

Gemeinsamer Schlussbericht der Projektpartner

Forschungsvorhaben: VLUID – Verkehrslösungen für komplexe Umbauszenarien auf der Grundlage intelligenter Datenauswertung

Förderkennzeichen: 01F2188

Gefördert durch: Bundesministerium für Digitales und Verkehr (vorher BMVI)

Verbundkoordinator und Projektpartner: Stadt Wetzlar, Ernst – Leitz – Str. 30, 35578 Wetzlar
Projektleiterin: Dipl. -Geogr. Bärbel Demuth
Kontakt: baerbel.demuth@wetzlar.de
Förderkennzeichen: 01F2188A

Weitere Projektpartner: Wetzlarer Verkehrsbetriebe GmbH (WVB)
Siegund-Hiepe-Str. 24-26, 35578 Wetzlar
Projektleiter: Manfred Thielman, Förderkennzeichen:01F2188B

Urban Institute [ui!], Zwickauer Str. 223a, 09116 Chemnitz
Projektleiter: Dipl -Ing. Jürgen Mück,
Förderkennzeichen: 01F2188C

Technische Hochschule Mittelhessen (THM),
Wiesenstr. 14, 35578 Gießen
Projektleiter: Prof. Nils Madeja,
Förderkennzeichen: 01F2188D

Hessen Mobil, Wilhelmstr. 10, 65185 Wiesbaden
Projektleiter: Dipl. -Ing. Harald Wilke,
Förderkennzeichen: 01F2188F

Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2021 – 31.03.2025

Berichtsort und Datum: Wetzlar, 30.06.2025

Gefördert durch:



Inhaltsverzeichnis

1 Kurzdarstellung	3
1.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung	3
1.2 Voraussetzungen, unter welchen das Vorhaben durchgeführt wurde	5
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	6
1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	7
1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	9
2 Eingehende Darstellungen	10
2.1 Erzielte Ergebnisse.....	10
2.1.1 AP 100 Strategie und Grundkonzeption.....	10
2.1.2 AP 200 Erschließung Datenquellen, Datensammlung	12
2.1.3 AP 300 Lösungsansätze für ein Baustellen-begleitendes Verkehrsmanagement.....	16
2.1.4 AP 400 Umsetzung der Prototypen, Testbetrieb und Nachjustierung.....	18
2.1.4.1 Konzept zum Test von Messsensoren und LED-Anzeigen	18
2.1.4.2 Datalabs	21
2.1.4.3 Fusion von Visum und FCD	22
2.1.4.4 Maßnahmen im ÖPNV.....	28
2.1.4.5 Kommunikationskonzept.....	32
2.1.5 AP 500 Evaluierung.....	37
3 AP 600 Verwertung und Veröffentlichung der Projektergebnisse.....	39
4 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	40
5 Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens	41

1 Kurzdarstellung

1.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung



Abb. 1: ca. 50.000 Kfz nutzen täglich die Hochstraße der B 49 in Wetzlar, Copyright: Hessen Mobil

Die Stadt Wetzlar ist ein Verkehrsknotenpunkt in Mittelhessen. Als wichtiges Kultur-, Industrie- und Handelszentrum ist die Hochschulstadt eines der zehn hessischen Oberzentren. Sie beherbergt optische, feinmechanische, elektrotechnische und stahlverarbeitende Industrie und bildet neben Gießen einen der beiden Kerne des mittelhessischen Verdichtungsraums, in dem etwa 200 .000 Menschen leben. Hinzu kommt die Lage am Zusammenfluss von Dill und Lahn: Die Flusstäler bündeln die Verkehrsströme aus Norden (Ruhrgebiet, Siegen), Osten (Gießen, Fulda und Kassel) und Westen (Limburg, Koblenz). Die Wetterau schafft die Verbindung nach Süden (Friedberg, Bad Homburg und Frankfurt).

Für den regionalen und überregionalen Verkehr hat die Hochstraße der B 49 in Wetzlar eine besondere Bedeutung: Auf ihr fahren täglich 50 .000 Fahrzeuge quer durch die 56.000-Einwohner-Stadt.

Ab 2028 stehen rund um diese bedeutende West-Ost-Verkehrsachse Straßen-Großbaustellen an. Denn die Nutzungsdauer der Hochstraße ist bis spätestens 2035 erreicht. Ihr Abbruch und ihre Verlegung werden zu massiven Einschränkungen für den Kfz-Verkehr und den Stadtbusbetrieb in Wetzlar führen.

Das Land Hessen und die Stadt Wetzlar wollen die negativen Effekte der Großbaustellen bestmöglich eindämmen. Doch konventionelle Verkehrsplanungsinstrumente stoßen hier an ihre Grenzen: Topologie und Komplexität der Baustellenphasen limitieren die Möglichkeiten der vorhandenen Steuerungssysteme Überlastungen und Störungen zu erfassen und die verkehrlichen Auswirkungen abzumildern. Deshalb wurde 2021 das mFUND-Projekt VLUID (Verkehrslösungen für komplexe Umbauszenarien auf der Grundlage Intelligenter Datenauswertung) ins Leben gerufen.

Ziele von VLUID waren Stau im Rahmen von Straßengroßbaumaßnahmen zu verringern und damit die Lebensqualität in Wetzlar, auch in Zeiten von Großbaumaßnahmen aufrecht zu erhalten. Das reguläre Verkehrsmanagement für lang andauernde, große Straßenbaumaßnahmen im städtischen Raum Wetzlars durchläuft eine digitale Transformation.

Konkret ging es bei VLUID darum, verschiedene vorhandene und neue Datenquellen für die Verkehrsarten Kfz, ÖPNV, Fuß- und Radverkehr in einem kommunalen Datenraum zu vernetzen und für die Verkehrsplanung nutzbar zu machen. Dies ermöglichte es, über die konventionellen Planungsinstrumente hinaus neue Steuerungselemente zu entwickeln, um den Verkehr rund um große Straßenbauprojekte besser planen und steuern zu können.

Für die Umsetzung von VLUID war ein Projektkonsortium verantwortlich. Dessen Kern bildeten drei lokale oder regionale Projektpartner, die für die Abwicklung des Verkehrs in und um Wetzlar zuständig sind:

STADT WETZLAR



Die Stadt Wetzlar ist für die Gesamtheit der Mobilität in Wetzlar zuständig. Sie leitete und koordinierte das Projekt VLUID. Zu ihren Aufgaben zählten insbesondere die Projektplanung und -dokumentation, die Fortschrittskontrolle der Arbeitspakete, die Öffentlichkeitsarbeit sowie die Moderation der Jours fixes des Konsortiums. Ihr inhaltlicher Schwerpunkt war der städtische Kfz-Verkehr. Die Stadt erarbeitete unter anderem Anforderungen an die Lösungsansätze für ein datengestütztes Verkehrsmanagement bei Großbaustellen, arbeitete die Ansätze aus, erprobte und bewertete sie. Zudem konzipierte sie die Anwendung der Lösungen auf die nachfolgenden Baustellenphasen. Für das Projekt stellte sie außerdem wichtige Verkehrsdaten bereit und kümmerte sich um die Beschaffung im Projekt. Weiterhin verantwortete sie die Erstellung und Umsetzung eines Kommunikationskonzepts im Hinblick auf Straßenbaumaßnahmen, Verkehrsbehinderungen und Umleitungen.



Die Werner Gimmler Wetzlarer Verkehrsbetriebe und Reisebüro GmbH (im Folgenden Wetzlarer Verkehrsbetriebe genannt) betreiben den Stadtbusverkehr in Wetzlar. Die Wetzlarer Verkehrsbetriebe brachten alle Aspekte des ÖPNV in das Projekt ein: von der optimierten Anpassung des Busbetriebs bis zur Ansprache und Unterstützung der Fahrgäste während der Baustellenphasen.



Hessen Mobil verantwortet alle Belange des übergeordneten Straßenverkehrs in und um die Stadt Wetzlar (Bundesstraßen, Landesstraßen und Kreisstraßen außerhalb der Ortsdurchfahrt). Insbesondere ist Hessen Mobil Baulastträger für alle Maßnahmen rund um die B 49 in Wetzlar, die die Geschicke der Stadt in den nächsten Jahren maßgeblich prägen werden. Hessen Mobil stellte im Projekt essenzielle Verkehrsdaten bereit (insbesondere für/über die Mobiltheke, zentrale Verkehrsmanagementeinrichtungen,

Echtzeitdaten von Lichtsignalanlagen, Baustellenmanagement), trug aber auch zu den Lösungsansätzen im übergeordneten Straßennetz bei und verantwortete dort die Umsetzung prototypischer Lösungen.

Um den Kern des Projektkonsortiums herum brachten das Smart City-Unternehmen [ui!], die Technische Hochschule Mittelhessen (THM) sowie das Verkehrsplanungsbüro Schlothauer & Wauer spezifische, sich ergänzende Fähigkeiten und Technologien in das Projekt ein:



Urban Software Institute

[ui!] übernahm bei VLUID die Entwicklung des Datenraums Mobilität Wetzlar und die dafür erforderliche Anbindung von Datenquellen und -systemen in einer offenen urbanen Datenplattform. Weiterhin war [ui!] an der Erarbeitung des Katalogs aus Lösungsansätzen beteiligt und entwickelte datenbasierte Modelle zur verkehrlichen Evaluierung dieser

Ansätze. Ferner kümmerte sich [ui!] um die Umsetzung und Erprobung von Prototypen ausgewählter Lösungsbausteine sowie um die Erarbeitung datenbasierter, unterstützender Werkzeuge für die Verkehrsplanung.



TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN

Die Technische Hochschule Mittelhessen (THM) verantwortete die wissenschaftliche Begleitung von VLUID, mit Schwerpunkt auf Anforderungserhebung, Systemanalyse und Evaluierung der Lösungsansätze. Weiterhin unterstützte die THM methodisch, beispielsweise beim Projektmanagement und bei der Stakeholderanalyse. Sie brachte Expertise im Bereich der digitalen Geschäftsmodelle, der bürgerzentrierten Software-entwicklung und der Technologieakzeptanz ein.



Ingenieurgesellschaft für Straßenverkehr mbH

Schlothauer & Wauer übernahm im Auftrag der Stadt Wetzlar die verkehrsplanerischen Aufgaben im Rahmen von VLUID. Dies umfasste insbesondere makroskopische Simulationen des Verkehrsgeschehens mit dem Programmsystem PTV Visum sowie das Generieren von Fahrtenmatrizen aus Floating Car Data (FCD) für das Verkehrsmodell. Die Basis der Modellrechnungen bildet ein Verkehrsmodell des Landes Hessen – genauer gesagt eine mit diesem Modell im Auftrag von Hessen Mobil berechnete Verkehrsuntersuchung für den Raum Wetzlar.

1.2 Voraussetzungen, unter welchen das Vorhaben durchgeführt wurde

VLUID profitierte von der bereits für die Stadt Wetzlar eingerichteten offenen urbanen Plattform cosma21 des hessischen IT-Dienstleisters ekom21, welche als eine wichtige Grundlage für das Projekt VLUID zur Verfügung stand. Die cosma21-Plattform basiert auf dem Produkt [ui!] UrbanPulse des Projektpartners [ui!]. Innerhalb der cosma21-Plattform wurde ein Mandant eingerichtet, der dem Forschungsprojekt VLUID für alle Arbeiten zur Verfügung stand.

Auf inhaltlicher Ebene war in diesem Zusammenhang günstig, dass die Plattform cosma21 Teil des Projekts „Digitales Straßenbaustellenmanagement“ war, das vom Hessischen Ministerium für Digitale Strategie und Entwicklung im Rahmen des Förderprogramms „Starke Heimat Hessen“ gefördert wurde. Dadurch konnten das mFUND-Forschungsprojekt VLUID

und das Förderprojekt des Digitalministeriums inhaltliche Synergien im Bereich der Baustellendaten nutzen.

Außerdem wurden die bisherigen organisatorischen und kommunikativen Abläufe im Rahmen des Verkehrsmanagements bei (Groß-) Baumaßnahmen in Wetzlar einer Bestandsaufnahme unterzogen: Da es regelmäßige Austauschtreffen zu Baustellenthemen gibt, wurde die Kommunikation zwischen den Verkehrsfachämtern der Stadt Wetzlar, den Wetzlarer Verkehrsbetrieben und Hessen Mobil als gut bewertet. Bürgerinnen und Bürger bemängeln dagegen häufig, dass die Außenkommunikation über Baumaßnahmen und Umleitungen unzureichend, zu spät oder zu unverständlich erfolgt. Zudem kommt es im Umfeld von Baumaßnahmen häufig zu Verkehrschaos, weil der Verkehr den ausgeschilderten Umleitungen nicht folgt.

Neben technischen Tools für Verkehrsanalyse und Verkehrsplanung spielte bei VLUID deshalb auch die Entwicklung zusätzlicher Kommunikationsmaßnahmen eine wichtige Rolle. Sie sollen das herkömmliche Verkehrsmanagement im Rahmen von Großbaumaßnahmen unterstützen.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

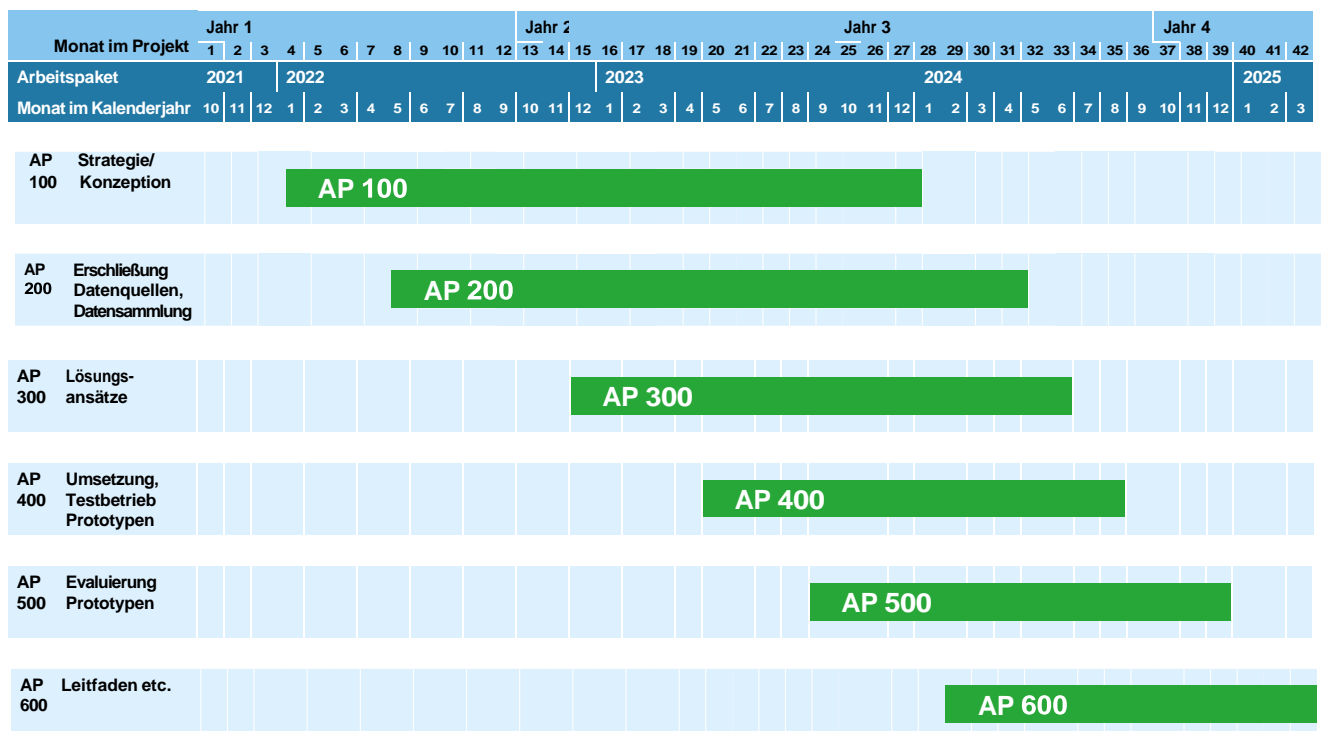


Abb. 2: Projektplan des Projektes VLUID

Die Vorbereitungen für das VLUID-Projekt erfolgten etwa ab Frühjahr 2021, zuerst in Form einer Beratung durch die ekom21, dem kommunalen IT-Dienstleistungsunternehmen in Hessen und anschließend durch die entsprechende Vorhabenbeschreibung u. a. mit der detaillierten Arbeits- und Zeitplanung. Demnach wurde das Vorhaben in sechs Arbeitspakete (siehe Abb 2) über eine Laufzeit von insgesamt 36 Monaten geplant. Das Projekt begann am 01.10.2021 und sollte ursprünglich am 30.09.2024 enden. Da u. a. bei den meisten Partnern

die Projektmitarbeiter erst zwischen Januar und April 2024 eingestellt werden konnten und die Beschaffung der benötigten Komponenten für die Umsetzung der Prototypen zeitlich sehr aufwendig war, musste eine sechsmonatige Laufzeitverlängerung beantragt werden, sodass die Projektlaufzeit am 31.03.2025 endete. Daher wird im Zeitplan (Abb. 2) das neue Projektende bereits berücksichtigt.

Am Anfang des Projektes stand die Erarbeitung konzeptioneller und strategischer Grundlagen – etwa ein gemeinsames Verständnis der Projektziele und ein Bild des Ist-Zustands beim Straßenbaustellen-management (AP 100). Anschließend konnte damit begonnen werden, die relevanten Verkehrsdatenquellen der Stadt Wetzlar und von Hessen Mobil für die urbane Datenplattform zu erschließen (AP 200). Daraufhin wurde ein Katalog mit Lösungsansätzen – also Prototypen – für die Verkehrsanalyse, -planung und -lenkung sowie für die Verbreitung von Baustellen- und Verkehrsinformationen entworfen (AP 300). Nach dem Testbetrieb dieser ausgewählten Prototypen (AP 400) wurden die Ergebnisse evaluiert und ein aktualisierter Lösungskatalog erstellt (AP 500). Die Erkenntnisse aus VLUID wurden abschließend im vorliegenden Leitfaden für andere Kommunen aufbereitet (AP 600).

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Ein wesentliches Ziel des Projekts war die Zusammenführung bisher getrennter Disziplinen und Einrichtungen und die übergreifende Erschließung und Nutzbarmachung von Daten, mit dem Ziel, neue Möglichkeiten für ein Baustellenbegleitendes Verkehrsmanagement zu entwickeln und zu erproben. Nachfolgend damalige Einschätzung zum Stand von Wissenschaft und Technik in den wichtigsten Innovationsfeldern:

- Erschließung von LSA-Daten in offenen Smart-City Plattformen: Die Entwicklung eines Konzepts zur zuständigkeitsübergreifenden Bereitstellung von LSA-Daten war Gegenstand des mFUND-Projekts EdEL (siehe nachfolgend in diesem Kapitel); die Umsetzung des Konzepts erfolgt im Moment im mFUND-Projekt MobilityDataSpace (siehe ebenfalls nachfolgend). Aktuelle Entwicklungen der Initiative GAIA-X werden aufgegriffen werden.
- Datenraum Mobilität: Prototypische Komponenten für einen „Datenraum Mobilität“ auf Basis des International Data Space werden zur Zeit im mFUND-Projekte MobilityDataSpace entwickelt und sollten bis März 2021 in verschiedenen Demonstrations-Use Cases erprobt und evaluiert werden. Die Use cases zielten vor allem auf die Erprobung und Evaluierung der Konzepte und entwickelten Komponenten. Die spezifische Einrichtung eines solchen Datenraums für eine Stadt / Region und der prototypische Betrieb mit Evaluierung wichtige Features standen bisher aus und sollten in diesem Projekt geleistet werden.
- Verkehrsmodelle und FCD-Daten: Die Verknüpfung von verkehrsplanerischen Modellen mit FCD-Daten (Floating Car Data) war im Moment zum Beispiel Gegenstand des mFUND-Projekts SENSARE. Dort wurden zum Beispiel Tages-Nachfragematrizen über FCD-Daten in Stunden-matrizen aufgelöst und für verschiedene Fragestellungen im Bereich des Katastrophenschutzes bei Überschwemmungen angewendet. Diese Ansätze basieren auf der Annahme eines über Jahre nur langsam veränderlichen Straßennetzes, während die Weiterentwicklung in VLUID insbesondere verhältnismäßig volatile Netzvariationen mit entsprechend variablen Verkehrsströmen und teilweise nicht-aktualisierten Netz-informationen adressieren muss. Unabhängig davon gibt es inzwischen natürlich Produkte im Verkehrsmanagement, die planerische Modelle mit

Hilfe von Live-Daten „augmentieren“, von PTV beispielsweise PTV Optima. Teilweise schließt diese Erweiterung auch noch die mikroskopische Simulation für Szenarienmanagement ein. Ziel in VLUID war es in Abgrenzung dazu, temporäre, „leichtgewichtige“ Ansätze durch die Kombination mit einem typischen „Analytics Stack“, einer Sammlung von Open Source Tools, zu finden, die vorhandene Daten und Modelle der Gemeinden bzw. Organisationen nutzen und temporär um Live-Funktionalitäten für baustellenspezifische Fragestellungen ergänzen soll.

- Verkehrslage: Die Berechnung von Reisezeiten und die Erkennung von Störungen aus FCD-Daten ist seit längerem Stand der Technik und wird z.B. von INRIX und TomTom über entsprechende Produkte vermarktet. Der Ansatz in VLUID basiert allerdings auf der Fusion von FCD-Daten mit hochaufgelösten (Sekunden) Daten aus Verkehrsrechnersystemen, um die LSA-spezifischen Bewegungsmuster für die Verkehrslage-Schätzung zu nutzen. Vorarbeiten hierzu gibt es beispielsweise von Siemens / VMZ Berlin in Berlin¹, wobei hierfür spezielle (Strategische) Messquerschnitte eingerichtet und nur aggregierte Detektordaten verwendet werden. Die in VLUID als wesentlicher Stand der Technik angesehenen Arbeiten liegen im Projekt KIBO-NUM vor, wo an der Fusionierung von FCD-Trajektorien mit LSA-Signal- und Detektordaten gearbeitet wurde (www.kibo-num.de).
- Gesamtansatz der Digitalisierung, als Ergänzung zu vorhandenen Lösungen: Im Bereich der Bewertung von Baumaßnahmen (oder von Varianten) und der mittelfristigen Weiterentwicklung von Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsplänen sind eine Reihe etablierter Verfahren bekannt. Beispielsweise gibt es Methoden zur Bewertung von Kosten und Nutzen von Infrastrukturmaßnahmen, die die Bewertungen bereitstellen, auf deren Basis die Politik über Durchführung von Maßnahmen entscheiden kann. Eine besondere Klasse von Studien sind Verkehrsentwicklungs- oder Mobilitätspläne. Natürlich werden auch in Wetzlar (außerhalb von VLUID) geeignete Untersuchungsformate im Verkehrsbereich in Vorbereitung und begleitend zu den Baumaßnahmen durchgeführt. Die in VLUID angestrebten Innovationen zielten auf die Kombination von Elementen solcher Formate mit neuen, datengetriebenen Werkzeugen aus dem Digitalisierungskontext, um neue Ansätze zur Entscheidungsfindung und zur verbesserten Verkehrsbeeinflussung im hoch-dynamischen Kontext der Baustellenphasen zu entwickeln, erproben und evaluieren. Hierfür sind uns keine geeigneten Referenzen bekannt.

Im Bereich des Verkehrsmanagements für besondere Ereignisse können hier RainAhead² und EVUS³ genannt werden, insbesondere deren Ansätze zur Erfassung von Beeinträchtigung im Netz und die Reaktionsmöglichkeiten für Einsatzverkehre und generell im Verkehrsmanagement. Aufbauend auf der Modellierung der Netzeinschränkungen wurden

¹ z.B. Lange, Jörg: Praktische Nutzung von FCD zur Qualitätsbewertung von Verkehrsabläufen. Vortrag auf der Sitzung des Arbeitsausschusses "AA 3.3 Verkehrsbeeinflussung innerorts" der FGSV am 13. und 14. März 2018 in Köln

² RainAhead (2016): Integriertes Planungs- und Warnungstool für Starkregen in urbanen Räumen. Schlussbericht hydro & meteo GmbH & Co. KG Lübeck (und andere); http://www.rainahead.de/bilder/RainAhead_Schlussbericht_web.pdf (zuletzt besucht am 20.06.2018)

³ EVUS (2018): Echtzeitvorhersage für urbane Sturzfluten und damit verbundene Wasserkontamination. Projektvorstellung: <https://www.pluvialfloods.uni-hannover.de/682.html?&L=0> (zuletzt besucht am 20.06.2018)

ortsbezogene Planungs- und Warnwerkzeuge entwickelt, u.a. mit dem Ziel ein Feuerwehr-Warnsystem für frühzeitige, ortsspezifische Überflutungs-warnungen zu implementieren.

Bezug und Abgrenzung zu bisherigen Forschungsarbeiten

Das Forschungsprojekt baute unter anderem auf anderen mFUND-Projekten auf, die sich mit Datenerschließung und Datenplattformen oder spezifischen Fragen des übergeordneten Verkehrsmanagements beschäftigten, immer mit Partnern aus dem aktuellen Konsortium:

- EdEL (abgeschlossen): Erschließung von Lichtsignalanlagen des Landes
- Vorstudie-MDM-MDS (abgeschlossen): Optionen zur Weiterentwicklung des MDM auf Basis von Konzepten des IDS
- HERCULES (abgeschlossen): Dienste für die Optimierung der Fahrten von Großraum- und Schwertransporten bei der Fahrt durch städtische Straßennetze
- SENSARE: Aufbauend auf einem Ansatz zur Verschmelzung von hydrologischen Modellen, einem Visum-Umlegungsmodell und historischen FCD-Daten wurden dynamische Einsatzpläne für Einsatzkräfte und Öffentlichen Nahverkehr für Starkregenfälle mit großflächigen Überflutungen entwickelt und um die Schätzung von Reisezeiten aus Echtzeit-FCD-Daten ergänzt.
- MobilityDataSpace: Initiierung der Entwicklung des Mobility Data Space, Demonstration in verschiedenen Szenarien

Die Integration von Floating-Car-Daten (FCD) und Daten des Verkehrsmanagements in Modelle der Verkehrsplanung griff Vorarbeiten des vom bayerischen Wirtschaftsministerium geförderten Projekts KIBO-NUM auf (kibo-num.de).

Mit Blick auf das Verkehrsmanagement stellte sich für VLUID, die Unterstützung vorhandener Verkehrsmanagementsysteme und Verkehrsplanungswerkzeuge durch neuartige KI-basierte Methoden und Datenbasierte Services zur Bewältigung massiver, langandauernder baustellenbedingter Verkehrsstörungen als Alleinstellungsmerkmal dar, für die es nach unserer Kenntnis bis zum Abschluss des Projektes VLUID keinen Präzedenzfall gab.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Über die Bürgerbeteiligungen hinaus (s. AP 100 und AP 500) wurden Interviews mit Vertretern von neun strategisch wichtigen Unternehmen aus Wetzlar geführt. Darunter internationale Unternehmen wie Bosch und IKEA. Ziel war es, herauszufinden, inwiefern die Unternehmen ihrer Einschätzung nach von der Großbaustelle beeinflusst werden und welche Bedürfnisse sie in diesem Zusammenhang haben (s. Kapitel 2.1.1).

Nutzung der Angebote der bis 2024 zuständigen Begleitforschungseinrichtung iRights.Lab wie z. B. Beitrag VLUID für den Workshop „Die Wirkung von datengetriebenen Mobilitätsprojekten steigern – How-to und praktische Anwendung der Wirkungsorientierung - mFUND-Projekte erläutern, wie sie die Wirkungsmessung einsetzen“ (2022).

Darüber hinaus gab es eine Reihe von Gesprächen mit möglichen Datenlieferanten und Experten für Verkehrsdaten und Verkehrsplanung, wie Yunex Traffic, Mobileye, Mercedes, Continental und Inrix.

2 Eingehende Darstellungen

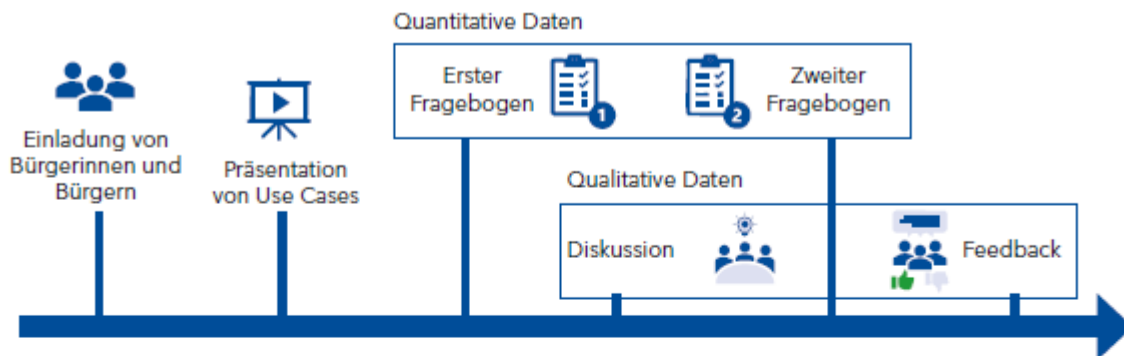
2.1 Erzielte Ergebnisse

2.1.1 AP 100 Strategie und Grundkonzeption

Meilenstein AP 100: Ein gemeinsames Verständnis von Zielen und Vorgehen im Projekt, eine Bestandsaufnahme und eine Sammlung erster Lösungsideen unter Einbeziehung von Bürgern und betroffenen Unternehmen.

Die erste Herausforderung im Projekt VLUID bestand darin, innerhalb des interdisziplinären Projektkonsortiums ein gemeinsames Verständnis für das komplexe, technische Projekt

Partizipatives Vorgehen für bedarfsgerechte Lösungen



Arten von Informationen und Funktionalitäten			
Informationen (statisch) Verortung von Parkplätzen Überblick über alle Baustellen Lösung, die alle Modalitäten berücksichtigt	Informationen (dynamisch) Abfahrzeiten der Busse Anzahl und Verortung von verfügbaren Parkplätzen Stauinformationen Busauslastung	Empfehlungen (dynamisch) Alternative Transportmittel Empfehlungen für alternative Routen Vergleich von Reisezeiten und Routen	Unterstützende Funktionalitäten Personalisierung Integration in andere Apps Push-Mitteilungen Filter für präferiertes Verkehrsmittel

Abb. 3: Ablauf und Ergebnisse der Fokusgruppen

aufzubauen. Zumal bei VLUID, im Gegensatz zu vielen anderen Projekten des mFUND, zu Beginn noch nicht konkret feststand, was in seinem Rahmen entwickelt werden sollte. Im ersten Arbeitspaket „Strategie und Grundkonzeption“ (AP 100) verständigten sich daher die beteiligten Fachleute aus Wirtschaftswissenschaft, Verkehrsingenieurwesen, Verkehrsgeografie und dem Bereich ÖPNV auf die Ziele und das Vorgehen im Projekt. Hieran knüpfte die Anpassung des Projekt- und Zeitplans an.

Ferner erfolgte in AP 100 eine Bestandsaufnahme der Abläufe bei der Verkehrsplanung im Rahmen von Straßen-Großbaumaßnahmen sowie des Ist-Zustands im Bereich Verkehrssensoren. Schließlich wurden in AP 100 erste Lösungsideen gesammelt, um das herkömmliche Straßenbaustellenmanagement zu unterstützen: Das Ergebnis waren Ideen-Steckbriefe von 17 digitalen und weiteren technischen und nicht technischen Maßnahmen

sowie ein Anforderungsprofil, das Bevölkerung und Unternehmen an mögliche Lösungen stellen. Die Ideensammlung wurde in den folgenden Arbeitspaketen weiter verfeinert.

Denkbare Lösungsideen wurden in verschiedenen Fach-Workshops mit Brainstorming-Methoden eruiert. Ergebnis dieser Workshops waren die Maßnahmensteckbriefe (Ideensammlung) in der obigen Tabelle. Um Ideen zu entwickeln, die zu den Anforderungen der Verkehrsteilnehmenden und der Unternehmen in Wetzlar passen, wurden diese bereits früh in den Entwicklungsprozess einbezogen. Eine Stakeholderanalyse half dabei, passende Partizipationsformate abzuleiten: Verkehrsteilnehmende wurden in einer Fokusgruppenstudie beteiligt, die Perspektive der Unternehmensseite wurde in Experteninterviews aufgenommen.

An der **Fokusgruppenstudie** haben 37 Menschen im Alter zwischen 16 und 74 Jahren teilgenommen, die in der Stadt Wetzlar oder der Umgebung leben (65 % männlich, 35 % weiblich; primäres Verkehrsmittel: 59 % Auto, 8 % ÖPNV, 22 % Fahrrad, 11 % zu Fuß). Insgesamt wurden sieben Fokusgruppen-Workshops mit jeweils fünf bis acht Teilnehmenden organisiert.

Zunächst wurden mögliche Maßnahmen leicht verständlich vorgestellt. Anschließend sollten die Fokusgruppen herausarbeiten, welche Anforderungen sie an datengestützte Lösungen für den Verkehr stellen. Um welche Maßnahmen es sich dabei handeln soll, wurde nicht vorgegeben. Anschließend sollten die Gruppen sich darauf einigen, welche ihrer Anforderungen sie für notwendig („Muss“-Anforderungen) und welche sie für optional („Kann“-Anforderungen) erachten.

In den sieben Workshops wurden insgesamt 404 Anforderungen erhoben. Gleiche oder ähnliche Anforderungen wurden bei der Auswertung zusammengefasst. Aus dieser Analyse ergab sich eine Liste mit den 19 wichtigsten Anforderungen der Verkehrsteilnehmenden (siehe Abb. 4). Die Spalten „Muss“ und „Kann“ zeigen dabei, wie viele Gruppen die jeweilige Anforderung entsprechend klassifiziert haben.

Die wichtigsten Anforderungen aus den Fokusgruppen-Workshops

Anforderungen der Bürger*Innen	Muss	Kann
Parkplatz-Verortung	5	1
Überblick über alle Baustellen	4	2
Lösung für alle Verkehrsmittel	7	0
Abfahrtszeiten von Bussen	7	0
Anzeige der Busbelegung	4	1
Anzahl und Verfügbarkeit von Parkplätzen	4	3
Stauinformationen	5	0
Anzeige alternativer Verkehrsmittel	7	0
Empfehlungen für alternative Routen	5	0
Vergleich von Fahrzeiten auf verschiedenen Routen	5	0
Personalisierung	5	2
Push-Mitteilungen	4	3
Filter für Verkehrsmittel	4	1
Mobile Nutzung/App	7	0
Desktop Version	5	0
Integration in andere Services oder Apps	4	3
Aktuelle und korrekte Daten	7	0
Barrierefreiheit	5	0
Intuitives User-Interface	4	1

Abb. 4: Anforderungen aus Fokusgruppen

Der Ansatz, Verkehrsteilnehmende direkt in das Projekt einzubeziehen, wurde von den Teilnehmenden der Fokusgruppen positiv aufgenommen.

In **Experteninterviews** hat das Projektteam mit neun strategisch wichtigen Unternehmen aus Wetzlar gesprochen. Ziel war es, herauszufinden, inwiefern die Unternehmen ihrer Einschätzung nach von der Großbaustelle beeinflusst werden und welche Bedürfnisse sie in diesem Zusammenhang haben.

In semistrukturierten Interviews von jeweils etwa einer bis eineinhalb Stunden Länge wurden folgende Themen adressiert: Logistik allgemein, Baustellen in der Stadt, Individual- und Mitarbeiterverkehr, das Projekt VLUID, die gemeinsame Nutzung von Daten und die Rolle der Unternehmen im gesamten Ökosystem Stadt. Eine wertvolle Erkenntnis war, dass Unternehmen Staus als besonders nachteilig erachten, da verspätete Mitarbeitende die Produktionslinien negativ beeinflussten. Außerdem befürchteten die Unternehmen, dass ihr Standortvorteil durch die Großbaumaßnahme B 49 verloren geht. Die Rettungssicherheit bei Notfällen und die beeinträchtigte Lebensqualität der Mitarbeitenden durch die Baustelle, etwa aufgrund von Stress, waren weitere Themen. Insgesamt war den Unternehmen eine frühzeitige Kommunikation der geplanten Maßnahmen sehr wichtig, damit sie sich auf deren Konsequenzen einstellen können.

2.1.2 AP 200 Erschließung Datenquellen, Datensammlung

Meilenstein AP 200: Inbetriebnahme einer urbanen Datenplattform, die über eine Anbindung aller relevanten Systeme und neuer Datenquellen verfügt.

Einrichtung des Datenraums Mobilität Wetzlar

Ein zentrales Ziel des Projekts VLUID war die Einrichtung eines kommunalen Datenraums zur Mobilität in Wetzlar. Dessen Einrichtung widmete sich der Projektpartner [ui!] im zweiten Arbeitspaket, der „Erschließung und Integration vorhandener Datenquellen und Systeme im Datenraum Mobilität der Stadt“ (AP 200).

Ein kommunaler Datenraum ist eine digitale Infrastruktur, die es Städten und Gemeinden ermöglicht, Daten aus verschiedenen Quellen zu sammeln, zu speichern, zu verarbeiten und zu teilen. Dabei kann es sich um Daten zu unterschiedlichen städtischen Themen handeln – im Projekt VLUID geht es um Mobilitätsdaten. Der Zweck eines kommunalen Datenraums besteht darin, diese Daten effizient zu verwalten. Er bildet das Rückgrat für technologiegestützte Dienstleistungen, welche die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger verbessern, die städtische Verwaltung optimieren und eine zukunftsfähige, nachhaltige Entwicklung fördern.

Der Datenraum Mobilität Wetzlar wurde als gemeinsamer Datenraum der Stadt Wetzlar und weiterer Organisationen geschaffen, die mit der Stadt im Bereich von Verkehr und Mobilität zusammenarbeiten. Bei VLUID sind dies die Projektpartner Hessen Mobil und Wetzlarer Verkehrsbetriebe. So fließen in den Datenraum beispielsweise auch die Daten von Lichtsignalanlagen ein, die von Hessen Mobil betrieben werden, sich aber im Wetzlarer Stadtgebiet befinden und maßgeblichen Einfluss auf das städtische Verkehrsgeschehen haben.

AP 200 wurde mit der Inbetriebnahme einer urbanen Datenplattform abgeschlossen, die über eine Anbindung aller relevanten Systeme und neuer Datenquellen aus motorisiertem und nicht motorisiertem Individualverkehr, öffentlichem Verkehr und für Baustellen verfügt. Zudem wurden erste Prototypen für Demonstratoren implementiert und in Betrieb genommen.

Technische Infrastruktur: Datenplattform [ui!] UrbanPulse

Der Datenraum Mobilität Wetzlar basiert auf einer technischen Infrastruktur, die mehrere Schlüsselkomponenten umfasst: APIs und Konnektoren für die Integration und den Austausch von Daten, Datenbanken für die Speicherung und Verwaltung, Visualisierungsmöglichkeiten für die Öffentlichkeit sowie Analyse-Tools für die Fachämter.

Die im Projekt verwendete Plattform [ui!] UrbanPulse folgt der DIN SPEC 91357. Dieser Standard wurde speziell für urbane Datenplattformen entwickelt, um ihre Interoperabilität, Flexibilität und Effizienz zu verbessern. Die DIN SPEC definiert eine Referenzarchitektur sowie Erfolgsmodelle und Anforderungen für den Aufbau und die Implementierung solcher Plattformen. Ziel ist es, die Kompatibilität zwischen verschiedenen Systemen und Anbietern zu gewährleisten, was eine nahtlose Integration von Datenquellen und Anwendungsdiensten ermöglicht. Alle von der Plattform gesammelten Daten können dadurch zudem mit geringem Aufwand auch externen Systemen zur Verfügung gestellt werden.

Die Plattform bietet auch die Option, Daten mit der Mobilithek des Bundes sowie mit dem Mobility Data Space (MDS) auszutauschen. Es wurde außerdem die Grundlage geschaffen, um städtische Fachverfahren zum Baustellenmanagement zu integrieren. Details werden im Verlauf des Schlussberichts dargestellt.

Erschlossene Systeme und Datenquellen

- Folgende Systeme und Datenquellen wurden an die Plattform angebunden und auf verschiedene Weise im Projekt verwendet (willkürliche Reihenfolge):
- Floating Car Data (FCD), zur Verfügung gestellt von Projektpartner [ui!].
- 14 radarbasierte Verkehrssensoren der Firma RTB im überregionalen Straßennetz; im Rahmen des Projekts installiert durch Hessen Mobil.
- Echtzeitdaten der Lichtsignalanlagen (LSA) des Verkehrsrechnersystems der Stadt Wetzlar (SCALA-Verkehrsrechner der Firma Yunex Traffic).
- Echtzeitdaten von sechs LSA von Hessen Mobil, angebunden über einen cloudbasierten, für das Projekt eingerichteten Verkehrsrechner der Firma AVT-Stoye.
- Dynamische Belegungsdaten städtischer Parkhäuser, bereitgestellt durch die Stadt Wetzlar.
- Abfahrtszeiten des öffentlichen Nahverkehrs an 14 Haltestellen in Wetzlar, bereitgestellt über die Open-Data-Schnittstelle des Rhein- Main-Verkehrsverbunds (RMV).
- Echtzeit-Verkehrslageinformationen (FCD) für Wetzlar und Umgebung (INRIX): INRIX verwendet für die Berechnung der Verkehrsdaten ausschließlich GPS-Daten aus Fahrzeugen und mobilen Geräten. Die Geschwindigkeit wird auf der Ebene von Verkehrssegmenten gemeldet und etwa jede Minute aktualisiert, wobei Vergleiche mit typischen und freien Verkehrsströmen sowie mit deren Reisezeit enthalten sind.

Ein Teil der Datenanbindungen wurde als Teil des Arbeitspakets AP 200 realisiert, ein Teil der Arbeiten wurde im Rahmen der Prototypen (AP 400) umgesetzt. Die Einbindung weiterer Datenquellen wurde vorbereitet, konnte allerdings im Projekt nicht mehr umgesetzt werden:

- Baustellen-Genehmigungsdaten der Stadt Wetzlar, auf Grundlage des Fachverfahrens ALVA, übermittelt über das Portal civento der ekom21.
- Strategische Detektoren an städtischen Streckenabschnitten übergeordneter Bedeutung (Traffic Eye Universal (TEU) der Firma Yunex Traffic).

Ergänzend wurden im Projekt VLUID weitere Datenquellen erschlossen und bislang ohne Integration in die Plattform für Prototypen verwendet. Hierzu zählt etwa die Beschaffung von automatischen Fahrgastzählssystemen und mobilen Rad- und Fußgängerzählgeräten sowie die Lizenzierung von FCD des Anbieters TomTom, welche für die Erstellung von Quelle-Ziel-Matrizen zum Einlesen in die Verkehrsplanungssoftware PTV Visum benötigt wurden (s. Kapitel 2.1.4.3).

Vielfältige Nutzungsmöglichkeiten

Wie Stadt und Land gemeinsam von einem kommunalen Datenraum und seiner urbanen Plattform profitieren können, zeigt die im Rahmen von VLUID ermöglichte Bereitstellung von Daten an die Mobiltheke. Dabei handelt es sich um eine vom Bund eingerichtete Plattform für Mobilitätsdaten. Sie setzt Anforderungen der delegierten Verordnungen zur europäischen IVS-Richtlinie sowie des novellierten Personenbeförderungsgesetzes um. Über die Mobiltheke können Infrastrukturbetreiber (etwa Städte), Verkehrsunternehmen, Mobilitätsanbieter und andere Einrichtungen Daten veröffentlichen oder für eigene Dienste abrufen. Die Mobiltheke ermöglicht es Städten, ihre für die Öffentlichkeit relevanten Daten in einheitlichen Formaten zur Verfügung zu stellen.

Die Stadt Wetzlar nutzt ihre Datenplattform, um Daten aus den radarbasierten Verkehrssensoren von Hessen Mobil für die Mobiltheke bereitzustellen: Die Messwerte der Sensoren werden für Zwecke der gemeinsamen Verkehrsplanung mit Hessen Mobil in die urbane Plattform eingespeist. Diese wiederum liefert einen Datenstrom an die Mobiltheke.

Abb.5 zeigt, welche Datenquellen die urbane Plattform speisen und wie diese die Daten für Planung und Analyse sowie für die Öffentlichkeit nutzbar macht. [ui!] COCKPIT als Website für die Öffentlichkeit sowie die Prototypen von Fachanwendungen (Datalabs) für die Verkehrsplanung werden im Rahmen der Prototyp-Beschreibungen vorgestellt (AP 400).

Zu Redaktionsschluss des Schlussberichts werden Möglichkeiten zur Bereitstellung von Verkehrsdaten an die mobilen Vollmatrix-LED-Anzeigen geprüft. Ziel ist die Realisierung dynamischer Anzeigen in den Schildern, gespeist durch Verkehrsdaten aus der Plattform.

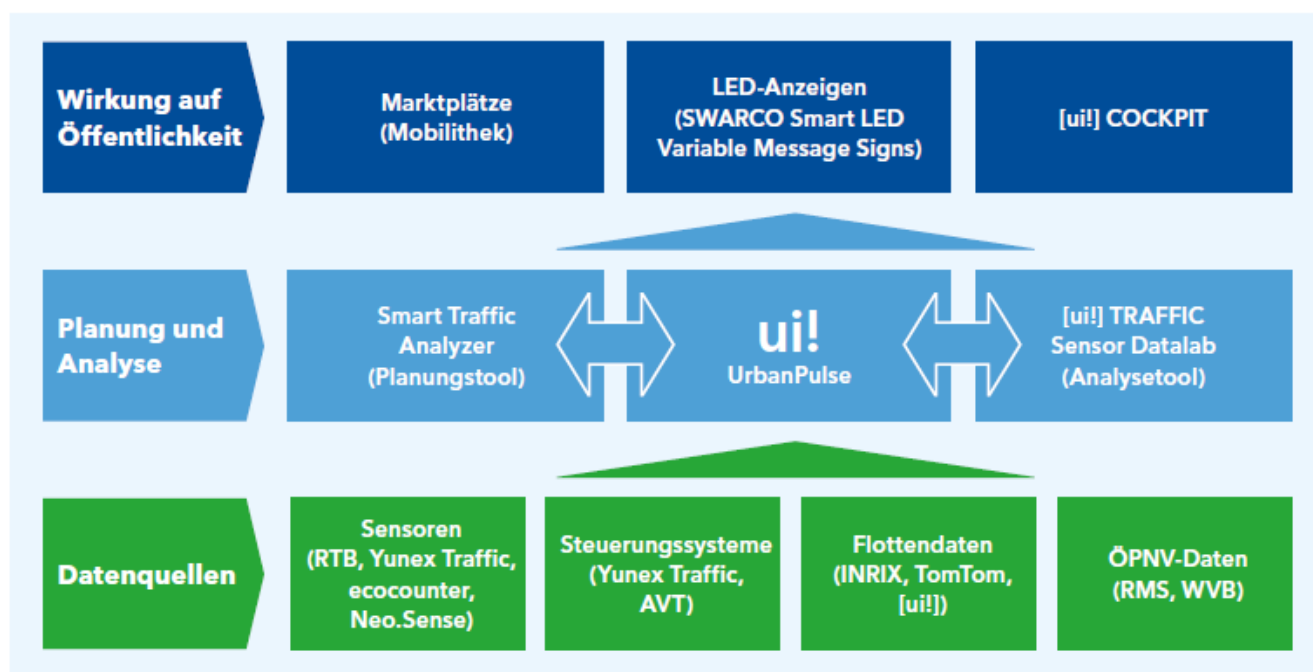


Abb. 5: Architektur der Datenplattform für die Realisierung smarter Prototypen

Im Rahmen des Arbeitspakets AP200 wurden Ansätze betrachtet, um Floating-Car-Daten des motorisierten Individualverkehrs für Fragestellungen rund um große, verkehrswirksame Baustellen zu nutzen. Die Arbeiten hatten zwei Ziele:

- Entwicklung und Erprobung KI-basierter Methoden zur grundlegenden Analyse von Verkehrsströmen sowie prototypische Bereitstellung über eine interaktive Fachanwendung ([ui!] TRAFFIC FCD Datalab, (s. Kapitel 2.1.4.2 und Abb. 9))
- Nutzung von FCD-Daten zur Unterstützung von Verkehrsplanern bei ihrer Arbeit mit Verkehrsmodellen (s. Kapitel 2.1.4.3 Visum/FCD)

Analyse von Verkehrsströmen

Floating-Car-Daten repräsentieren die Bewegungen von Fahrzeugen durch ein Straßennetz. Sie sind nicht nur eine wichtige Grundlage für die Berechnung des aktuellen Verkehrszustands (wie er im Projekt von INRIX bezogen wird), sondern enthalten in ihrer Rohform wesentlich reichhaltigere Informationen über die Verkehrsströme in einem Netz. Im Projekt wurde durch [ui!] eine FCD-Datenquelle bereitgestellt, die für die in diesem Abschnitt beschriebenen Arbeiten verwendet wurde. Die Daten sind bereits anonymisiert.

Die Arbeiten im Projekt konzentrierten sich auf drei Arten von Auswertungen. Um statistisch aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen, beziehen sich diese Auswertungen üblicherweise auf einen Zeitraum von 15 Wochen. Ermittelt werden Kenngrößen für den typischen (durchschnittlichen) Werktag und das typische Wochenende. Aussagen werden für vier Tagesperioden gerechnet (Vormittag, Nachmittag, Abend, Nacht):

- Ermittlung der straßenabschnittsfeinen Verkehrsqualität (Level of Service) im Straßennetz: Anhand der Geschwindigkeiten der erfassten Fahrzeuge wird für jeden Streckenabschnitt die Verkehrsqualität berechnet und auf einer Karte visualisiert.
- Berechnung von Verkehrsspinnen über ausgewählte Streckenabschnitte: Für alle erfassten Fahrzeuge, die etwa über eine Brücke oder einen anderen wichtigen Straßenquerschnitt befahren haben, werden die vollständigen Routen analysiert. Wichtige Zu- und Abflussbeziehungen werden auf diese Weise datengetrieben ermittelt und unterstützen bei der Wahl von Ausschilderungen und anderen baustellenbezogenen Maßnahmen der Stadt.
- Ermittlung zeitabhängiger Quelle-Ziel-Matrizen: Der Quell-Ziel-Verkehr beschreibt die Ströme aus und in definierte Regionen (Zonen). Über die zeitlich aufgelöste Analyse werden Aussagen zum Verkehrsverhalten zu bestimmten Tageszeiten (z. B. morgendliche Verkehrsspitze) ermöglicht, die über 24h-Quelle-Ziel-Matrizen aus Verkehrsmodellen üblicherweise nicht zur Verfügung stehen.

Die Grundlagenarbeit im AP 200 führte schließlich zur Realisierung eines prototypischen interaktiven Tools, das Verkehrsplanern Einblicke in die gemessene Struktur der Verkehrsnachfrage bietet. Der Prototyp, das **[ui!] TRAFFIC FCD Datalab** wurde im Rahmen des AP 400 realisiert (s. Abb. 9).

2.1.3 AP 300 Lösungsansätze für ein Baustellenbegleitendes Verkehrsmanagement

Meilenstein AP 300: Lösungskatalog mit Bewertung und abgestimmter Auswahl der umzusetzenden Prototypen.

Auf Basis der Ideensammlung, die in AP 100 entstanden ist, wurde in AP 300 zunächst ein **Maßnahmenkatalog** von datenbasierten Lösungsansätzen für ein baustellenbegleitendes Verkehrsmanagement erstellt. In mehreren Arbeitssitzungen wurde bewertet, ob die ausgewählten Maßnahmen grundsätzlich technisch umsetzbar sind. Alle Maßnahmen, auf die dies zutrifft, wurden in einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst.

Diese Maßnahmen wurden dann fachlich im Hinblick auf Umsetzbarkeit im Zeitrahmen des Projektes VLUID bewertet und schließlich einer Nutzwertanalyse und einem Sensitivitätsmodell unterzogen (s. unten). Schließlich lag als Ergebnis des AP 300 ein **Lösungskatalog** mit den technischen Maßnahmen vor, die im Rahmen des Projekts VLUID umgesetzt werden sollten.

Parallel zur Auswahl der technischen Lösungen arbeitete ein Team der Stadt Wetzlar an einem Kommunikationskonzept rund um die technischen Maßnahmen (s. Kapitel 2.1.4.5).

Nutzwertanalyse und Sensitivitätsmodell

Um die Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog gegenüberzustellen und ihren Nutzen zu bewerten, wurde zunächst eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Diese entwickelte die THM bereits zu Beginn des Projekts auf Grundlage der Experteninterviews (s. Kapitel 2.1.1) und schnitt sie auf datenbasierte Lösungen für den Verkehr zu. Die Nutzwertanalyse wurde von verschiedenen Projektpartnern ausgefüllt und die Ergebnisse von der THM zusammengeführt. Die daraus resultierende Konsens-Analyse wurde in den anschließenden Auswahlworkshops als Diskussionsbasis genutzt.

In diesen acht Workshops erarbeiteten die Projektpartner unter der Leitung der THM zudem gemeinsam ein Sensitivitätsmodell nach Prof. Dr. Frederic Vester. Das Sensitivitätsmodell erlaubte es, die Wirkung der Maßnahmen zu bewerten. Anstatt die Lösungen isoliert zu betrachten, wurde die Stadt dabei als gesamtes Ökosystem aus Infrastruktur, Umwelt, Institutionen und Menschen in den Blick genommen. Bei der Erarbeitung des Sensitivitätsmodells wurden Variablen bestimmt, die das Ökosystem Stadt beschreiben.

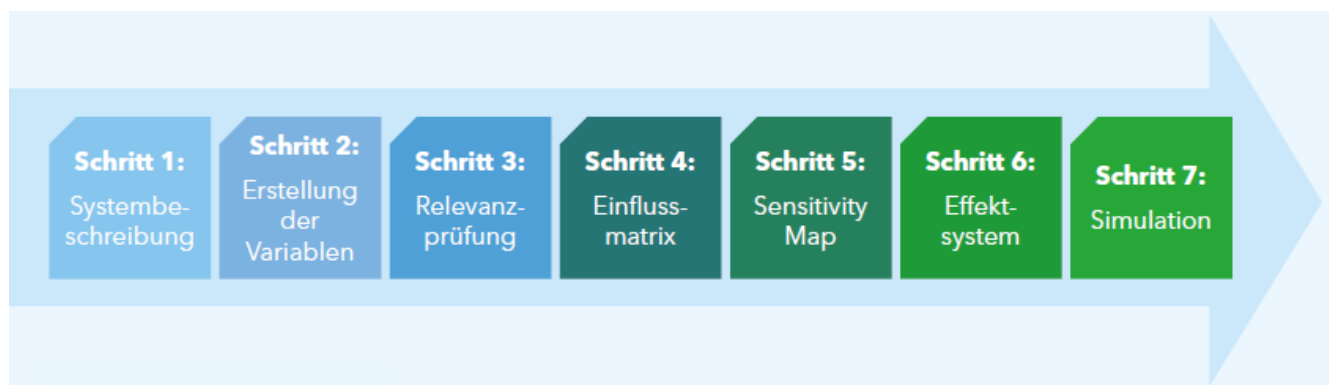


Abb. 6: Vorgehen Sensitivitätsmodell

In weiteren Schritten wurden anschließend verschiedene Bewertungen durchgeführt und schließlich ein Modell erstellt, mit dem die Projektpartner die verschiedenen Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog simulierten. So konnten sie analysieren, welche Wirkungen die Lösungen auf die Stadt als Ganzes haben würden. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass er nicht nur technische und wirtschaftliche Komponenten bei der Auswahl von Lösungsansätzen heranzieht, sondern ihre Wirkungen ganzheitlich betrachtet. So können etwa auch soziale Aspekte berücksichtigt werden.

Ranking und Auswahl der Maßnahmen

Anhand dieser Ergebnisse konnten die verschiedenen Maßnahmen einem Ranking unterzogen werden. Darin flossen auch die Einschätzungen der Fachämter der Stadtverwaltung und von Hessen Mobil ein. In einem Auswahlworkshop wurden schließlich die Maßnahmen ausgewählt, von denen die größten Verbesserungen für die Verkehrslenkung und für Verkehrsinformationen erwartet werden können. Diese ausgewählten Maßnahmen bilden den Lösungskatalog für VLUID und sollen als Prototypen umgesetzt werden. Dabei handelt es sich um die folgenden Maßnahmen:

- Konzeption und Einrichtung eines Reallabors im Rahmen einer Baumaßnahme; mit Sensoren für kamerabasierte Stauerfassung, Verkehrslenkung durch mobile LED-Anzeigen im Stadtgebiet und Erhebung von Fuß- und Radverkehr.
- Das [ui!] TRAFFIC Sensor Datalab visualisiert die Verkehrsdaten, die von den verschiedenen Zähleinrichtungen erfasst wurden.
- Das [ui!] TRAFFIC FCD Datalab ermöglicht Verkehrsplanerinnen und -planern die interaktive Auswertung von FCD. Diese repräsentieren die Bewegungen von Fahrzeugen durch ein Straßennetz.
- [ui!] COCKPIT als Website für die Öffentlichkeit (mit Baustelleninformationen, Stauinformationen, ÖPNV-Verkehrsdaten, Daten zu Parkhäusern)

- Kommunikationskonzept, das unter anderem einen WhatsApp-Kanal, Social Media, klassische Printmedien und eine VLUID-Website umfasst. Deren URL wird über verschiedene Kanäle verbreitet, auch auf LED-Anzeigen im Straßenraum.
- Implementierung von Fahrgastzählssystemen in sechs Linienbussen der WVB. Sie erfassen die Auslastung der Fahrzeuge sowie Ein- und Ausstiege an Haltestellen. Auswertungen erfolgen über die bei den WVB vorhandene Fachanwendung der Firma IVU.

Die Beschaffung für die Verkehrssensoren (TEU, Automatische Fahrgastzählssysteme, mobile Zählgeräte für Rad- und Fußverkehr sowie RTB-Sensoren) und die Aktorik (mobile LED-Anzeigen), welche für die Umsetzung der Prototypen in AP 400 notwendig sind, wurde ebenfalls in AP 300 angestoßen.

2.1.4 AP 400 Umsetzung der Prototypen, Testbetrieb und Nachjustierung

Meilenstein AP 400: Zentrale Betriebsphase der Prototypen im Projekt erfolgreich abgeschlossen.

Die technischen Prototypen und Kommunikationsmaßnahmen für den Lösungskatalog, der in AP 300 erarbeitet wurde, wurden in AP 400 detailliert ausgeplant. Nach ihrer Implementierung wurden sie in einer realen Baustellensituation getestet und iterativ nachjustiert. Auch die Werkzeuge zur Evaluierung wurden weiterentwickelt und kalibriert.

Eine wesentliche Herausforderung bestand darin, im Winter 2025 eine passende Baumaßnahme für den Testbetrieb zu finden, da die benötigte Sensorik und Aktorik erst Ende 2024 geliefert werden konnte.

2.1.4.1 Konzept zum Test von Messsensoren und LED-Anzeigen

Im Rahmen des Projekts VLUID wurden unter anderem die folgenden Geräte beschafft:

- Traffic Eye Universal (TEU) der Firma Yunex Traffic: Detektoren zur Erfassung von Geschwindigkeiten und Verkehrsbelastung im fließenden Kfz-Verkehr
- Zählgeräte zur Erfassung von Belastungen im Fuß- und Radverkehr
- LED-Anzeigen auf Anhängern

Bei den LED-Anhängern handelt es sich um Sonderfahrzeuge, für die ein Gutachten nach § 13 EG-FGV (Einzelbetriebserlaubnis) erforderlich ist. Diese Gutachten mussten beim Hersteller angefordert werden, was die Zulassung der LED-Anhänger erheblich verzögert hat.

Die beschafften Geräte wurden während einer Baumaßnahme im Straßenraum einem praktischen Test unterzogen. Dabei standen die folgenden Aspekte im Vordergrund:

- Aufbau oder Montage der Geräte
- Übermittlung der mittels TEU und Zählgeräten erfassten Daten an die Datenplattform
- Analyse der erfassten Daten
- Entwicklung von Handlungsoptionen für verschiedene Szenarien

- Übermittlung entsprechender Informationen an die Verkehrsteilnehmenden über die mobilen LED-Anzeigen

Für den Testbetrieb wurde eine Baumaßnahme der Stadt Wetzlar im Zuge des hochbelasteten Karl-Kellner-Rings ausgewählt. Neben umfangreichen Erneuerungen der Fahrbahndecken wurden im Rahmen der Baumaßnahme Anpassungen der Fahrbahnränder vorgenommen: Der von der Moritz-Hensoldt-Straße kommende Verkehr soll zukünftig nicht mehr über die Sophienstraße zurück auf den Karl-Kellner-Ring geführt werden, sondern über die Seibertstraße auf die Neustadt und von hier zurück auf den Karl-Kellner-Ring (s. Abb. 7).

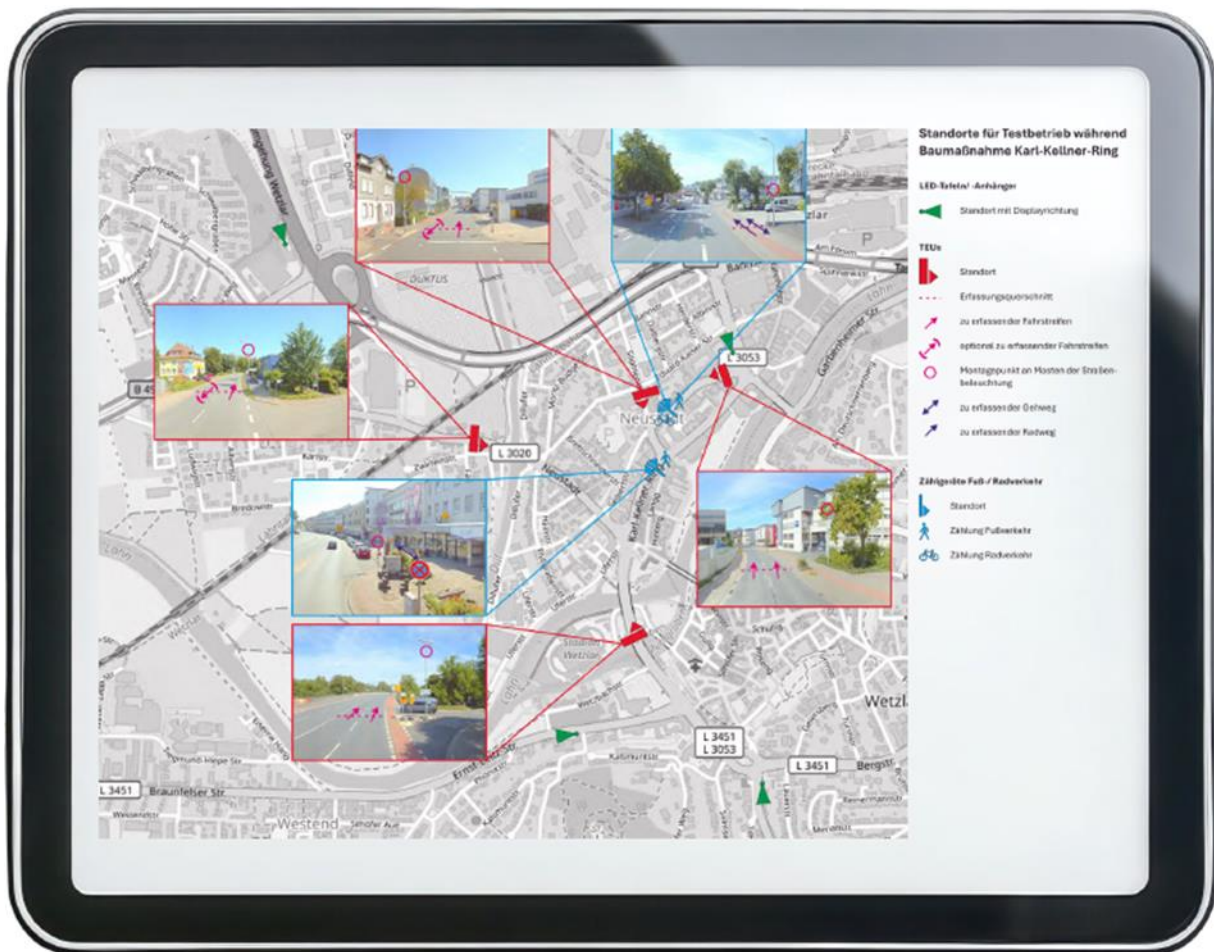


Abb. 7: Standorte für Testbetrieb während Baumaßnahme Karl-Kellner-Ring, Wetzlar

Die Arbeiten wurden in mehreren Phasen mit jeweils unterschiedlichen Eingriffen in das Verkehrsgeschehen durchgeführt. Dabei waren der Entfall einzelner Fahrstreifen, Sperrungen von Straßenabschnitten, Radwegen und Gehwegen vorgesehen. Betroffen waren davon – in jeweils unterschiedlicher Ausprägung – der gesamte Kfz-Verkehr inklusive der Linienbusse sowie auch der Fuß- und Radverkehr.

Das Testkonzept sah vor, dass die TEU die Verkehrsmengen und Geschwindigkeiten im Kfz-Verkehr an den maßgebenden Zuflüssen zum Baustellenbereich erfassen. Die Erfassungspunkte lagen dabei nicht in der Nähe von signalgeregelten Knotenpunkten, an denen in der Regel Detektionen vorhanden sind. Vielmehr sollten die Verkehrsverhältnisse auf Streckenabschnitten erfasst werden, die im Normalzustand keine Störungen oder Verlagerungen aufweisen, an denen diese jedoch während der Bauzeit erwartet werden können. Dies sind der Karl-Kellner-Ring südlich der Lahn, die Altenberger Straße westlich

der Dill, die Moritz-Hensold-Straße westlich vom Buderusplatz und die Sophienstraße südlich der Waldschmidtstraße (Umleitungsstrecke in einigen Bauzuständen).

Zudem wurden der Fuß- und insbesondere der Radverkehr auf der nördlichen Straßenseite der Moritz-Hensoldt-Straße vor der Sophienstraße erfasst. Hier verläuft ein separater, benutzungspflichtiger Radweg auf Gehwegniveau. Bei Sperrung der Seibertstraße verlagert sich der Radverkehr gegebenenfalls auf den Radweg am Lahnufer. Der Fußverkehr wurde darüber hinaus noch auf dem nördlichen Gehweg im Karl-Kellner-Ring, westlich der Sophienstraße, erfasst. Hier waren Verlagerungen im Zusammenhang mit Sperrungen von Querungsfurten und Gehwegabschnitten im Umfeld zu erwarten.

Die Position der LED-Anzeigen wurde so gewählt, dass der Kfz-Verkehr vor dem letzten maßgebenden Entscheidungspunkt vor dem Bauabschnitt eine andere Route wählen konnte. Die Punkte wurden durch Stromverfolgungsauswertungen von FCD und durch Modellrechnungen des „Hessenmodells“ verifiziert (s. Kapitel 2.1.4.3). Die Standorte waren:

- Ernst-Leitz-Straße vor dem Erreichen des Leitzplatzes aus westlicher Richtung;
- Nauborner Straße vor dem Erreichen des Friedrich-Ebert-Platzes aus südlicher Richtung;
- Gloelstraße vor dem Erreichen des Buderusplatzes aus nördlicher Richtung;
- B 277 vor dem Erreichen der B 49 beziehungsweise des Abzweigs zur Altenberger Straße aus nördlicher Richtung.

Aufgrund der verspäteten Beschaffung der einzelnen Sensoren konnten diese nicht wie geplant in einem vollumfänglichen Testbetrieb geprüft und miteinander interagierend eingesetzt werden.

Die TEU der Firma Yunex Traffic liefern die gewünschten Daten zwar an den Verkehrsrechner, jedoch konnte mit diesen noch keine Logik für die Ansteuerung der LED-Anzeigen zur Verkehrsbeeinflussung entwickelt werden. Aufgrund des zusätzlichen Mehrwerts für das Verkehrsmanagement während der Baumaßnahme wird dies jedoch nach dem Förderprojekt umgesetzt.

Eine nicht repräsentative Umfrage auf der Beteiligungsplattform der Stadt Wetzlar ergab, dass eine Mehrheit der Teilnehmenden die Informationen auf den mobilen LED-Anzeigen positiv bewertete.

Exkurs: Beschaffungen: Herausforderungen im Rahmen des Fördermittelregimes

Im Projekt VLUID waren insgesamt sechs größere Beschaffungsverfahren (zwei Verfahren für Software- und vier Verfahren für Hardware- Komponenten) durchzuführen. In jedem dieser Verfahren ging mit den Entsperrungsprozessen für die finanziellen Mittel beim Fördergeber ein hoher Zeit- und Arbeitsaufwand einher. Der Grund dafür waren komplexe Aspekte des Zuwendungsrechts, des öffentlichen Vergaberechts und des kommunalen Haushaltsrechts. Die förmlichen Verfahren erstreckten sich u. a. damit regelmäßig über drei bis fünf Monate. Die technischen Anlagen standen dadurch oft erst spät für die Projektzwecke zur Verfügung, da diese nach Auftragserteilung häufig zunächst noch produziert werden mussten.

2.1.4.2 Datalabs

[ui!] TRAFFIC Sensor Datalab

Alle an die Datenplattform angebotenen Datenquellen zum motorisierten Individualverkehr wurden in den Prototypen einer Fachanwendung integriert, mit der Verkehrsplanerinnen und -planer das Verkehrsaufkommen auf Basis von Messwerten analysieren können: Das sogenannte [ui!] TRAFFIC Sensor Datalab visualisiert die Verkehrsdaten, die von den verschiedenen Zählleinrichtungen erfasst wurden. An das Sensor Datalab wurden bis zum Projektende die radarbasierten Verkehrssensoren von Hessen Mobil, die Detektoren der städtischen LSA und die Detektoren der von Hessen Mobil betriebenen LSA im Stadtgebiet angebunden. Das Datalab stellt in diesem Sinne eine Basiskomponente der Plattform dar. Es dient dazu, die Funktionsfähigkeit der Sensoren zu überwachen (auch wenn sie nicht an das städtische Verkehrsrechnersystem angebunden sind). Mit dieser Fachanwendung lässt sich das Verkehrsaufkommen über beliebige Zeiträume analysieren, was für die Verkehrsplanerinnen und -planer der Stadt wichtig ist. Wenn die eingesetzte Sensorik eine Unterscheidung nach Fahrzeugarten und Fußgängern ermöglicht, kann auch das im Sensor Datalab dargestellt werden.

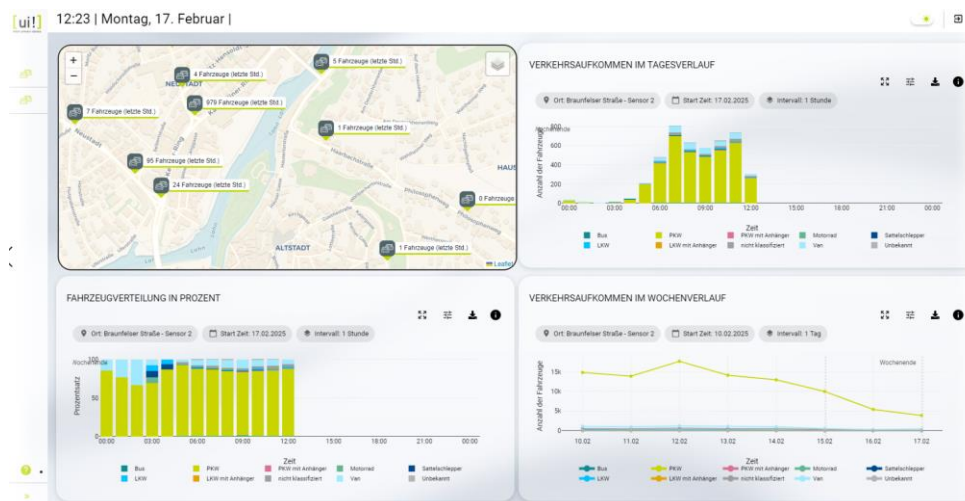


Abb. 8: Ansicht [ui!] TRAFFIC Sensor Datalab

Das [ui!] TRAFFIC FCD Datalab nutzt Positionsdaten, die Fahrzeuge bei ihrer Fahrt durch das Straßennetz senden, und wertet diese für planerische Fragestellungen aus. Das FCD Datalab bietet grundlegende Werkzeuge, um die Verkehrsqualität auf ausgewählten Streckenabschnitten zu berechnen und anzuzeigen. Es ist in der Lage, die Zu- und Abflüsse für wichtige Strecken (etwa Brücken) bis weit in angrenzende Regionen hinein darzustellen, sodass die Bedeutung eines Straßenquerschnitts für das Straßennetz ermittelt werden kann. Außerdem kann das Werkzeug die sogenannte Nachfrage im ausgewählten Gebiet ermitteln und visualisieren: Diese zeigt, welche Regionen einer Stadt besonders viel Verkehr erzeugen und aufnehmen – und zu welchen anderen Stadtteilen wichtige Verkehrsbeziehungen bestehen.

Eine Erkenntnis aus der prototypischen Umsetzung war, dass für die jeweilige Fragestellung eine ausreichende Datendichte sichergestellt werden muss – durch die Wahl von Datenlieferanten mit einem hohen Ausstattungsgrad an Fahrzeugen. Sichere Aussagen lassen sich vor allem für das übergeordnete Straßennetz treffen, während nachrangige Straßen, oft zu geringe FCD-Dichten aufweisen.

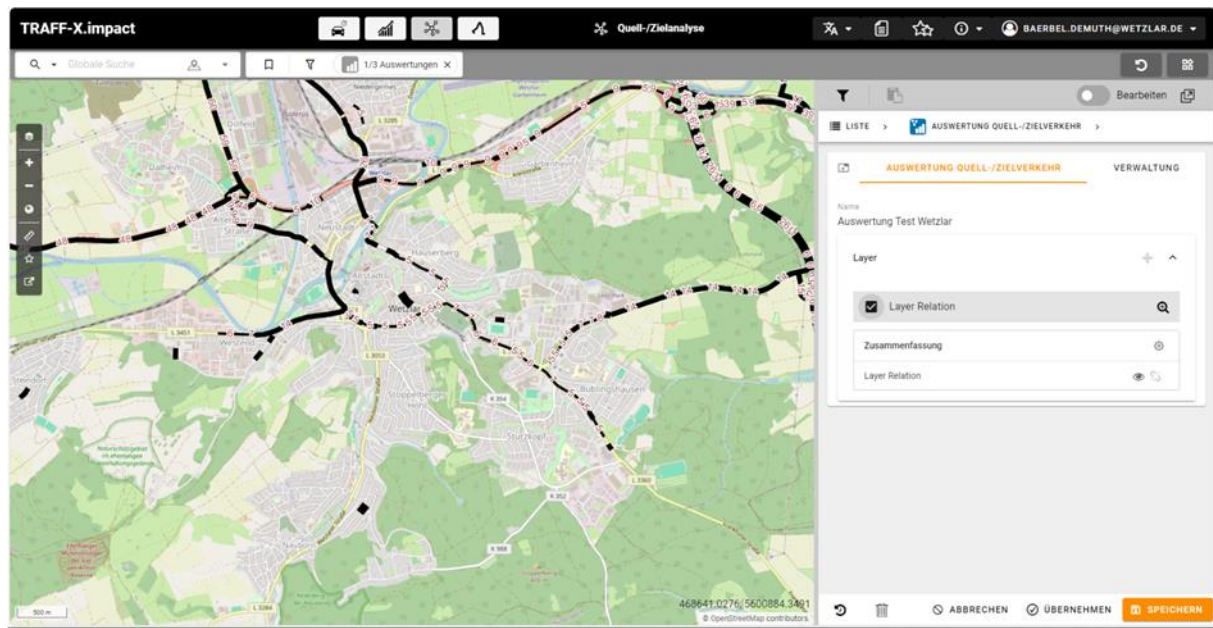


Abb. 9: Ansicht [ui!] TRAFFIC FCD Datalab

2.1.4.3 Fusion von Visum und FCD



Abb. 10: Fusion von Visum und FCD

Integration von FCD in Visum: Anforderungen an Verkehrsmodelle

Grundsätzlich sind makroskopische Verkehrsmodelle dazu geeignet, die verkehrlichen Wirkungen einer Baumaßnahme im Straßenraum zu beurteilen. Die vorhandenen Modelle bilden in der Regel jedoch lediglich Tagesverkehre ab. Zudem tritt bei der eingehenden fachlichen Betrachtung von Umlegungsmodellen immer wieder die Frage auf, wie realitätsnah die verwendeten Fahrtenmatrizen das tatsächliche Geschehen im Kfz-Verkehr abbilden.

Im Zusammenhang mit Baumaßnahmen bestehen teilweise andere Anforderungen für den Einsatz von Verkehrsmodellen als bei anderen verkehrlichen Fragen – etwa der Untersuchung von zukünftigen Netzveränderungen. Zu nennen sind hier insbesondere:

- Differenzierung der verkehrlichen Wirkungen in Spitzenverkehrszeiten, um etwa konkrete Maßnahmen für die Anpassung der Signalsteuerung ableiten zu können;
- hohe Genauigkeit des mithilfe des Modells abgebildeten Verkehrsgeschehens, insbesondere an relevanten Knotenpunkten;
- Durchführung der Berechnungen für die aktuelle Nachfragesituation – in der Regel ist es nicht erforderlich, Angebots- und Nachfrageveränderungen für einen zukünftigen Zustand (Prognose) einzubeziehen.

Daher bot es sich im Projekt VLUID an, FCD als Basis für die Fahrtenmatrizen zu verwenden. Dies ermöglichte es, ohne Erzeugungsrechnung realitätsnahe Fahrtenmatrizen zu gewinnen. Die Nachfragematrix wird direkt aus tatsächlich durchgeführten Fahrzeugbewegungen gewonnen. Dabei können die Quelle-Ziel-Beziehungen für relevante Zeitscheiben oder für bestimmte verkehrliche Zustände generiert werden. Auch ist es möglich, die Wirkungen einer Baumaßnahme auf die Zielwahl der Verkehrsteilnehmenden zu analysieren.

Um ein geeignetes Werkzeug für Fachplanerinnen und -planer aufzubauen, wurde im ersten Schritt mit verschiedenen FCD-Quellen versucht, eine Grundlage zur Gewinnung einer Fahrtenmatrix zu schaffen. Dabei sollte zunächst der Tagesverkehr von Montag bis Freitag abgebildet werden. Hintergrund ist, dass hierzu ein kalibriertes Verkehrsmodell für den Raum Wetzlar als Referenz zur Verfügung steht. In einem weiteren Schritt sollte das entwickelte Verfahren dann auf die Spitzenstunden am Vor- und Nachmittag angewendet werden.

FCD und Visum: Hessenmodell als Planungs- und Untersuchungsgrundlage

Zunächst wurde hierfür ein Teilnetz aus dem bereits bestehenden Hessenmodell erzeugt. Dieses Modell gliedert sich räumlich in das Bundesland Hessen und einen Kordon rund um Hessen, um Verflechtungen mit den benachbarten Ländern abzubilden. Hinzu kommt ein Restgebiet, um Quell-, Ziel- und Durchgangsverbindungen des Fernverkehrs abzubilden. Das Hessenmodell wurde in einem früheren Projekt bereits speziell für den Planungsraum Wetzlar verfeinert und mittels Belastungsdaten kalibriert. Das daraus erzeugte Teilnetz ist somit ein Ausschnitt aus einem großräumigeren Verkehrsmodell und diente als Planungs- und Untersuchungsgrundlage für VLUID. Das Teilnetz erstreckt sich in Nord-Süd-Ausdehnung von Edingen bis zum Gießener Südkreuz und in West-Ost-Ausdehnung von Leun bis kurz vor Gießen.

Bei der Erzeugung und Verteilung des Personenverkehrs wendet das Hessenmodell ein klassisches Vier-Stufen-Modell (Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung (Zielwahl), Verkehrsmittelwahl und Routenwahl (Umlegungsrechnung)) an. Drei dieser vier Stufen (mit Ausnahme der Verkehrsmittelwahl) werden vollständig durchlaufen, womit Veränderungen in der Zielwahl im Modell abgebildet werden können.

Innerhalb des Modellausschnitts wurden Bezirke ausgewiesen, deren Lage und Form im Modell primär organisatorischer Natur sind. Jeder Bezirk ist jeweils mit einem Netz-Knotenpunkt verbunden, an dem sämtliche Fahrten beginnen oder enden, die diesem Bezirk zugeordnet sind. An den Rändern des Teilnetzes befinden sich sogenannte Kordonbezirke. Diese wurden beim Ausschneiden des Teilnetzes aus dem Hessenmodell erzeugt und

Eine Besonderheit bestand darin, dass die Kordonbezirke im ursprünglichen Visum-Modell separat in einen Quell- und Zielbezirk unterteilt waren, während für die Integration in das TomTom-Portal je Kordon nur ein gemeinsames Polygon für Quell- und Zielverkehr erstellt werden konnte. Nach erfolgter Anpassung wurden diese Polygone inklusive ihrer Bezirksnummern in das TomTom-Portal importiert.

Darauf aufbauend wurden die erfassten Tom-Tom-Daten eines Zeitraums von zehn Werktagen (09.09.2024 bis 20.09.2024) testweise den definierten Bezirken zugeordnet. Aus diesen Rohdaten wurde anschließend eine Quelle-Ziel-Matrix (O-D-Matrix) generiert, die sämtliche Verkehrsbeziehungen des Teilnetzes umfasst.

Diese O-D-Matrix konnte aufgrund der angepassten Kordonbezirke nicht direkt in Visum übernommen werden. Deshalb wurde ein Python-Skript entwickelt, welches durch die gezielte Umverteilung von Quell- und Zielfahrten eine in Visum umlegbare Matrix erzeugt.

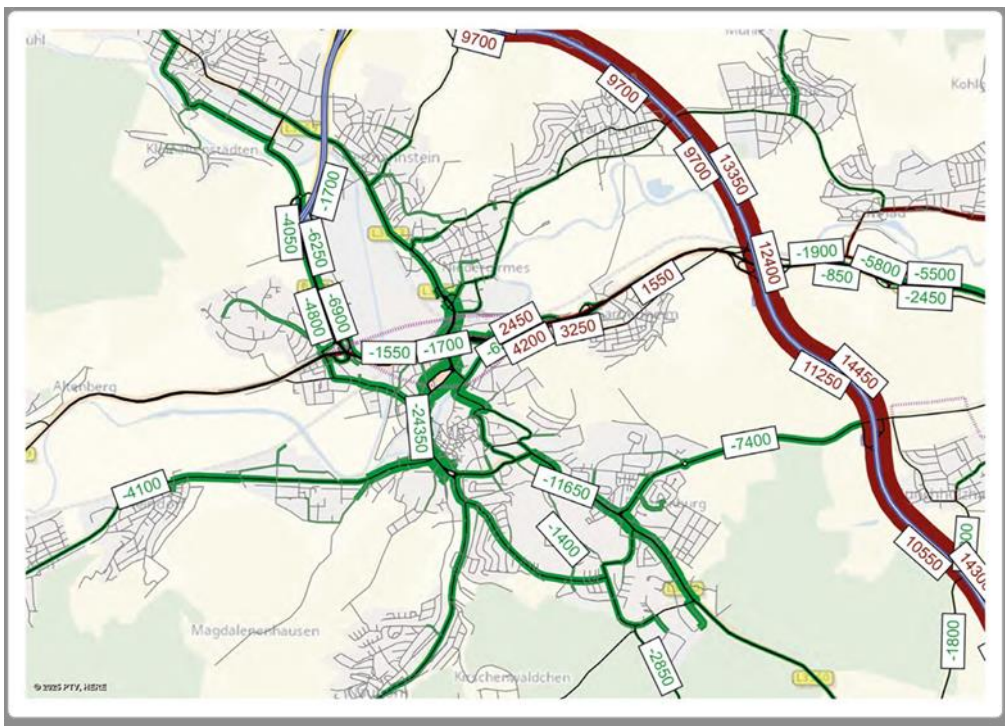


Abb. 12: Differenzbelastung von FCD-Matrix und Modellmatrix ohne Nachfragematrixkorrektur (Umlegung einer Matrix von 10 Werktagen)

Kalibrierungen und Anpassungen

Nach erfolgter Umlegung der FCD-Matrix auf das Teilnetz wurden die resultierenden Belastungen mit denjenigen des kalibrierten Verkehrsmodells verglichen, um Belastungsunterschiede zu identifizieren. Die umgelegte FCD-Matrix lässt im Vergleich zur umgelegten modellmäßig erzeugten Matrix deutliche Unterschiede erkennen. Aus Abb. 12 wird ersichtlich, dass die aus der FCD-Matrix resultierenden Verkehrsbelastungen auf den hoch klassifizierten Strecken eine vergleichsweise höhere Verkehrsbelastung und auf den niedriger klassifizierten Strecken eine geringere Verkehrsbelastung aufweisen. Daraus konnte abgeleitet werden, dass die über FCD erfassten Quelle-Ziel-Beziehungen nicht vollständig repräsentativ sind. Dies liegt vermutlich an der Zusammensetzung der für die FCD getrackten Fahrzeugbewegungen. Hier ziehen Anbieter wie TomTom unterschiedliche

Datenquellen heran – etwa die Hersteller von (Flotten-)Fahrzeugen oder Navigationsgeräten. Deswegen war eine Kalibrierung der FCD-Matrix erforderlich.

Diese erfolgte mittels Nachfragematrixkorrekturverfahren. Hierfür wurden reale Zählraten aus der Straßenverkehrszählung (SVZ) herangezogen, aber auch weitere Erhebungsdaten der Stadt Wetzlar sowie Zählraten, die in der Vergangenheit bei anderen Verkehrsuntersuchungen im Raum Wetzlar erhoben wurden (einschließlich Untersuchungen der Schlothauer & Wauer GmbH). Insgesamt wurden drei Durchläufe der Nachfragematrixkorrektur durchgeführt.

Nach Abschluss der Kalibrierung lagen die maximalen Belastungsdifferenzen zwischen den ursprünglich kalibrierten Verkehrsmodellbelastungen und den umgelegten FCD-Belastungen bei etwa -1.250 Kfz/24h (ca.7 % Belastungsdifferenz). Diese größeren Differenzen beschränkten sich jedoch auf einzelne Streckenabschnitte. Es zeigte sich insgesamt eine weitgehend hohe Übereinstimmung der Belastungswerte

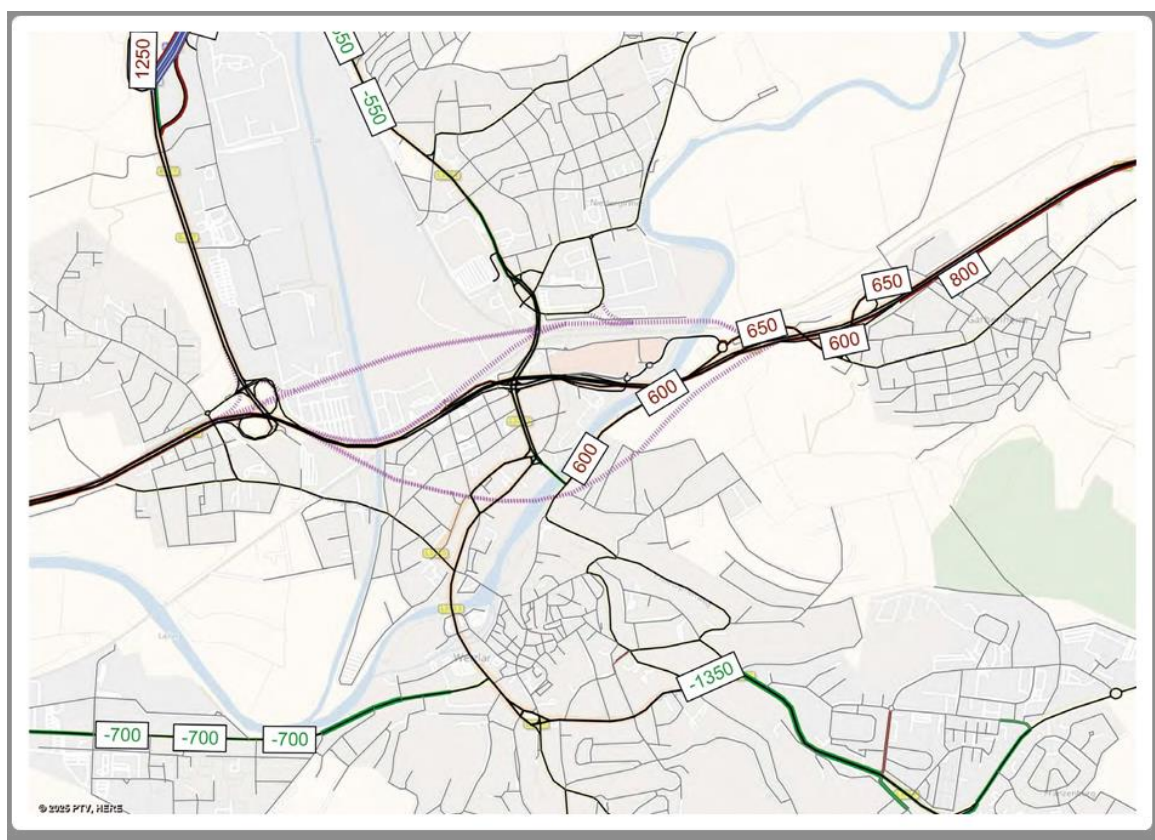


Abb. 13: Differenzbelastung Wetzlar Stadt nach erfolgter Nachfragematrixkorrektur (FCD-Matrix/Modellmatrix)

Betrachtung der Spitzenstunden

Anschließend wurden die Spitzenstunden betrachtet. Eine besondere methodische Herausforderung bestand darin, dass im Modell standardmäßig der DTVw5 (durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen in Kfz/24h) als Bezugsgröße für die Berechnung der Verkehrsbelastungen dient. Um jedoch die Belastungen der Spitzenstunden realitätsnah umlegen zu können, mussten die im Modell hinterlegten Kapazitäten in den allgemeinen Verfahrenseinstellungen von einer gesamt-täglichen auf eine stundenweise Betrachtung angepasst werden.

Zusätzlich wurden die Spitzenstundenbelastungen für den Vor- und Nachmittag in das Modell eingepflegt. Aufgrund der größeren Belastungsunterschiede wurde in diesem Anwendungsfall die morgendliche Spitzenstunde betrachtet. Nachmittags fallen die Lastunterschiede durch die Überlagerung unterschiedlicher Wegzwecke geringer aus.

Analog zur Auswertung der Tagesmatrizen (zwei Wochen im September) wurde dann für den morgendlichen Zeitbereich (jeweils zwischen 6:00 Uhr und 9:00 Uhr von Montag bis Freitag) die entsprechende FCD-Matrix generiert, in Visum umgelegt und anschließend anhand der ins Modell eingepflegten Spitzenstundenwerte kalibriert.



Abb. 14: Kalibrierte Spitzenstundenbelastungen an ausgewählten Querschnitten richtungsbezogen

Ausblick

FCD erwiesen sich als ein geeignetes Instrument für eine schnelle und unmittelbare Betrachtung der Verkehrsnachfrage – ohne den arbeitsintensiven Bearbeitungsschritt der Erzeugung (etwa inklusive Strukturdatenanpassungen). Derzeit stellen FCD jedoch noch keine vollständig repräsentative Stichprobe dar. Daher ist jeweils zu prüfen, ob sie im entsprechenden Untersuchungsfall einsetzbar sind. Eine Kalibrierung der Matrix an lokalen Zähl Daten ist jedenfalls notwendig, um ein valides Verkehrsmodell zu erhalten, das als Basis für verkehrliche Wirkungsbetrachtungen von Baumaßnahmen dienen kann.

Es ist zu erwarten, dass sich die Qualität und räumliche Abdeckung der FCD durch fortschreitende Digitalisierung, technologische Fortschritte und zunehmende Fahrzeugvernetzungen kontinuierlich verbessern werden. Dies kann die Zuverlässigkeit datenbasierter Analysen in Zukunft weiter erhöhen beziehungsweise den Kalibrierungsaufwand reduzieren.

2.1.4.4 Maßnahmen im ÖPNV

Der ÖPNV bildet das Rückgrat der Mobilitätsangebote in der Stadt Wetzlar. Etwa 4,5 Millionen Fahrgäste nutzen die Angebote der Wetzlarer Verkehrsbetriebe im Jahr 2024. Damit ist insbesondere der Stadtbusverkehr ein bedeutender Faktor zur Stauminderung. Wetzlar verfügt über ein Netz von neun städtischen Buslinien, die zum Teil in einem Grundtakt von 20 bis 30 Minuten bedient werden. Alle Linien haben Anschluss an die zentrale Haltestelle Bahnhof/ZOB. Hinzu kommen noch diverse Linien im Überlandverkehr in das Wetzlarer Umland.

Um den Stadtbusverkehr noch attraktiver gestalten zu können und damit potenziell noch mehr Fahrgäste zu gewinnen, wurden im Rahmen von VLUID auch ÖPNV-Daten im Datenraum Mobilität Wetzlar gesammelt und nutzbar gemacht. Dafür wurden Stadtbusse der Wetzlarer Verkehrsbetriebe prototypisch mit automatischen Fahrgastzählsystemen (AFZS) ausgestattet. Neben der Angebotsplanung können diese Daten auch zur Fahrgastinformation verwendet werden – etwa auf [ui!] COCKPIT.

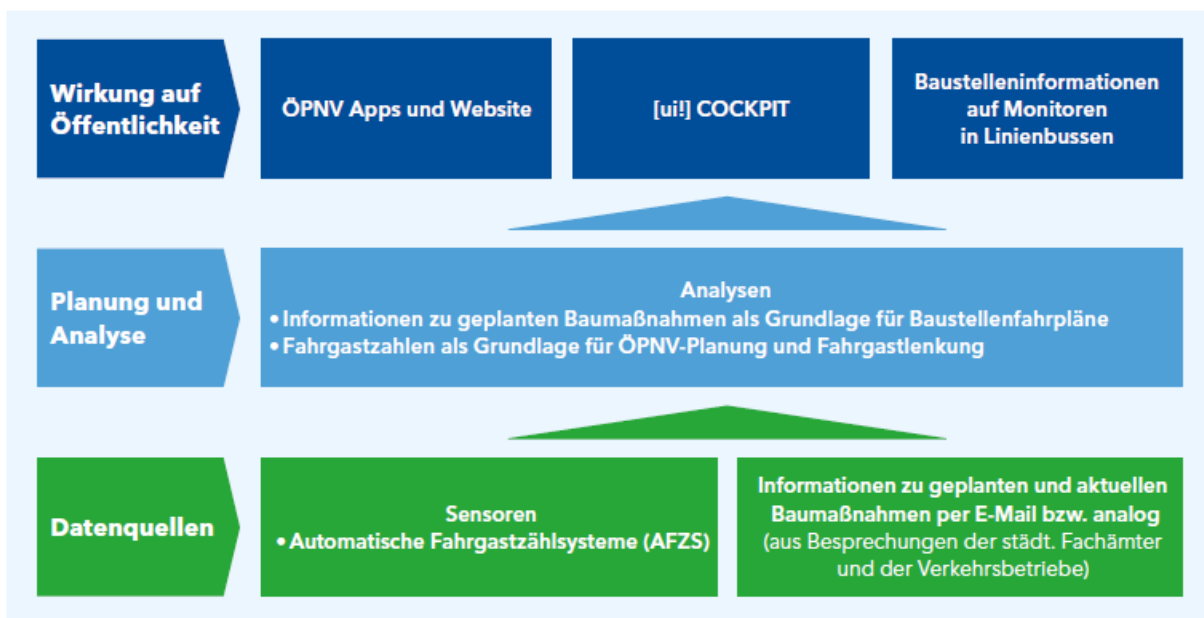


Abb. 15: Maßnahmen im ÖPNV

Analyse des Fahrgastaufkommens im Stadtbusverkehr

Die Stadtbusflotte der Wetzlarer Verkehrsbetriebe ist bisher nicht mit AFZS ausgestattet. Deshalb erhielten für die Analyse des Fahrgastaufkommens im Rahmen von VLUID sechs Fahrzeuge als Prototypen eine solche Ausstattung. Zur Fahrgastzählung wurde in einer 3D-Sensormatrix der Abstand zwischen Objekten mit einer Auflösung von 500 Pixeln gemessen. Dabei kam die Time-of-Flight-Technologie zum Einsatz. Diese ermöglicht es, die Ausdehnung der „Objekte“ zu messen und aufgrund dieser Daten zwischen Erwachsenen, Kindern oder Gegenständen wie etwa Kinderwagen zu unterscheiden.

Der eingebaute Signalprozessor wertet das 3D-Material anschließend aus und überträgt es auf den Bordcomputer. Dieser übermittelt die gesammelten Fahrgastzahlen nach Dienstende an das Hintergrundsystem des Verkehrsunternehmens. Bereits am Folgetag kann für die Planung eine Auswertung durchgeführt werden. Damit ist es möglich, den Besetzungsgrad im Bus minutengenau zu bestimmen und zu erkennen, wie viele Personen an welcher

Haltestelle ein- und ausgestiegen sind. So lassen sich wichtige Erkenntnisse über die Auslastung von Linien zu bestimmten Zeiten gewinnen.

Bei Baumaßnahmen ist erfahrungsgemäß mit einem erhöhten oder veränderten Fahrgastaufkommen im Stadtbusverkehr zu rechnen. Mit aktuellen Fahrgastzahlen haben die Verantwortlichen die Nachfrage im Blick und können flexibel darauf reagieren. Die AFZS-Technologie kann dabei helfen, stark frequentierte Buslinien zu identifizieren und die Kapazitäten entsprechend anzupassen (etwa über Fahrzeuggrößen und Takt). Die Erfassung der Fahrgastzahlen zu Stoßzeiten ermöglicht es, Fahrplangestaltung und Taktzeiten zu optimieren. Dadurch lassen sich Sicherheit und Komfort für die Passagiere erhöhen und damit auch ihre Zufriedenheit.

Maßnahmen zur Kundeninformation im ÖPNV

Die Auswertung von Fahrgastzahlen der einzelnen Linienfahrten kann auch zur Kundeninformation genutzt werden. Kundinnen und Kunden können etwa über eine noch zu entwickelnde Kachel auf der öffentlichen Website [ui!] COCKPIT darüber informiert werden, zu welchen Zeiten in den Bussen welche Kapazitäten vorhanden sind. So könnten sie etwa auf eine andere Fahrt ausweichen, die typischerweise weniger stark ausgelastet ist.

Das Projektteam hat dem Fahrgastbeirat des Lahn-Dill-Kreises verschiedene grafische Darstellungen einer möglichen COCKPIT-Kachel zum Thema „Fahrzeugauslastung“ vorgestellt. Abb.16 zeigt die vom Fahrgastverband favorisierte Variante. Dessen Mitglieder bewerteten eine solche Information aus den oben beschriebenen Gründen als nützlich.

Im Anschluss an das Projekt VLUID werden sukzessive alle Linienbusse der Wetzlarer Verkehrsbetriebe mit AFZS ausgestattet.

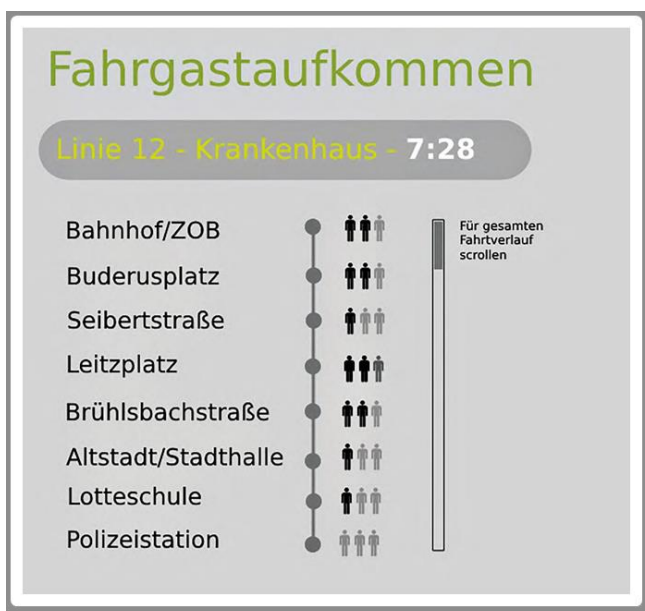


Abb. 16: Entwurf für eine Kachel zum Fahrgastaufkommen im [ui!] COCKPIT

ÖPNV-Abfahrtsmonitor

Als weitere Maßnahme enthält [ui!] COCKPIT einen „Abfahrtsmonitor“. Dieser zeigt für die gewählte Haltestelle in Echtzeit die Abfahrtszeiten und ggf. die Verspätung der Linienbusse oder der Eisenbahn in Minuten. Der Abfahrtsmonitor spricht Verkehrsteilnehmende an, die häufiger den Linienbus oder die Bahn als Verkehrsmittel wählen. Aber er macht auch solche Besucherinnen und Besucher des [ui!] COCKPIT auf das Linienbusangebot in Wetzlar aufmerksam, die den ÖPNV bislang nicht nutzen. Vollumfängliche Fahrplaninformationen bietet ein Link zur Internetseite des RMV auf der Rückseite dieser COCKPIT-Kachel.

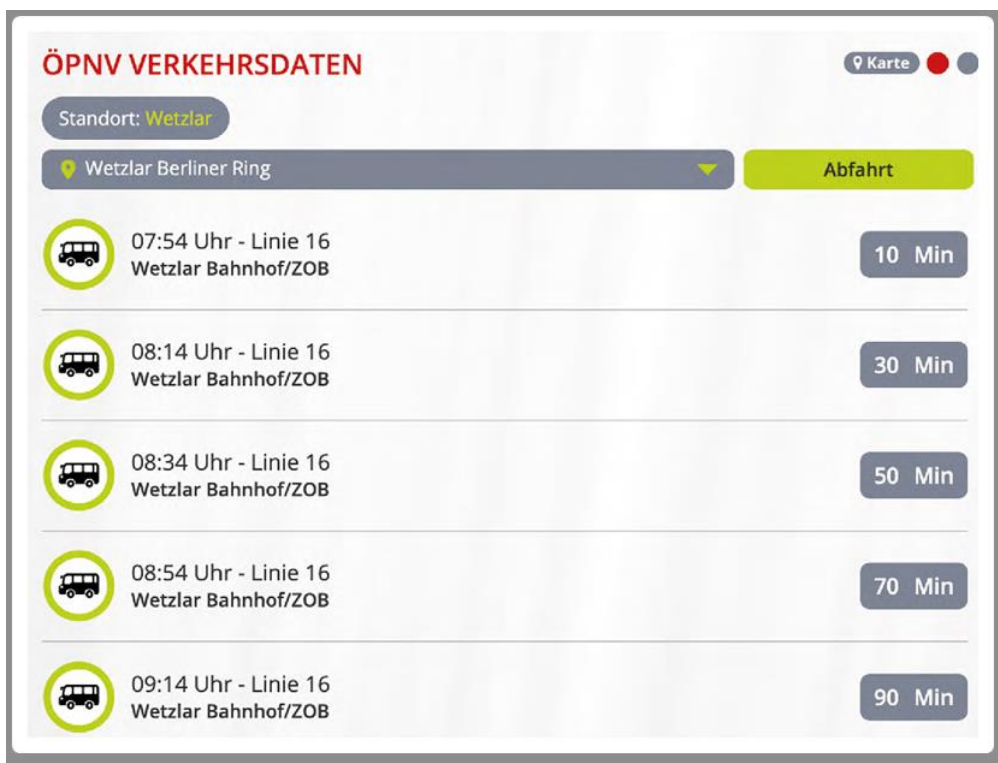


Abb. 17: Ansicht des ÖPNV-Abfahrtsmonitors

Baustelleninformationen in den Linienbussen der Wetzlarer Verkehrsbetriebe

Zusätzlich wurden Informationen über Fahrplanänderungen im Zusammenhang mit Straßenbaumaßnahmen auf Monitoren in den Stadtbusen geschaltet. Zunächst war ein Kartenausschnitt mit veränderten Linienwegen und Haltestellen vorgesehen. Dieser war aufgrund der relativ kleinen Monitore in den Fahrzeugen der Wetzlarer Verkehrsbetriebe jedoch schwer lesbar. Deshalb wurde stattdessen ein kurzer Text in großen Lettern auf mehreren Slides verwendet (s. Abb. 18-21). Um einen hohen Kontrast zu erzeugen und damit die Lesbarkeit weiter zu erhöhen (Stichwort: Barrierefreiheit), wurde eine schwarze Schrift auf gelbem Hintergrund gewählt.

Für den Test im Rahmen von VLUID wurden die Slides manuell mithilfe eines USB-Sticks in die Bordcomputer der Fahrzeuge eingespielt. Da diese Art der Information von den Fahrgästen positiv aufgenommen wurde, soll im Anschluss an VLUID eine mögliche Automatisierung dieser Informationen mit dem Software-Anbieter des Verkehrsunternehmens geprüft werden.

Für die Umsetzung dieses Informationsangebots ist es wichtig, Doppelmonitore in den Linienfahrzeugen zu nutzen, sodass neben der Information zu den Fahrplanänderungen

auch weiterhin die aktuelle Haltestellenreihenfolge angezeigt werden kann. Für ortsfremde Fahrgäste und bei Dunkelheit ist dies für die Orientierung nötig.



Abb. 18-21: Baustelleninformationen für die Monitore der Linienbusse

2.1.4.5 Kommunikationskonzept

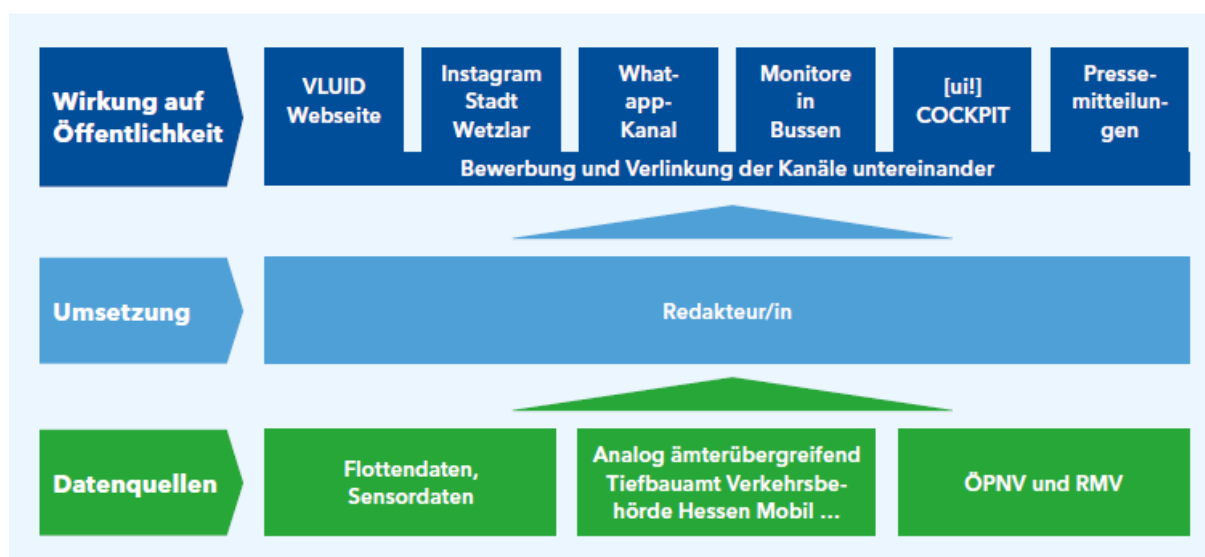


Abb. 19: Kommunikationsmaßnahmen im Projekt VLUID

Baumaßnahmen an Hauptverkehrsachsen führen bei den Verkehrsteilnehmenden oft zu Unmut. Häufig kritisieren sie etwa, dass an ein und derselben Stelle innerhalb kurzer Zeit wiederholt Baumaßnahmen durchgeführt werden. Die verbesserte Kommunikation mit der Öffentlichkeit kann dazu beitragen, die Unruhe rund um verkehrseinschränkende Baumaßnahmen zu minimieren – sei es durch die Optimierung vorhandener oder durch die Nutzung neuer Kommunikationskanäle. Dies war die Leitidee des Kommunikationskonzepts, das im Rahmen von VLUID entwickelt und an einer Testbaumaßnahme am Karl-Kellner-Ring in Wetzlar erprobt wurde.

Die erste Ideensammlung für eine Neuausrichtung der Kommunikation zu Großbaumaßnahmen war umfangreich: Neben dem [ui!] COCKPIT umfasste sie die Webseite der Stadt, Flyer, Briefe an die direkt Betroffenen, einen E-Mail-Newsletter, einen WhatsApp-Kanal, Social Media, Printmedien, eine Hotline, Rundfunkmeldungen, eine bessere Information innerhalb von Bussen zu Fahrplanänderungen, mobile LED-Anzeigen und die indirekte Weitergabe von Informationen an Navigationssysteme.

Aufbauend auf den Erfahrungen früherer Straßenbaumaßnahmen wurden für den Test im Rahmen von VLUID folgende Maßnahmen ausgewählt:

- die Verbesserung der Baustellen- und Verkehrsinformationen auf der städtischen Webseite;
- eine intensivere Einbindung von Social Media;
- die engere Zusammenarbeit mit Printmedien.

Als neue Maßnahmen wurden ausgewählt:

- die Bereitstellung von Informationen über die neu eingerichtete Webseite [ui!] COCKPIT;
- die indirekte Informationsweitergabe an Navigationssysteme;
- das Aufstellen von mobilen LED-Anzeigen;
- die bessere Information in Bussen zu Fahrplanänderungen;
- die Erstellung eines WhatsApp-Kanals.

[ui!] COCKPIT

Auf Grundlage der Ergebnisse der Partizipationsformate, des Sensitivitätsmodells, der Nutzwertanalyse und der fachlichen Einschätzungen (Kapitel 2.1.3) wurden folgende Kacheln ausgewählt, um Inhalte im [ui!] COCKPIT für die Öffentlichkeit bereitzustellen (siehe Abb. 20):

- „Stauinformationen“:
Echtzeit-Verkehrslageinformationen der Firma INRIX für Wetzlar und Umgebung werden genutzt, um Staus und erhöhte Fahrzeiten auf wichtigen Streckenabschnitten zu bestimmen.
Die Kachel zeigt für ausgewählte Strecken, mit wie viel mehr Reisezeit in Minuten, im Vergleich zum Idealfall, aktuell aufgrund von hohem Verkehrsaufkommen oder Stau, zu rechnen ist. Für alle Straßen in und um Wetzlar wird zusätzlich die Verkehrslage in der Kartendarstellung des [ui!] COCKPIT angezeigt (siehe Abb. 21).

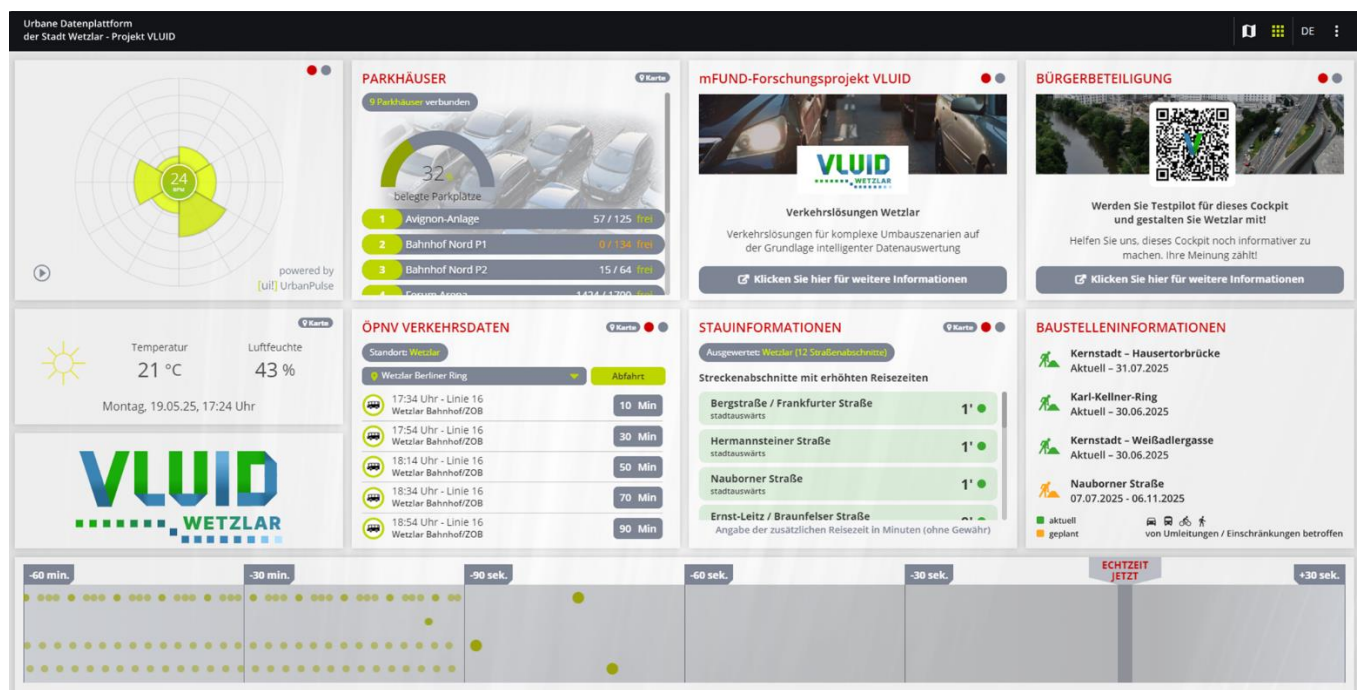


Abb. 20:[ui!] COCKPIT

- „Parkhäuser“: Die Anzeige von freien Parkplätzen wurde ausgewählt, um den Parksuchverkehr und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf den Verkehrsfluss und die Umwelt zu minimieren. Hierfür konnte ein vor längerer Zeit eingerichtetes städtisches System zur Erfassung und Zusammenführung von Parkhaus-Belegungsinformationen wieder erschlossen und an die Datenplattform angebunden werden.
- Der ÖPNV-Abfahrtsmonitor wird über die Open-Data-Schnittstelle des RMV gespeist
- Die Kachel „Baustelleninformationen“ war zum Redaktionsschluss dieses Leitfadens noch nicht umgesetzt. Sie soll nach Abschluss des Projektes VLUID in das städtische [ui!] COCKPIT implementiert werden. Allerdings wurde ein Entwurf der zukünftigen Kachel als Bild im [ui!] COCKPIT hinterlegt und durch die THM evaluiert. Die laufenden und geplanten Baumaßnahmen auf den Hauptverkehrsadern von Wetzlar sind dort bereits aufgelistet (s. Abb. 20). Die COCKPIT-Karte (s. Abb. 21) wird

zukünftig alle Baumaßnahmen in Wetzlar anzeigen. Ein Tooltip wird Verkehrsinformationen für den Kfz-, Rad- und Fußverkehr bereitstellen. Die entsprechenden Daten werden aus der digitalisierten Aufbruchgenehmigung und Verkehrsrechtlichen Anordnung automatisiert in die Datenplattform eingespeist.

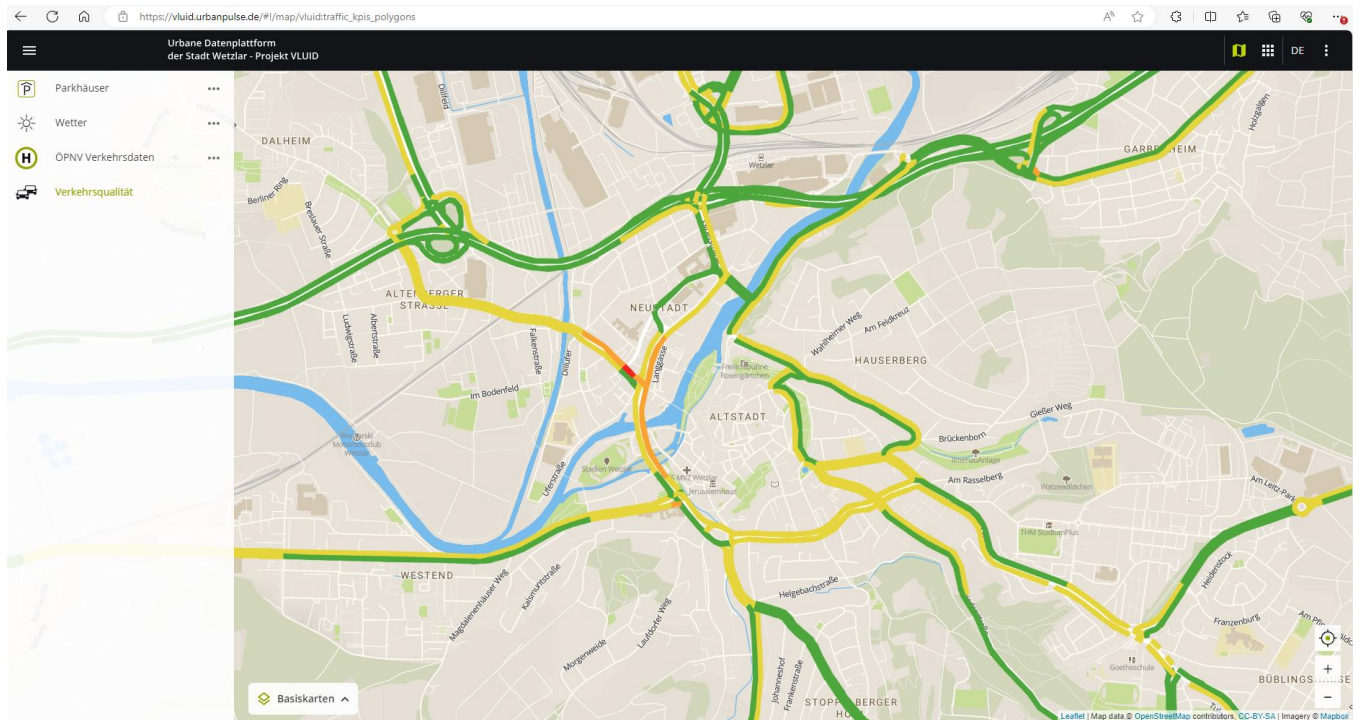


Abb. 21: [ui!] COCKPIT Kartenansicht

Städtische Website (VLUID-Webseite)

Auf der Website der Stadt Wetzlar wurde eine VLUID-Unterseite geschaffen (www.vluid.de). Für die Testbaumaßnahme am Karl-Kellner-Ring, einer der wichtigsten Hauptverkehrsadern der Stadt Wetzlar, wurde ein eigener Bereich erstellt. Ein FAQ liefert die wichtigsten allgemeinen Informationen, strukturiert nach den entsprechenden Fragen. Außerdem werden Informationen zu den einzelnen Bauphasen abgebildet, inklusive leicht verständlicher Karten mit Umleitungsempfehlungen. Ein kurzer Text mit QR-Code bewirbt zudem den VLUID-WhatsApp-Kanal. Die Webseite konnte in den ersten drei Monaten der Testbaumaßnahme deutlich über 4.000 Aufrufe pro Quartal generieren was für eine monothematische Seite der Stadt Wetzlar sehr gut ist.

Social Media

Die Social-Media-Kanäle der Stadt auf Instagram und Facebook wurden intensiver in die Kommunikation eingebunden. Der Beginn jeder Phase der Testbaumaßnahme wurde mit einer Woche Vorlauf in einem Beitrag angekündigt. Zwei Tage vor Beginn einer Bauphase sowie am ersten Tag der Bauarbeiten wurden Erinnerungen über die Story-Funktion veröffentlicht.

Printmedien

Die Zusammenarbeit mit der regionalen Tageszeitung wurde intensiviert, indem ihnen umfassendere Informationen zur ausgewählten Baumaßnahme im Karl-Kellner-Ring bereitgestellt wurden. Der Kern der Informationen bestand aus einer leicht lesbaren Umleitungskarte zu jedem Bauabschnitt und einem kurzen, erläuternden Text. Zudem verwiesen die Zeitungsartikel auf die VLUID-Webseite sowie auf den WhatsApp-Kanal. Die endgültige inhaltliche Gestaltung lag weiterhin bei den Redaktionen.

Indirekte Informationsweitergabe an Navigationssysteme

Bei veränderten Straßenführungen wurde der Status der betroffenen Straßenabschnitte in OpenStreetMap (OSM) auf „Construction“ geändert. Alle Navigationssysteme, die OSM als Datengrundlage nutzen, wurden daraufhin automatisch aktualisiert – so ließen sich entsprechende Informationen indirekt an Navigationssysteme weitergeben.

Mangels Automatismus, der die Änderungen ohne explizite Eingaben zurücksetzt, mussten die Änderungen am ersten und letzten Tag der veränderten Straßenführung manuell in OSM vorgenommen werden.

Vor allem bei Google Maps wurden gesperrte Straßenabschnitte und veränderte Verkehrsführungen unmittelbar abgebildet. Bei OSM erfolgte die Aktualisierung offenbar in längeren Intervallen.

Außerdem werden die Baustellendaten aus den Aufbruchgenehmigungen an die Mobilithek geliefert, sodass interessierte Firmen Zugriff auf diese Daten haben.

Mobile LED-Anzeigen

An wichtigen Verkehrsknoten rund um die Testbaumaßnahme wurden mobile digitale Informationstafeln (SWARCO LED-Wechselanzeigen) aufgestellt (s. Kapitel 2.1.4.1). Sie warnten die an den Ampeln wartenden Verkehrsteilnehmenden z. B. vor zu erwartenden Staus und verwiesen für weitere Informationen auf die Webseite der Testbaumaßnahme. Eine Nutzerbefragung belegte, dass die Hinweise auf den LED-Anzeigen von den Verkehrsteilnehmern als Hilfreich empfunden wurden.

Information in Bussen zu Fahrplanänderungen

Die durch die Testbaumaßnahme am Karl-Kellner-Ring in Wetzlar bedingten Fahrplanänderungen wurden auf den Monitoren der WVB-Linienbusse angezeigt (s. Kapitel 2.1.4.4). Eine nicht repräsentative Umfrage auf der Beteiligungsplattform der Stadt Wetzlar ergab mehrheitlich positive Rückmeldungen zu Verständlichkeit und Nützlichkeit der Informationen.

VLUID-WhatsApp-Kanal

Die letzte und aufwendigste prototypische Kommunikationsmaßnahme im Projekt VLUID war die Einführung eines WhatsApp-Kanals. Die Idee dahinter: Als verbreitet genutzter Instant-Messaging-Dienst ist WhatsApp eine direkte und einfache Möglichkeit, die Öffentlichkeit zu erreichen. Der WhatsApp-Kanal nutzte eine einfache Kartendarstellung der Baumaßnahme, um über Umleitungsempfehlungen und Zufahrten zu blockierten Institutionen (wie etwa der

Sparkasse) zu informieren. Auch die Zeiträume der Sperrungen in den jeweiligen Bauphasen sowie die konkreten Maßnahmen (etwa Sanierung der Fahrbahndecke oder Glasfaserausbau) wurden kommuniziert. Falls sich die Bauarbeiten verzögerten oder Veränderungen ergaben (etwa der Wegfall bestimmter Bushaltestellen und Ersatzhaltestellen), informierte der WhatsApp-Kanal ebenfalls darüber. Er sprach alle Verkehrsteilnehmenden (Kfz, ÖPNV, Rad- und Fußverkehr) an.

Im Projekt VLUID wurde der Kanal über die kostenfreie, einfache Version von WhatsApp-Business betrieben. Dies funktioniert über eine App auf dem Handy oder über WhatsApp Web. Bei der kostenfreien Version sind jedoch datenschutzrechtliche Bedenken zu berücksichtigen, da die Daten hier auf Servern von WhatsApp gespeichert werden. Eine umfassendere Version nutzt eine kostenpflichtige Schnittstelle und in den meisten Fällen einen externen Dienstleister, auf dessen Servern alle anfallenden Informationen gespeichert werden. In beiden Fällen können jedoch weder der Kanalbetreiber noch die Nutzenden Informationen über andere Nutzende einsehen, deshalb die Entscheidung auf die kostenfreie Version fiel. Im Kanal werden lediglich die Anzahl der Nutzenden und Emoji-Reaktionen auf Nachrichten angezeigt. Weil nur der Betreiber Nachrichten schreiben kann, erfüllt der Kanal eine reine Informationsfunktion ohne wechselseitigen Austausch. Wichtig war außerdem, WhatsApp in die Datenschutzerklärung der Stadt aufzunehmen und diese in der Kanalbeschreibung zu verlinken. An der gleichen Stelle wurde auch ein Link zur VLUID-Webseite eingefügt.

Erfahrungen aus der Erprobung des Kommunikationskonzepts

Die im Rahmen von VLUID erprobten Kommunikationsmaßnahmen haben gezeigt, dass eine frühzeitige und gezielte Kommunikation über verkehrsrelevante Baumaßnahmen wesentlich dazu beiträgt, Akzeptanz und Verständnis in der Bevölkerung zu erhöhen. Mit einer geeigneten Kommunikationsstrategie können Kommunen die Auswirkungen von Baumaßnahmen auf den Verkehr transparenter gestalten und negative Effekte verringern.

Besonders digitale Informationskanäle wie eine optimierte städtische Website, Social Media und ein WhatsApp-Kanal haben sich als wirkungsvoll erwiesen. Die Erfahrungen aus VLUID zeigen aber auch, dass eine ausgewogene Mischung aus digitalen und klassischen Informationskanälen erforderlich ist, um möglichst viele Bürgerinnen und Bürger zu erreichen. Dabei ist die enge Abstimmung und strukturierte Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Ämtern entscheidend, um eine verlässliche und einheitliche Informationsweitergabe sicherzustellen.

Eine der größten Herausforderungen bei der Erprobung der Kommunikationsmaßnahmen war der Informationsfluss zwischen den beteiligten Ämtern (Ordnungsamt/Verkehrsbehörde, Tiefbauamt, Pressestelle, VLUID-Team). Relevante Informationen mussten häufig manuell angefragt werden, was einen erheblichen Zeitaufwand bedeutete. Die Erfahrung aus dem Projekt VLUID zeigt: Die konsequente Weitergabe von Informationen durch die Bauleitung und die beteiligten Ämter, etwa über einen E-Mail-Verteiler, trägt dazu bei, dieses Problem zu lösen. Außerdem muss die Veröffentlichung von Informationen zwischen allen Beteiligten klar abgestimmt werden, damit keine Missverständnisse und Fehler entstehen.

2.1.5 AP 500 Evaluierung

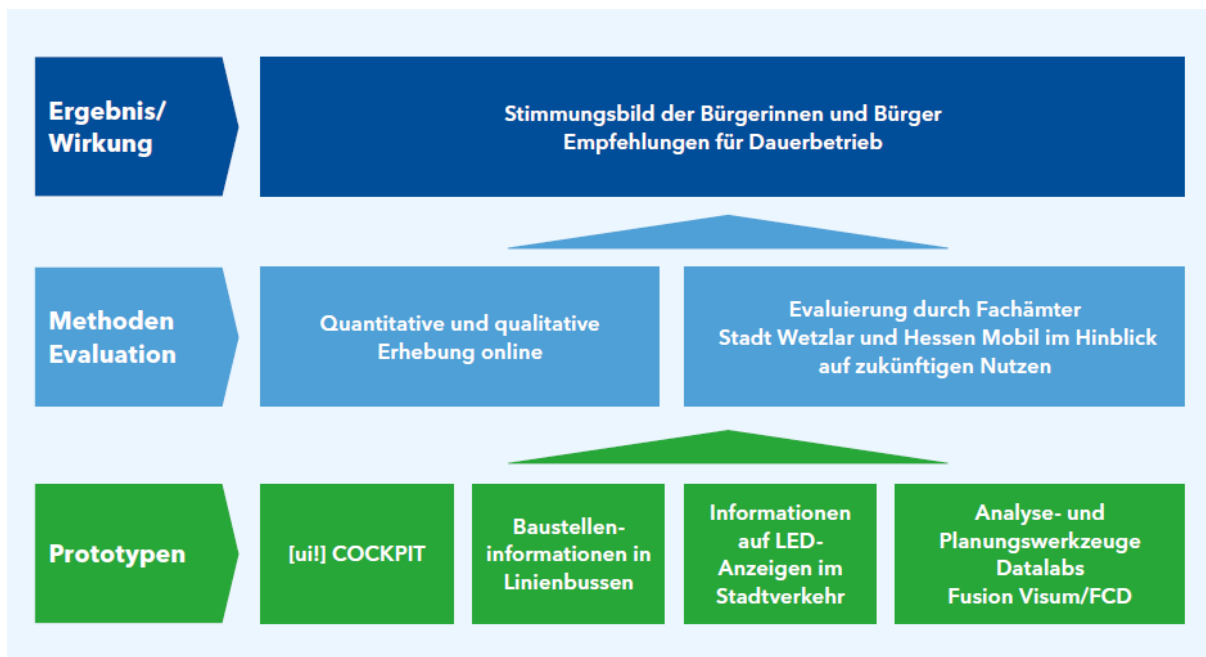


Abb. 22: Evaluierung der Prototypen

Die Ergebnisse aus der Umsetzung und Erprobung der Prototypen (AP 400) wurden in AP 500 evaluiert. Dabei wurde die Wirkung einzelner Prototypen bewertet. Das Ergebnis der Evaluierung war ein aktualisierter Lösungskatalog. Die positiv evaluierten Prototypen im finalen Lösungskatalog des Projekts VLUID werden im Anschluss an das Projekt weiterentwickelt und in den Regelbetrieb übernommen.

Evaluierung des [ui!] COCKPIT

Die THM evaluierte das [ui!] COCKPIT durch eine quantitative Bewertung, die per Online-Umfrage über die Beteiligungsplattform der Stadt Wetzlar erhoben wurde. 250 Personen aus Wetzlar und Umgebung nahmen an der Online-Umfrage teil (53,6 % waren männlich, 43,6 % weiblich, 2,8 % machten keine Angabe zum Geschlecht. 49 % kamen aus der Kernstadt, 32 % aus den Stadtteilen, 19 % aus umliegenden Orten. Alle Altersgruppen ab 16 Jahren waren repräsentiert).

Den Angaben der Teilnehmenden zufolge nutzen die meisten das Auto (81 %). Das Fahrrad (7 %), der ÖPNV (6 %), Fußgängerinnen und Fußgänger (5 %) sowie sonstige Verkehrsmittel (1,5 %) folgen mit großem Abstand. Die Online-Umfrage ergab, dass die Mehrheit der Teilnehmenden das [ui!] COCKPIT nützlich fand (9,6 % stimmten einer entsprechenden Aussage voll zu, 44,8 % stimmten zu, 28,8 % stimmten teilweise zu, 16,8 % stimmten nicht oder eher nicht zu). 72 % der Teilnehmenden bewerteten es außerdem als insgesamt benutzerfreundlich (22,8 % stimmten dieser Aussage voll zu, 49,2 % stimmten zu). 48,8 Prozent der Teilnehmenden konnten sich vorstellen, das [ui!] COCKPIT in Zukunft regelmäßig zu nutzen, 48 Prozent würden es weiterempfehlen. Die Wichtigkeit der Kacheln wurde folgendermaßen eingeordnet (Mehrfachnennungen möglich): Baustelleninformationen (28,3 %), Stauinformationen (27,2 %), Parkhausinformationen (21,5 %), ÖPNV-Informationen (12,7 %).

Insgesamt lassen diese Ergebnisse den Schluss zu, dass das [ui!] COCKPIT verständlich und nutzerfreundlich gestaltet ist und dass die Nutzerinnen und Nutzer sich wünschen, dass der Betrieb fortgeführt wird. Viele sehen im [ui!] COCKPIT nicht nur Vorteile für die eigene Routenplanung, sondern auch einen Mehrwert für die Umwelt oder für eine Verbesserung der Lebensqualität in der Stadt. Durch ergänzende Freitextantworten konnten die Befragten außerdem Verbesserungsvorschläge machen.

WhatsApp-Kanal: Feedback der Abonentinnen und Abonenten

Der WhatsApp-Kanal wurde zuletzt von 284 Abonentinnen und Abonenten genutzt. In einer kurzen Umfrage gaben drei Viertel der Teilnehmenden an, die Informationen im Kanal sehr hilfreich zu finden, fast ein Viertel immerhin eher hilfreich. Die meisten gaben an, dass vor allem die geplanten Sperrungen für sie interessant seien (90 %), gefolgt von der Umleitungskarte (67 %), den Updates zum Bauverlauf (53 %) und zuletzt den Umleitungsempfehlungen in Textform (40 %, Mehrfachauswahl möglich). Während der Kanal für 31 Prozent der Befragten keinen Einfluss auf deren Routenplanung hatte, führte er bei 35 Prozent zu einer anderen Routenplanung und bei 45 Prozent zur Einplanung von mehr Zeit (Mehrfachauswahl möglich). Über 95 Prozent der Befragten gaben an, dass sie auch in Zukunft einen solchen Kanal nutzen würden.

Für die Prototypen „Informationen zu Baustellen in Linienbussen“ und „Informationen und Wegweisungen über LED-Tafeln im Straßenraum“ wurden kleinere Nutzerbefragungen über die Online-Beteiligungsplattform der Stadt Wetzlar bzw. über den VLUID-WhatsApp-Kanal durchgeführt. Die Ergebnisse waren durchweg positiv.

Datalabs

Im Bereich der Planung wurden beide Datalabs grundsätzlich positiv evaluiert. Sie werden von vorhandenen und neuen Datenquellen gespeist (Schleifen, Videodetektion an Lichtsignalanlagen, RTB-Detektoren auf den Landstraßen im Zulauf auf Wetzlar, TEU zur Stauerfassung und FCD). Die Datalabs tragen den aktuellen Verkehrszustand (Verkehrslastungen und Geschwindigkeiten) zusammen, speichern die Daten und bereiten sie visuell auf. Über definierbare Abfragen oder Filter können die Datalabs diese Daten anzeigen und ausgeben. Die Datalabs bieten den Fachämtern somit einen Überblick über den aktuellen, aber auch über den zurückliegenden Verkehrszustand. Durch Analysen der gesammelten Verkehrsdaten kann die Verkehrsplanung optimiert werden.

Fusion PTV Visum/FCD

Das im Rahmen von VLUID erarbeitete Verkehrsmodell aus der Fusion von Visum und FCD bietet eine fundierte Basis, um die verkehrliche Wirkung von Großbaumaßnahmen zu untersuchen – etwa bei den anstehenden Maßnahmen im Zuge der Gloelstraße (Bahnquerung Hermannsteiner Brücke) und der B 49. Daraus gewonnene Erkenntnisse können bei der Verkehrsplanung von Baumaßnahmen wichtige Entscheidungshilfen sein – zum Beispiel bei der Festlegung von Umfahrungsrouten oder den Einsatzorten von LED-Anzeigen oder Detektoren. Auch während der Baumaßnahmen lassen sich mithilfe von FCD, ohne aufwendige Erzeugungsrechnungen in PTV durchführen zu müssen, Veränderungen von Quelle-Zielbeziehungen verifizieren und quantifizieren.

3 AP 600 Verwertung und Veröffentlichung der Projektergebnisse

Im Datenraum Wetzlar wurden Datenquellen für Baustellen in Wetzlar sowie für die Verkehrsarten Kfz (inkl. Parken), Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr vernetzt. Auf Basis der Evaluationsergebnisse haben alle Partner gemeinsam den Lösungskatalog VLUID aktualisiert. Die Prototypen, welche in dieser letzten Fassung aufgelistet sind, werden in den Regelbetrieb übernommen und weiterentwickelt. Der finale Lösungskatalog entspricht den Prototypen, welche in Kapitel 2.1.4 ausführlich beschrieben sind.

Hier noch einmal eine Auflistung/Zusammenfassung der Ergebnisse:

- Schaffung eines Datenraums „Mobilität und Straßenbaumaßnahmen“ Wetzlar in welchem sowie folgende Anwendungen
- [ui!] COCKPIT als Website für die Öffentlichkeit (mit „Baustelleninformationen“, „Stauinformationen“, „ÖPNV-Verkehrsdaten“, „Daten zu Parkhäusern“)
- [ui!] TRAFFIC Sensor Datalab: Ein Analysewerkzeug für Verkehrsfachleute.
- [ui!] TRAFFIC FCD Datalab eine Idee von [ui!] für ein weiteres Verkehrsanalysetool als Prototyp. Da die FCD-Datengrundlage, die für diese Anwendung, die von [ui!] zur Verfügung gestellt wurde nicht ausreichend war, um belastbare Ergebnisse zu liefern besteht hier noch größerer Ausbaubedarf.
- Konzeption und Einrichtung eines Reallabors im Rahmen einer Baumaßnahme an einer Hauptverkehrsachse in Wetzlar, dem Karl-Kellner-Ring (L 3053), mit Sensoren für kamerabasierte Stauerfassung (TEUs, Traffic Eye Universal der Firma Yunex), Verkehrslenkung durch mobile LED-Anzeigen der Firma SWARCO und Erhebung von Fuß- und Radverkehr durch Zählgeräte der Firma Neo.Sens.
- Ein Kommunikationskonzept zur Begleitung von Straßenbaumaßnahmen, das Informationen über das [ui!] COCKPIT, einen WhatsApp-Kanal, Social Media, klassische Printmedien, Informationen in Linienbussen und eine VLUID-Website umfasst. Die Stadt Wetzlar hat über die eigene Online-Beteiligungsplattform sowie über den VLUID-Whatsapp-Kanal ein Stimmungsbild zu den neuen Baustellen-/Verkehrsinformationen durchgeführt. Die einzelnen Komponenten wurden durchweg positiv bewertet. Überdies hat die THM (Technische Hochschule Mittelhessen) die Handhabbarkeit des [ui!] COCKPITS und die Akzeptanz in einer wissenschaftlichen Studie bewertet.
- Implementierung von Fahrgastzählssystemen der Firma „iris intelligent sensing“ in sechs Linienbussen für die Erfassung der Auslastung der Fahrzeuge sowie der Ein- und Aussteiger an den jeweiligen Haltestellen als Grundlage für die Optimierung der ÖPNV-Planung und ggf. Einsatz zur Fahrgastinformation und Fahrgastlenkung. Auswertungen erfolgen über das bei den Wetzlarer Verkehrsbetrieben vorhandene Datalab der Firma IVU.
- Die Stadt Wetzlar hat (gemeinsam mit allen Partnern) einen Leitfaden aus den Ergebnissen von VLUID erstellt, welcher veröffentlicht wurde und somit anderen Kommunen mit ähnlichen Herausforderungen im Bereich Straßen-Großbaumaßnahmen zur Verfügung steht.
- Aufbereitung und Integration von Floating Car Daten Matrizen (FCD) in den Arbeitsprozess mit der Verkehrsplanungssoftware PTV Visum durch den Unterauftragnehmer der Stadt Wetzlar Schlothauer & Wauer, Wiesbaden. FCD erwiesen sich als ein geeignetes Instrument für eine schnelle und unmittelbare Betrachtung der Verkehrsnachfrage. FCD stellen jedoch noch keine vollständig repräsentative Stichprobe dar. Daher ist jeweils zu prüfen, ob sie im entsprechenden Untersuchungsfall einsetzbar sind. Eine Kalibrierung der Matrix an lokalen Zähldaten ist jedenfalls notwendig, um ein valides Verkehrsmodell zu erhalten, das als Basis für verkehrliche Wirkungsbetrachtungen von Baumaßnahmen dienen kann.

Die Daten der angebotenen Quellen für Baustellen der Stadt Wetzlar und Hessen Mobil sowie Zählraten der Zählsensoren (RTB-Sensoren) von Hessen Mobil werden über die Datenplattform der Stadt Wetzlar an die Mobilität zur Verfügung gestellt.

Nicht nur die beschafften Schnittstellen, Erfassungs- und Aktorik-Komponenten sowie die daraus entstandenen technischen Anwendungen werden im Management von Straßen-Großbaumaßnahmen in Wetzlar weiterentwickelt und in den Regelbetrieb übernommen, sondern auch das Kommunikationskonzept inklusive dem Whatsapp-Kanal mit aktuellen Verkehrsinformationen.

Veröffentlichung der Projektergebnisse

Die Veröffentlichung des Sachstands bzw. der Ergebnisse von VLUID erfolgte seit 2022 laufend z. B. über mehrere Pressemitteilungen, auf Messen und Kongressen sowie durch den Projektpartner THM in wissenschaftlichen Publikationen. Außerdem wurde die Projektwebsite www.vluid.de zu Projektbeginn eingerichtet und während der Laufzeit fortlaufend aktualisiert. Im Bereich „Aktuelles und Presse“ werden ausgewählte Veröffentlichungen bereitgestellt.

Hier ein Auszug der Veröffentlichungen:

- Präsentation des Projektes auf der Informationsveranstaltung zur B 49, des Projektpartners Hessen Mobil, zu den geplanten Baumaßnahmen im Zusammenhang mit dem Abriss der Hochbrücke B 49 am 20.05.2022 und 28.10.2024 in der Stadthalle Wetzlar.
- Veröffentlichungen von Pressemitteilungen in der lokalen Tageszeitung
- Informationsstand auf dem Wetzlarer „Brückenfest“ 2022 und 2024
- Präsentation des Projektes auf der Messe polisMOBILITY, Köln 2022 und 2023
- Vorstellung des Projektes auf der mFUND-Konferenz am 13. Und 14. September 2022 in Berlin
- Vorstellung des Projektes bei dem Besuch einer Delegation aus der Stadt Limburg/Hessen 2023
- Bürgerbeteiligungen 2022 und 2024 durch die THM
- Vorstellung des Projektes auf dem hessischen Kongress „Digitale Städte – Digitale Regionen“ am 28.09.2022
- Vorstellung des Projektes im Rahmen der 18. Conference on Computer Science and intelligence Systems, am 17.09.2023 in Warschau
- Vorstellung des Projektes auf der Konferenz „Stadt-Land-Zukunft – Konferenz Zukunftsstadt 2024“, am 13. Und 14. März 2024 in Berlin, Veranstalter BMBF
- Vorstellung des Projektes im Seminar "Straßenbetrieb und Verkehr", am 25.06.2025, in Friedberg/Hessen, Veranstalter VSVI (Vereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure Hessen e. V.
- Es wurde aus den Projektergebnissen ein Leitfaden erstellt, welcher bislang auf der VLUID-Website und der Website des VSVI veröffentlicht wurde

Geplant ist eine Bewerbung für den Deutschen Ingenieurpreis 2027.

4 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

In dem Verbundprojekt „VLUID“ mit fünf Projektpartnern war bei einer Gesamtfördersumme von rd. 3 Mill. € der wesentliche Anteil des geplanten Aufwands in Höhe von rd. 1,56 Mill. €

bei dem Konsortialführer Stadt Wetzlar budgetiert (Förderquote Stadt Wetzlar: 90%). Von diesem städtischen Budget waren am Ende der dreieinhalbjährigen Projektdauer rd. 1 Mill. € tatsächlich verausgabt. Dieser Betrag verteilte sich mit rd. 540.000 € auf die Personalkosten für die im Projekt beschäftigten Mitarbeitenden, mit rd. 75.000 € auf beschaffte EDV-Lizenzen, rd. 150.000 € auf erteilte Aufträge, insbesondere für verkehrsplanerische und verkehrstechnische Leistungen; rd. 7.000 € für allgemeine Verwaltungsaufgaben und rd. 230.000 € auf die Beschaffung von Hardwarekomponenten für die Verkehrsdatenerhebung.

Die Einsparungen gegenüber der im Zuwendungsbescheid budgetierten Planung resultierten vorwiegend aus geringeren Personalaufwendungen (Einsparung rd. 230.000 €) und den Beauftragungen für verkehrsplanerische Leistungen (Einsparung rd. 300.000 €). Der Einsparung bei den Personalaufwendungen lag zugrunde, dass die Besetzung der Projektmitarbeiterstellen sich schwierig gestaltete und erst nach zwei Projektjahren 2,5 der ursprünglich 3 budgetierten Stellen besetzt waren (bis dahin nur 2 Stellen). Durch die zeitlich erst spät im Projekt erfolgende Festlegung der umzusetzenden Anwendungsfälle („use-cases“) für die Datenerhebung und die u.a. durch das Fördermittelregime verursachte Verspätung bei der Beschaffung der Hardwarekomponenten für die Verkehrsdatenerhebung lagen nutzbare Verkehrsdaten für die verkehrsplanerische Analyse erst relativ spät vor, so dass die von dem beauftragten Verkehrsplanungsbüro zu erbringenden Leistungen deutlich geringer ausfielen als geplant. Da diese Entwicklung sich im Laufe des Projekts abzeichnete, erfolgten im Projekt in Absprache mit dem Projektträger mehrfach Kürzungen der Fördermittelansätze.

5 Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens

Die aktuellen technischen und wissenschaftlichen Entwicklungen wurden von uns kontinuierlich verfolgt. Im Berichtszeitraum sind uns keine neuen Erkenntnisse oder Ergebnisse bekannt geworden, die relevante Auswirkungen auf Ziele oder Vorgehen des VLUID-Projekts gehabt hätten.