsame IT-Programm mit dem Namen DZMUC ins Leben gerufen. DZMUC hat das zentrale Ziel, die IT-technischen Anforderungen an den Digitalen Zwilling München umzusetzen sowie die notwendigen zugehörigen Prozesse zu definieren und in die Umsetzung zu bringen. Konkret wurden hierfür folgende Programmziele definiert:

- Die IT-technischen Anforderungen an den Digitalen Zwilling sowie die notwendigen zugehörigen Prozesse sind definiert und umgesetzt.
- Ein Programm Backlog als Dokumentation weiterer IT-Anforderungen sowie eine zugehörige Roadmap sind realisiert.
- Innovative Anwendungsfälle werden in ausgewählten Pilotprojekten aktiv genutzt, um die Ziele der IT-Projekte im IT-Programm zu erreichen.
- Die Steuerung der Umsetzung von IT-technischen Anforderungen auf Ebene des IT-Programms ist in agiler Arbeitsweise umgesetzt.
- Die Zusammenarbeit mit den städtischen Referaten sowie den Fachbereichen ist etabliert.
- Die Umsetzung von Anwendungsfällen aus themenverwandten Förderprojekten ist gewährleistet.

Das IT-Programm mit seinen IT-Projekten ist auf die agile Arbeitsweise in einer skalierten Variante ausgerichtet. Hierbei werden agile Prinzipien wie kurze Entwicklungszyklen und funktionsübergreifende Teams im gesamten Unternehmen der Münchner Stadtverwaltung angewendet. Es ist das erste agile IT-Programm bei der Landeshauptstadt München, welches diese skalierte agile Arbeitsweise erprobt. Seit seinem Kick-Off im 2. Quartal 2024 hat sich diese Vorgehensweise bewährt und wird aufgrund des Erfolges stetig fortgeführt.

4.2 EU-Förderprojekt ASCEND

Das von der Europäischen Kommission geförderte Projekt ASCEND (Accelerate Positive Clean Energy Districts) ist im Rahmen der Zielsetzung »klimaneutrale Stadt« mit dem Quartier Harthof als Vorreiterprojekt für die Landeshauptstadt München zu sehen (Landeshauptstadt München 2022b, 2026d und 2026e). Konkretes Projektziel ist die Umsetzung eines energiepositiven und sauberen Stadtteils im Stadtgebiet München, einem sog. »Positive and Clean Energy District (PCED)«. In den Jahren 2023 bis 2027 werden hierfür unterschiedlichste neuartige Maßnahmen im Bereich Energie, Mobilität, Technologie und Beteiligung umgesetzt. Für die Erreichung dieser Maßnahmen wurde ein Teilarbeitspaket Digitales Ökosystem definiert. Hiermit wird die Schaffung von Lösungen im geplanten energiepositiven Quartier Harthof maßgeblich unterstützt durch den Einsatz eines Bündels digitaler Infrastrukturen und Lösungsplattformen. Im Zentrum dieses digitalen Ökosystems steht der Digitale Zwilling des Quartiers. Im Projektkontext erforderliche Internet of Things-Infrastruktur- und Sensordaten werden eingebunden, Funktionen (Dashboards) zur Datenanalyse und für das Monitoring der Quartiersentwicklung werden bereitgestellt und projektspezifische Visualisierungen (im Stile aktueller Computerspiele) werden entwickelt.

Um der Anwohnerschaft im Quartier darüber hinaus den Zugang zu geodatenbasierten Informationen zu erleichtern, wird bei den Projektaktivitäten in ASCEND in enger Zusammenarbeit mit der TU München an einem KI-Assistenten in Form eines Chatbots gearbeitet, der den Bürger:innen bei der Interpretation von Geodaten hilft. Diese Arbeiten profitieren wiederum von den Aktivitäten des Vorgängerprojekts CUT, in dem sich neben Datengo-

vernance-Themen auch intensiv mit dem Datenschutz bei Geodaten auseinandergesetzt wurde. Dabei geht es beim Einsatz von KI insbesondere um die Einhaltung geltenden Rechts bei gleichzeitiger Nutzung neuester technischer Entwicklungen. Perspektivisch soll die KI-gestützte Anwendung in die Open Source Software-Kartenanwendung Masterportal implementiert werden (siehe Abb. 12).

Eine weitere Lösung, an der im Rahmen von ASCEND gemeinsam mit der TUM gearbeitet wird, ist die sogenannte KPI-Engine (KPI = Key Performance Indicator). Dieses Analysewerkzeug dient der automatischen Berechnung von PCED-Indikatoren zur Unterstützung der Planung im Quartier. Damit soll die Überwachung von Projektergebnissen und deren Einfluss verbessert und vereinfacht werden. Außerdem dient die KPI-Engine als Blaupause für die Überwachung der stadtweiten Umsetzung von PCEDs. Im Projekt wird diese KPI-Engine »City Model Indicator Engine (CMI Engine)« genannt, da sie nicht nur auf statischen Informationen, wie es bei KPIs der Fall ist, basiert, sondern auch das 3D-Stadtmodell und zusätzliche Daten nutzt. Zudem ist geplant, über einen KI-Assistenten die Bedienung benutzerfreundlicher zu gestalten und eventuell sogar Programmierschritte zu reduzieren.

Des Weiteren wird im Projekt auch an einem karten- und geodatenbasierten KI-Assistenten gearbeitet. Dieser ist über das Open Source-Paket 3DCityDB direkt mit dem 3D-Stadtmodell verbunden, zudem sind Datensätze wie Zeitreihen und andere Daten und Schnittstellen angebunden (siehe Abb. 13). Damit können Auswertungen, wie Energieproduktionen durch Platzierung von Photovoltaikpanels, gemeinsam mit Simulationsdaten der Energiebedarfe durchgeführt werden, um in der kommunalen Wärmeplanung genutzt zu werden. Es werden auch Versuche unternommen, die Geometrien der Gebäude zu

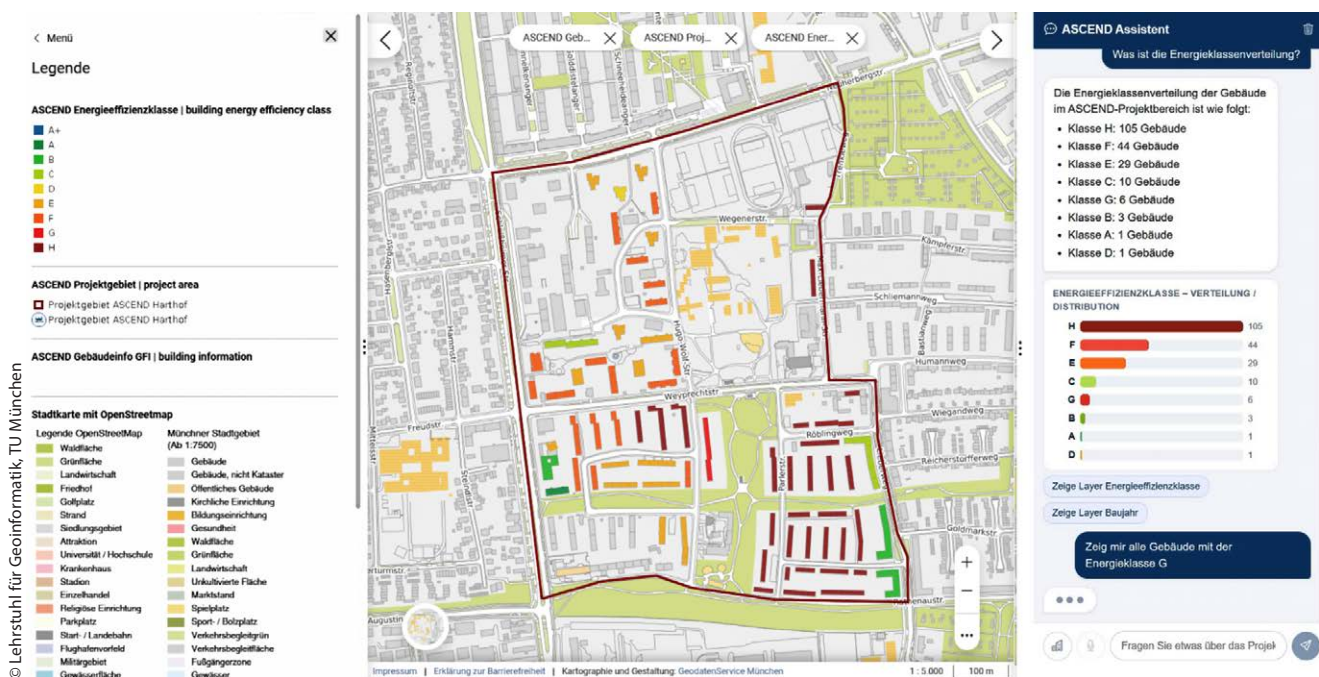


Abb. 12: Lokaler Prototyp der KI-Integration in das Masterportal für ASCEND

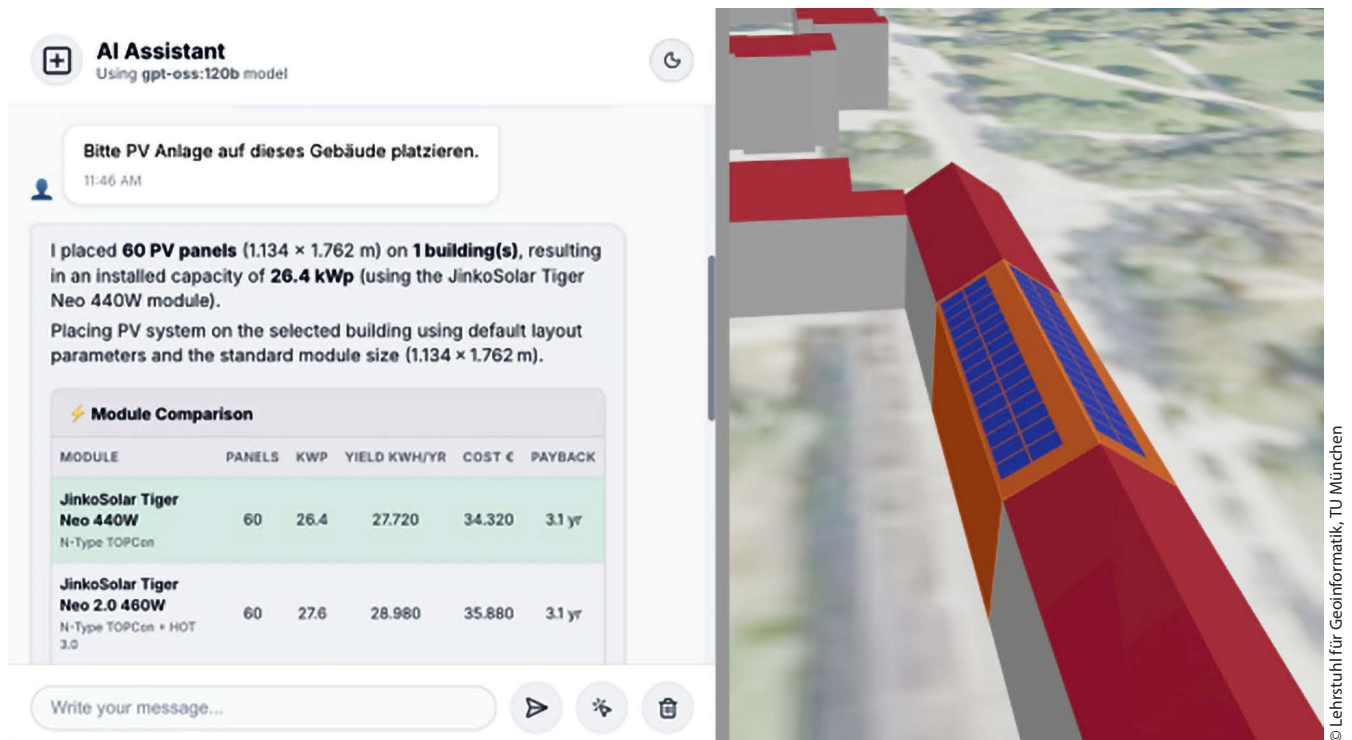


Abb. 13: Lokaler Prototyp der TU München zur Platzierung von PV-Panels mittels KI auf einem LOD2-Gebäude mit Auswertung über eine selbst generierte Beispieldatenbank von Standard-PV-Modulen

ändern, z. B. Stockwerke hinzufügen/entfernen, Änderung der Dachform u. a. Darüber könnten planerische Ansätze verfolgt werden. Dieser Assistent kann über natürliche Sprache gesteuert und abgefragt werden. Zudem laufen die KI-gestützten Lösungen auf Basis lokaler Large Language Models (LLMs) (Kanna und Kolbe 2025), welche auch ausgetauscht werden können.

Eine umfangreiche Dokumentation zum Projekt findet sich auf der Projektseite unter <https://ascend-muenchen.de/>. Mit Stand April 2026 sind zu obigen KI-gestützten Lösungen noch keine weiteren Informationen online gestellt.

4.3 MCube – Münchner Cluster für die Zukunft der Mobilität in Metropolregionen

In MCube, dem »Münchner Cluster für die Zukunft der Mobilität in Metropolregionen«, gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) und unter der Leitung der Technischen Universität München (TUM), gestalten über 80 Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft gemeinsam die Zukunft der Mobilität (MCube 2026). Dabei werden in der aktuellen Phase 2 des Projektclusters insgesamt neun Projekte durchgeführt.

Ein Projekt mit Nutzung des Digitalen Zwillings München trägt den Namen DatSim (Daten und Simulation). Unter der Leitung der TU München sowie mit Partnern aus der Wirtschaft sowie der Landeshauptstadt München wird eine verlässliche Datenbasis geschaffen, um Mobilität in der Metropolregion realitätsnah abzubilden, zu verstehen

und gezielt weiterzuentwickeln. Auf Grundlage städtischer Geodaten sowie Mobilitäts- und Umweltdaten werden realitätsnahe Simulationen durchgeführt, um den Verkehr sowie die daraus resultierenden Emissionen und Immissionen zu modellieren. Zudem wird praxisnah untersucht, wie Mobilitätsinnovationen das städtische Rettungswesen und die Luftqualität beeinflussen (siehe Abb. 14).

Eine umfangreiche Dokumentation zum Projektcluster findet sich unter <https://mcube-cluster.de/>.

5 Ausblick

Mit der Verstetigung des Digitalen Zwillings als Daueraufgabe der Münchner Stadtverwaltung und der Etablierung des agilen IT-Programms DZMUC wurde in München das Fundament für das digitale Abbild der Stadt gelegt. In der engen Zusammenarbeit des GeodatenService München und des städtischen IT-Referats mit den Fachreferaten der Stadt entsteht so ein Gemeinschaftswerk der gesamten Stadtfamilie. Zugleich unterstützen laufende Förderprojekte wie ASCEND und MCube die innovative Weiterentwicklung des Digitalen Zwillings entlang des klaren Fokus auf die Erfordernisse einer Stadt – sowohl hinsichtlich der Datengrundlagen als auch mit Blick auf die IT-Infrastruktur. Über allem muss der Digitale Zwilling München in Zeiten klammer Kassen in den Kommunen sein Potenzial ebenso wie zahlreiche Maßnahmen der Verwaltungsdigitalisierung in der Steigerung von Effizienz und Wirtschaftlichkeit kommunalen Handelns beweisen.

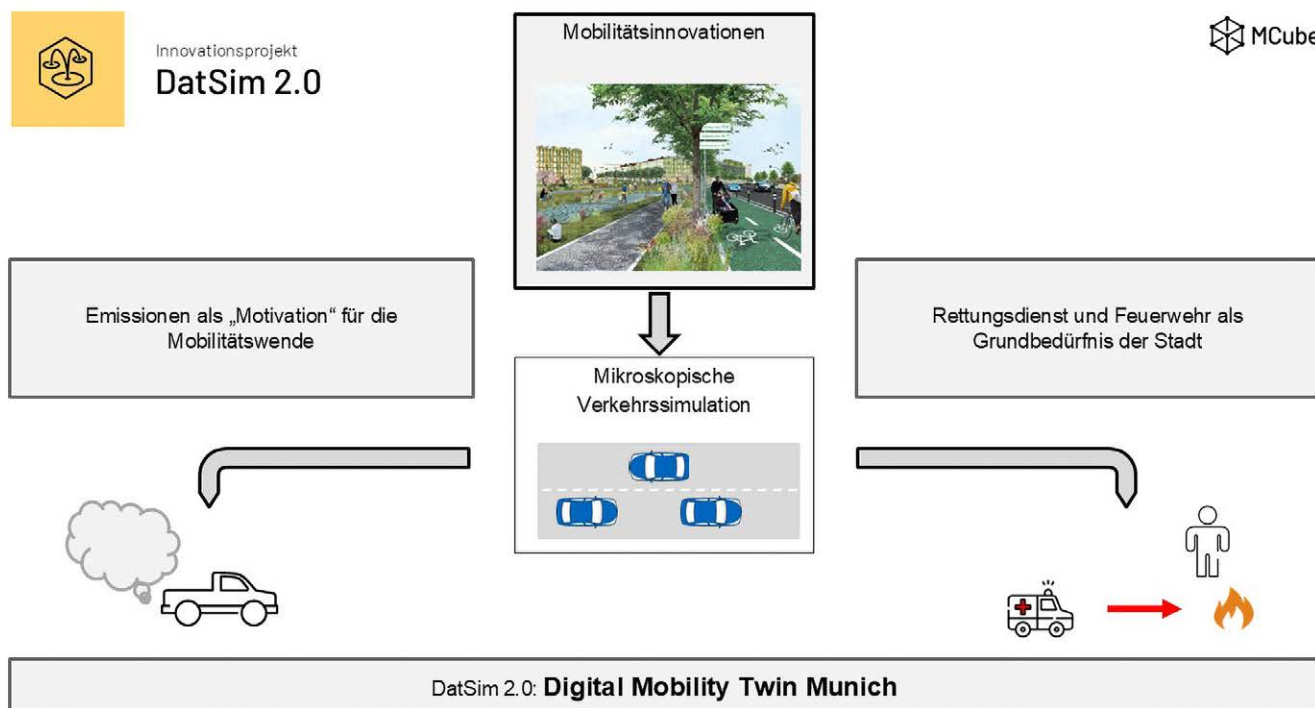


Abb. 14: Vision zum Projekt DatSim im MCube-Cluster

Literatur

- CUT (2025): <https://www.connectedurbantwins.de/wissenstransfer/cut-akademie/din-spec-91607-urbane-digitale-zwillinge-fur-stadte-und-kommunen/>, letzter Zugriff 06/2026.
- CUT (2026): <https://www.connectedurbantwins.de/>, letzter Zugriff 04/2026.
- DIN e. V. (2024): <https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91607/384414386>, letzter Zugriff 04/2026.
- EuGH (2021a), Urteil: <https://curia.europa.eu/juris/documents.jsf?num=C-635/18>, letzter Zugriff 06/2026.
- EuGH (2021b), Pressemitteilung: <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2021-06/cp210094de.pdf>, letzter Zugriff 06/2021.
- Europäische Kommission (2019): Smarter Together Project Review Report, unveröffentlicht.
- Kanna, K., Kolbe, T. (2025): Advanced User Interaction with Urban Digital Twins using Large Language Models: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-G-2025-469-2025>.
- Landeshauptstadt München (2018a): <https://risi.muenchen.de/risi-sitzungsvorlage/detail/4902501>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2018b): Vorhabensbeschreibung zum Förderantrag »Digitaler Zwilling der Landeshauptstadt München zur Verbesserung der raumbezogenen Datenbasis für die Belange verkehrsplanerischer und -steuernder Maßnahmen mit dem übergeordneten Ziel der Luftreinhaltung (DZ-M)«, unveröffentlicht.
- Landeshauptstadt München (2020a): <https://risi.muenchen.de/risi-sitzungsvorlage/detail/6249820>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2020b): <https://risi.muenchen.de/risi-sitzungsvorlage/detail/6295937>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2022a): <https://risi.muenchen.de/risi-sitzungsvorlage/detail/7354286>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2022b): <https://risi.muenchen.de/risi-sitzungsvorlage/detail/7214667>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2026a): <https://muenchen.digital/twin/>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2026b): <https://stadt.muenchen.de/infos/smartertogether.html>, letzter Zugriff 04/2026.

- Landeshauptstadt München (2026c): <https://muenchen.digital/projekte/digitaler-zwilling/Foerderprojekt-Digitaler-Zwilling-de.html>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2026d): <https://ascend-muenchen.de/>, letzter Zugriff 04/2026.
- Landeshauptstadt München (2026e): https://geoportal.muenchen.de/portal/ascend_harthof/, letzter Zugriff 04/2026.
- Mohl, M. (2017): Re: Über den Knowledge Carrier hinaus, unveröffentlicht.
- Münchner Cluster für die Zukunft der Mobilität in Metropolregionen (MCube) (2026): <https://mcube-cluster.de/>, letzter Zugriff 04/2026.

Kontakt

Markus Mohl
Landeshauptstadt München, Kommunalreferat – GeodatenService
Dennisstraße 2, 80335 München
digitaler.zwilling@muenchen.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter <https://geodaesie.info>.