

Ein Navi für den ÖPNV: Das F&E-Projekt *DYNAMO*

Von Stephanie Babian, Frankfurt a. M.; Jörg Franzen, Berlin;
Daniel Schmidt, Hannover; Martina Stegemann, Frankfurt a. M.;
Anja Wiegand, München*)

Projektpartner und Struktur – Testfeld Mitte – Testfeld Süd – Ausblick

Die Mobilitätsinformation steht vor ständig neuen Herausforderungen. Steigende Komplexität durch immer mehr Mobilitätsanbieter am Markt, wachsende Ansprüche der Fahrgäste und die zunehmende Verbreitung von sozialen Medien sind nur einige davon. Wie kann eine App aussehen, die all diesen Anforderungen gerecht wird? Dieser Frage ging das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „*DYNAMO* – Dynamische, nahtlose Mobilitätsinformation“ nach. *DYNAMO* wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Forschungsinitiative „Von Tür zu Tür – eine Mobilitätsinitiative für den Öffentlichen Personenverkehr der Zukunft“ gefördert. Das F&E-Projekt wurde Ende März 2016 nach gut zweieinhalb Jahren Laufzeit erfolgreich abgeschlossen. Im Folgenden werden einige der erarbeiteten Ergebnisse vorgestellt.

1. Projektpartner und Struktur

Neun Partner haben in *DYNAMO* zusammengearbeitet: die Rhein-Main-Verkehrsverbund Servicegesellschaft mbH (rms) als Konsortialführer, die Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH (RMV) und der Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH (MVV), die MENTZ GmbH, die HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, die IVU Traffic Technologies AG, das Institut für Automation und Kommunikation e. V. (ifak), die TU Dresden mit dem Institut für Wirtschaft und Ver-

kehr sowie der Juniorprofessur „Software Engineering Ubiquitärer Systeme“ und die BLIC Beratungsgesellschaft für Leit-, Informations- und Computertechnik GmbH.

Das Projekt unterteilte sich in fünf Phasen. Zunächst wurden die Anforderungen sowohl der Nutzer als auch der Betreiber an die inhaltliche Gestaltung und die Ausprägungen der beabsichtigten Dienste untersucht. In Phase 2 wurden auf Basis der Ergebnisse entsprechende Dienste konzipiert; die inhaltlichen Schwerpunkte lagen dabei auf den Themen Ortung, Routing & Navigation, Intermodale Vernetzung, Dynamische Begleitung, Soziale Medien und Barrierefreiheit. Das Datenkonzept legte die theoretischen Grundlagen für die Datenversorgung diverser in *DYNAMO* entstehender Dienste und Services. Im Bedienkonzept wurden Vorlagen für die Nutzerführung in Apps zu den verschiedenen Basisdiensten entwickelt. In der dritten Projektphase wurden die Testsysteme („Demonstratoren“) für die beiden Testregionen MVV und RMV entwickelt, implementiert und ihre Funktionen getestet. Die beiden Regionen verfolgten hierbei unterschiedliche Schwerpunkte: Der MVV behandelte im „MVV-Komfort-Router – Komfortabel und sicher ans Ziel“ insbesondere die Themen Barrierefreiheit sowie Routing und Navigation. Im Demonstrator „RMV – iNet“ lag der Fokus auf der intermodalen Vernetzung und der Integration sozialer Medien.

Um die entwickelten Dienste zu evaluieren, wurden in der vierten Projektphase zwei Feldtests in den beiden Modellregionen RMV und MVV durchgeführt. Eine vergleichende Gesamtevaluation bewertete die Ergebnisse aus beiden Regionen. Aufbauend auf den bis dahin gewonnenen Erkenntnissen wurden in der fünften Phase ein Betreibermodell entwickelt und Möglichkeiten einer Vermarktung untersucht. Im gesamten Projektverlauf wurden Nutzer- und Interessensgruppen kontinuierlich eingebunden.

*) B.Sc. Geogr. Stephanie Babian (33) ist seit 2013 bei der rms GmbH im Themenfeld Datenmanagement tätig. Als Leiterin des *DYNAMO*-Projektbüros ist sie in allen Belangen erste Ansprechpartnerin der Projektpartner und zuständig für die Qualitätssicherung der Berichte sowie die Betreuung der Öffentlichkeitsarbeit. Jörg Franzen M.A. (44) arbeitet seit 2001 bei der IVU Traffic Technologies AG in Berlin als Projektleiter für die Fahrplandatenmanagement-Software IVU.pool. Er war während des Studiums der Wirtschaftsgeographie, Geographie und Internationalen Technischen und Wirtschaftlichen Zusammenarbeit an der RWTH Aachen und in der Folgezeit mehr als vier Jahre beim Aachener Verkehrsverbund tätig. Im Projekt *DYNAMO* war er der IVU-Projektleiter mit Fokus auf die IVU.pool-Erweiterungen. Dipl.-Math. oec. Daniel Schmidt (37) arbeitet seit 2012 bei der HaCon Ingenieurgesellschaft mbH in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung. Dort arbeitet er als Projektleiter für nationale und internationale Forschungsprojekte und entwickelt die Mobilitätsplattform HAFAS weiter. Dipl.-Geogr., M.Eng. Martina Stegemann (45) leitet seit 2011 das Themenfeld Datenmanagement der Rhein-Main-Verkehrsverbund Servicegesellschaft mbH (rms). Dort ist sie zuständig für die Themen Datenmanagement und Fahrgastinformation im ÖPNV, insbesondere Echtzeitdaten und Echtzeitinformationssysteme. Sie ist Gesamtprojektleiterin im Konsortium des Forschungsprojektes *DYNAMO*. M.Sc. Anja Wiegand (28) ist seit 2013 bei MENTZ GmbH als Projekttechnikerin im Support angestellt. Neben der Betreuung von internationalen Kunden arbeitet sie auch in diversen Forschungsprojekten mit. Unter anderem ist sie in dem Forschungsprojekt *DYNAMO* tätig und seit Projektbeginn als Ansprechpartnerin dabei. Von 2007 bis 2013 studierte sie Geodäsie und Geoinformation an der TU München.

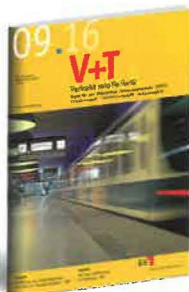
Anzeigenschluss

für das Heft 09/2016 der Fachzeitschrift **V+T** –
Verkehr und Technik ist der **16. August 2016!**

Thematischer Schwerpunkt in dieser Ausgabe:

Schienefahrzeug- und Omnibustechnik

Achtung: Ihre Anzeige erscheint ohne Mehrkosten
auch im eJournal!



Ihr Anzeigenauftrag erreicht uns unter:

Tel. (030) 25 00 85 - 626

Fax (030) 25 00 85 - 630

Anzeigen@ESVmedien.de

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

Auf Wissen vertrauen

2. Testfeld Mitte

Die Themen ÖV- und IV-Datenversorgung, intermodale Vernetzung, ÖV- und Individualverkehrsrouting sowie die App-Entwicklung wurden von den Partnern rms, RMV, IVU und HaCon bearbeitet.

2.1 Datenbasis ÖV (IVU.pool)

Nach zehn Jahren Erfahrung in der Datenversorgung für barrierefreies ÖV-Routing mit IVU.pool erschien es sinnvoll, das Modul „Umsteigebauwerke“ neu zu entwickeln, um es für die DYNAMO-Anforderungen auf eine moderne technologische Grundlage zu stellen.

Die Anforderungen fokussierten auf einer komfortableren und detaillierten Haltestellenmodellierung (insbesondere von komplexen Stationen). „Von Tür zu Tür“ sollte in DYNAMO nämlich nicht nur die erste und letzte Meile berücksichtigen, sondern auch das ÖV-Mittelstück der Verbindung, und den Fahrgast insbesondere beim Umsteigen besser unterstützen.

Während das Vorgängermodul, das in den F&E-Projekten „BAIM – Barrierefreie ÖV-Information für mobilitätseingeschränkte Menschen“ und „BAIMplus – Mobilität durch Information“ verwendet wurde, auf eine tabellarische Bearbeitung der Fußwegrelationen innerhalb eines Bauwerks setzte, wurde der Nachfolger mit

dem Schwerpunkt einer grafischen Datenpflege entwickelt. Der grafische Ansatz zur Pflege des Knoten- und Kantenmodells für Bauwerksorte (Zugänge, Gleise, Masten und Zwischenpunkte) und Bauwerksfußwege (niveaugleich, Treppe, Rolltreppe, Rampe und Aufzug) ist deutlich intuitiver, wobei die Tabellenansicht aber weiterhin verfügbar ist. Aus Produktsicht war es wichtig, eine hohe Flexibilität bei den möglichen Datengrundlagen für die grafische Verortung und Fußweggestaltung zu erlauben. Die Bandbreite reicht daher von maßstäblichen Grundlagen wie OSM-Kartenausschnitten oder Bauzeichnungen bis zu nicht-maßstäblichen wie 2,5D-Darstellungen (z. B. Aufriss-Zeichnungen der Deutschen Bahn) oder schematisierten Plänen (z. B. RMV-Stationspläne). In der Regel braucht es zunächst etwas Überzeugungsarbeit, damit Verkehrsunternehmen Bahnhofsbauezeichnungen liefern. Liegen solche detaillierten Grundlagen jedoch vor, ersparen sie dem Bearbeiter Feldarbeit: Aufwändige Vor-Ort-Erhebungen im Bauwerk (z. B. zur Fußweglängenermittlung) entfallen oder können auf ein Mindestmaß reduziert werden. Die Datenerfassung im Modul geht dank der grafischen Bearbeitung leichter und schneller von der Hand (Bild 1). Bei georeferenzierten, maßstäblichen Plänen wird die Fußweglänge z. B. automatisch ermittelt. Der grafische Ansatz erleichtert gegenüber

abstrakten Tabellendarstellungen auch die Qualitätssicherung der Daten. Die eigene Erfassung der Fußwege macht zudem unabhängig von externen Datenquellen – die Daten gehören in jedem Fall dem Verbund oder Verkehrsunternehmen.

Zu den Erweiterungen im Modul gehört auch die Möglichkeit, POIs im Bauwerk (z. B. Reisezentrum, Ladengeschäfte) zu pflegen und für das Routing anzubinden. Zusätzlich können neben ÖV-Bauwerken auch sogenannte POI-Bauwerke (öffentliche Gebäude wie z. B. Museen) mit ihren Fußwegnetzen gepflegt und via Datenexport an den IV-Router und HAFAS übergeben werden.

Der grafische Ansatz eröffnet viele Möglichkeiten, Datengrundlagen für Anwendungen zu schaffen, die insbesondere die Navigation des Fahrgastes beim Umsteigevorgang unterstützen. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang der „Realgraph für Fußwege“ – dabei handelt es sich um Fußwege mit Stützpunkten, die den tatsächlichen Wegeverlauf um Hindernisse herum berücksichtigen. In der Auskunft kann der tatsächliche Fußweg dann für die Anzeige verwendet werden. Der „Realgraph für Fußwege“ ist auch die Grundlage für sogenannte „Realgraph-Annotationen“. Dies sind Texte an den Fußwegkanten, die optional eingepflegt werden können. Der wichtigste Anwendungsfall hierfür sind Navigationsanweisungen (z. B. „Auf

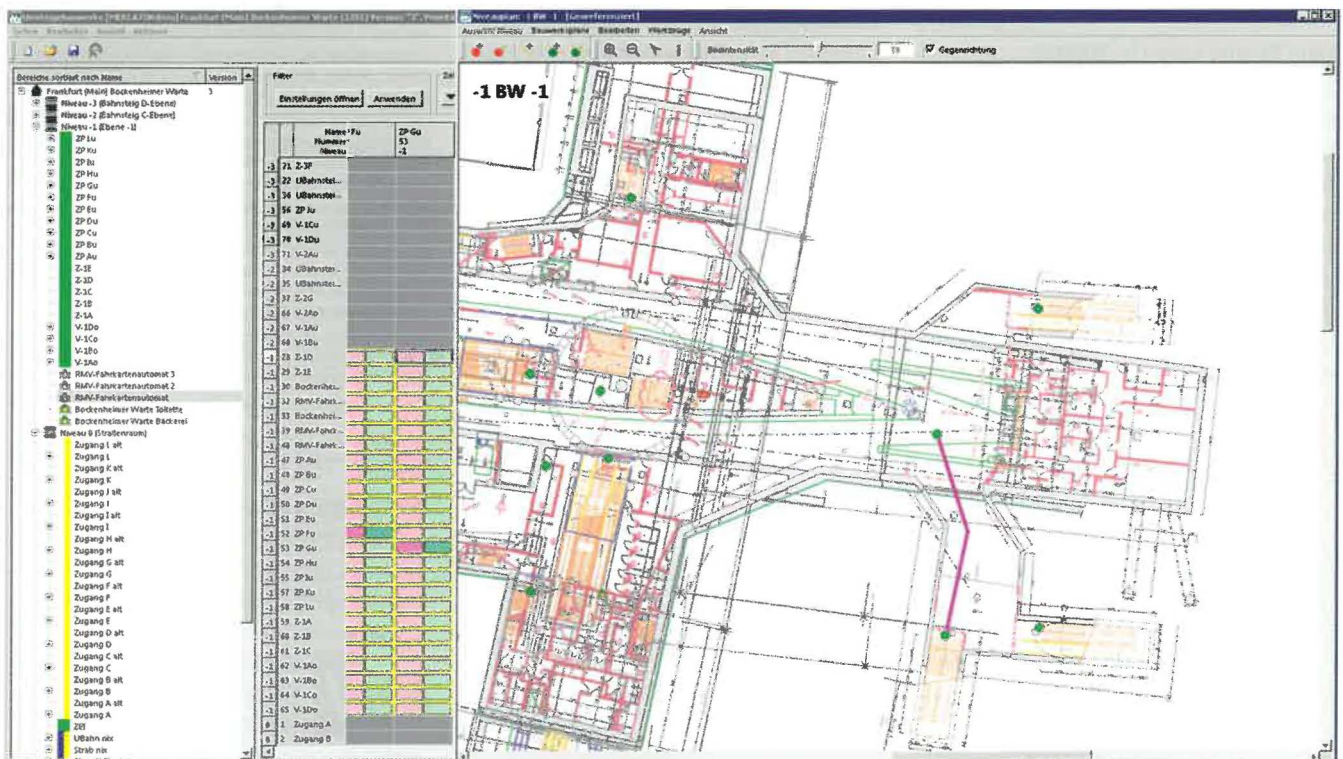


Bild 1: Bauzeichnung des U-Bahnhofs Bockenheimer Warte im grafischen Editor von IVU.pool (Bild: Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH)

der Verteilerebene hinter dem Kiosk links zu Gleis 4 abbiegen.“). Möglich ist auch das Hinterlegen von Bildern an den Fußwegknoten oder -kanten, die zum einen dem Bearbeiter die Orientierung bei der Bauwerkspflege erleichtern als auch für eine App-gestützte Bildnavigation durch das Gebäude für den Fahrgast verwendet werden können.

Die Datenbereitstellung für HAFAS erfolgt über das entsprechende IVU.pool-Exportmodul, das HAFAS-Rohdatenerweiterungen, z. B. den Realgraph für Fußwege, berücksichtigt. Einzelne Umsteigebauwerke, seien es ÖV- oder POI-Bauwerke, können im OSM-Format bereitgestellt werden. Dabei wurde in Absprache mit dem Projektpartner MENTZ dessen Modellierungsvorschlag übernommen. Das hausinterne ISA-Format (IVU.pool-Standard-ASCII) wurde ebenfalls um die Bauwerkserweiterungen ergänzt. Über das ISA-Format und das DINO-Format von MENTZ erfolgt im vom BMVI geförderten Vorhaben „DELFIplus“ u. a. auch der Transfer von Barrierefreiheits- und Bauwerksinformationen, so dass der Datenaustausch zwischen den beiden Systemwelten gewährleistet ist.

2.2 Datenbasis IV und IV-Routing

Die Datenbasis für das Individualverkehrsrouting basiert im Testfeld Mitte auf zwei Quellen: Für das Fußgänger- und Pkw-Routing wird OSM verwendet, für das Fahrrad-Routing wird das Radwegenetz Hessen der ivm GmbH (Integriertes Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt RheinMain) bereitgestellt und für den IV-Router IVU.routing aufbereitet. Dieses Beispiel verdeutlicht die Flexibilität von IVU.routing bei der Einbindung von Routingdaten aus unterschiedlichen Quellen. Diese Solldatenlage wird durch MIV-Echtzeiteinformationen (z. B. zu Sperren und Baustellen) aus dem Mobilitäts-Daten-Marktplatz (MDM) ergänzt. Die Herausforderung dabei: Istdaten und Solldaten müssen zusammenpassen, damit die Ist-Störung beim IV-Routing auf Basis von Soll-Daten an der richtigen Stelle zur richtigen Zeit berücksichtigt wird. Die aktuelle Routenempfehlung kann dann aus einer Umfahrung der Störung bestehen.

Eine wesentliche funktionale Erweiterung ist der sogenannte Moduswechsel. Häufig berechnen IV-Router in Kombination mit einer Fahrplanauskunft die erste und/oder letzte Meile nur für ein



Bild 2: IV-Routing mit Moduswechsel (Testfeld Mitte)

Verkehrsmittel; auf dem IV-Teilstück der Gesamtverbindung ist kein „Umsteigen“ in ein anderes IV-Verkehrsmittel möglich. Der Themenschwerpunkt „Intermodale Vernetzung“ mit der Berücksichtigung neuer Mobilitätsgewohnheiten wie Car- und Bike-sharing als Teil der Wegekette ist jedoch nur umsetzbar, wenn genau dieses „Umsteigen“ in ein anderes IV-Verkehrsmittel möglich ist (z. B. Wechsel von der Fußgänger- in die Fahrradnavigation auf dem Weg zwischen zwei Bikesharing-Stationen hin zu einer S-Bahn-Station). Dieser Verkehrsmittelwechsel innerhalb der IV-Route wird Moduswechsel genannt und wurde für DYNAMO in IVU.routing umgesetzt (Bild 2). Wichtig dabei ist natürlich ein sinnvoller IV-Verkehrsmittelmix, der nicht den Weg zum Ziel macht.

Die für DYNAMO entwickelte IV-Ziel-führung (IVU.navigation) unterstützt eine räumliche Abweichungserkennung mit Re-Routing (Abweichung vom vorgeschlagenen Weg) sowie eine zeitliche Abweichungserkennung (z. B. Anschlussgefährdung, wenn der Nutzer zu langsam geht) inklusive der Berechnung einer alternativen Route durch HAFAS. Um den Nutzer in kritischen Verkehrssituationen nicht durch Bildschirmangaben abzulenken, wurde eine optionale Sprachausgabe implementiert. Darüber hinaus liefert die Zielführung die aus der Pkw-Navigation bekannten Informationen und Anweisungen: Wie weit ist es noch bis zum Ziel? Was ist der nächste Wegepunkt? Wie weit ist es noch bis dahin? Wann muss ich in welche Richtung abbiegen?

Die besondere Herausforderung in DYNAMO war die nahtlose Integration unterschiedlichster Komponenten zur Zielführung: ÖV- und Indoor-Routing (HaCon), Outdoor-Routing und -Navigation (IVU) und Indoor-Navigation (ifak). Um dies abzubilden, wurde die Orchestrierungskomponente „globale Zielführung“¹⁾ entwickelt: Sie stellt anhand der aktuellen Route und Position sowie der in der Ver-

bindungsauskunft hinterlegten Soll- und Prognosedaten fest, welche Zielführungskomponente dem Nutzer aktuelle Informationen zur Verfügung stellen kann und aktiviert diese, so dass eine Reisebegleitung und Abweichungserkennung sowohl in der Fuß- und Radwegenavigation wie auch im ÖV möglich ist. Für den Abgleich, ob der Nutzer sich im richtigen ÖV-Fahrzeug befindet, hat HaCon einen Vergleich der Nutzer- und der erwarteten Fahrzeugposition im Endgerät implementiert. Um den Nutzer in jeder Situation zu begleiten, ist eine regelmäßige Aktualisierung der App mit den aktuellen Echtzeiteinformationen erforderlich.

2.3 Intermodalität

Die DYNAMO-App im RMV berücksichtigt neben dem ÖPNV als Kernfahrt und privaten Transportmitteln im Vor- und Nachlauf auch komplementäre Angebote als Ergänzung. Die HaCon hat stadtmobil als stationsfestes Carsharing-Angebot (Softwarehersteller cantamen), MVG-meinRad als stationsflexibles Bikesharing (Softwarehersteller ElectricFeel), das Mitfahrnetzwerk flinc sowie Taxis integriert. Alle Transportoptionen sind an- und abwählbar. Die persönlichen Präferenzen des Nutzers werden berücksichtigt, z. B., ob er ein eigenes Auto besitzt, Bikesharing nutzen möchte, oder wie schnell er mit dem Fahrrad oder zu Fuß unterwegs ist. Ziel ist das optimale Suchergebnis für jeden einzelnen Nutzer.

Beim Car- und Bikesharing sowie der Einbindung des Mitfahrnetzwerkes flinc erfolgt die Integration mithilfe des xMode-Servers von HaCon unter Verwendung des IVU-Routers bzw. des flinc-Routers. Bei der Einbindung des xMode-Servers in den Suchprozess erfolgt die Berechnung des

¹⁾ Diese ZielführungsAPI wurde im Projekt m4guide, das ebenfalls im Rahmen der Forschungsinitiative „Von Tür zu Tür“ gefördert wird, beschrieben und im Projekt DYNAMO entsprechend den Anforderungen weiterentwickelt.

IV-Anteils der Route unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Fahrzeugen. Bei stationsflexiblen Angeboten wird auch die Verfügbarkeit von Stellplätzen bei der Fahrzeugrückgabe miteinbezogen.

Die von den Sharing-Anbietern bereitgestellten Daten werden importiert, für Kartenanwendungen und die Verbindungsberechnung aufbereitet und als Services bereitgestellt. Ein Schnittstellenadapter sorgt dafür, dass verschiedene GIS-/IV-Router für die Routenberechnung angebunden werden können.

Die Anzeige der Verbindungsergebnisse erfolgt in Clustern (Bild 3). Zunächst werden reine ÖV-Routen inklusive Fußwegen ausgegeben. Darunter erscheinen intermodale Verbindungen, gefolgt von „eigenen Alternativen“ – zu Fuß, mit dem Rad und mit dem Auto, abhängig von der Entfernung. Des Weiteren werden Car- und Bike-sharing sowie Mitfahrten als Gesamtrouten ausgegeben.

2.4 Präferenzen/Mobilitätsprofile

DYNAMO geht auch in Sachen Zieleingabe einen Schritt weiter – und verbindet erstmals Veranstaltungen mit einer Tür-zu-Tür-Auskunft für den örtlichen Nahverkehr. Dieses Beispiel zeigt, wie unterschiedlich die Daten sein können, die man kombinieren und in einer Auskunft-App implementieren kann.



Bild 3: Anzeige der Verbindungsergebnisse in Clustern (Testfeld Mitte)

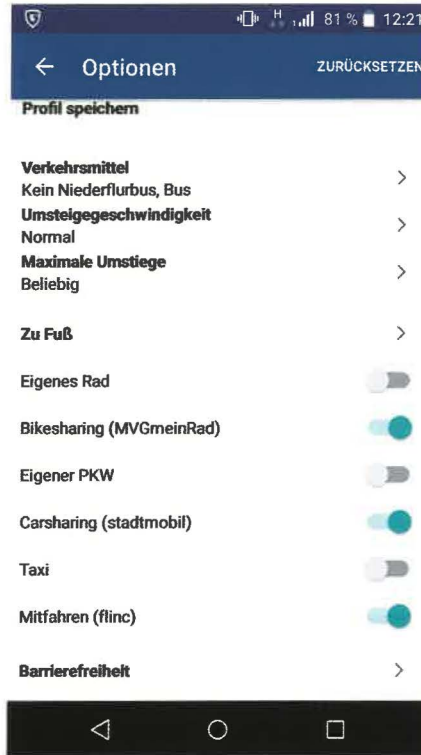


Bild 4: Optionen für die Verbindungssuche (Testfeld Mitte)

Der Nutzer kann durch eine Verknüpfung mit seinem Facebook-Profil Informationen zu Veranstaltungen abrufen. Möchte der Nutzer zu einer bestimmten Veranstaltung fahren, routet die Verbindungsauskunft ihn direkt dorthin. *DYNAMO* berücksichtigt den Beginn und Ort der Veranstaltung und begleitet den Nutzer.

Bei der Verbindungssuche mit der *DYNAMO*-App kann der Nutzer seine persönlichen Präferenzen einstellen (Bild 4). Für den ÖV-Anteil kann er z. B. Via-Haltestellen auswählen und auch Haltestellen ausschließen (z. B. um nachts aus Sicherheitsgründen eine bestimmte Haltestelle zu meiden). Außerdem kann er die Verkehrsmittel an- und abwählen sowie die maximale Anzahl an Umstiegen vorgeben und die Gehgeschwindigkeit einstellen. Die oben bereits dargestellten unterschiedlichen IV-Modi sind ebenfalls einzeln einstellbar.

Weil eine Neueingabe der Nutzerpräferenzen bei jeder Verbindungssuche umständlich und zeitraubend wäre, können die eingestellten Parameter abgespeichert und wiederverwendet werden. Außerdem speichert HaCon mehrere Profile, wenn sich die Parameter bei unterschiedlichem Mobilitätsverhalten des Nutzers ändern (täglicher Arbeitsweg, Dienstreise, Familienausflug).

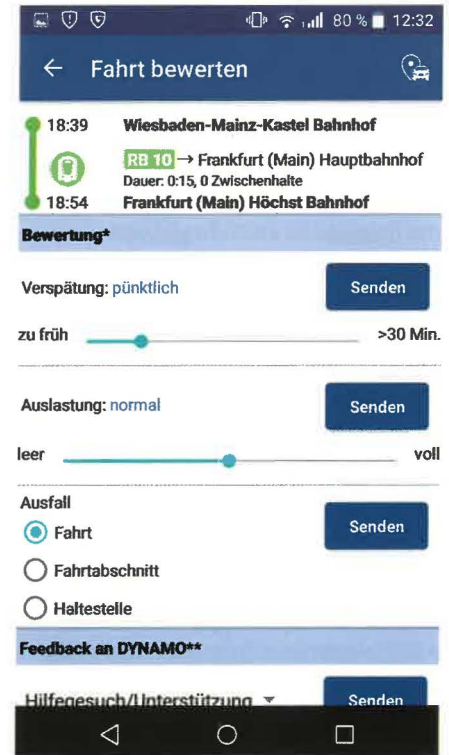


Bild 5: „Fahrgäste informieren Fahrgäste“ zu einer Fahrt (Testfeld Mitte)

2.5 Fahrgäste informieren Fahrgäste / Fahrgäste informieren Betreiber

Die Kommunikation und Information in ÖPNV-Apps erfolgt bisher nur in eine Richtung: vom Verkehrsunternehmen zum Fahrgast. Mit *DYNAMO* können zusätzlich Fahrgäste mit den Betreibern direkt aus der App in Kontakt treten. Außerdem können Fahrgäste sich gegenseitig mit der Funktion „Fahrgäste informieren Fahrgäste“ (FiF) über den Zustand von Stationen und Haltestellen informieren, z. B. wenn ein Aufzug oder eine Rolltreppe defekt ist. Auch Ist-Informationen für Fahrten können gemeldet werden, etwa eine Verspätung oder der Ausfall einer Fahrt oder eines Fahrtabschnitts (Bild 5). Zusätzlich können Nutzer die Auslastung eines Fahrzeuges (leer, normal, voll) übermitteln. Die anderen Fahrgäste erhalten dies in der App als Zusatzinformation angezeigt. Die Daten, die diese Funktion über den Betrieb sammelt, werden von HaCon in einer Mongo-Datenbank gespeichert.

Für die Kommunikation der Fahrgäste mit dem Betreiber schuf *DYNAMO* eine für den Fahrgast sehr einfach und intuitiv zu bedienende Möglichkeit: Er kann Meldungen zu Verbindungen (z. B. „Anschluss verpasst“ oder „sinnlose Verbindung“), Fahrten oder Haltestellen abgeben und

dazu ein Foto hochladen. Der Vorteil für den Betreiber: Die Zuordnung zu Haltestellen oder Fahrten ist eindeutig, Nachfragen beim Kunden erübrigen sich.

Diese Informationen können direkt in das Beschwerdemanagement des Betreibers übertragen werden. Ein Kundenbetreuer kann sich um das Anliegen kümmern und dem Fahrgast beispielsweise per E-Mail antworten. Dabei ist es wichtig, zwischen Meldungen zu unterscheiden, bei denen der Kunde ein Feedback wünscht und solchen, bei denen er keine Antwort erwartet, sondern nur informieren möchte. Durch die schnelle und einfache Möglichkeit, eine Meldung auszulösen, ist es erforderlich, Meldungen automatisiert bündeln zu können und entsprechende Prozesse für ein Feedback zu definieren. Hierzu müssen ggf. die Beschwerdemanagementsysteme aufgerüstet werden. Gerade im Fall einer Großstörung dürften die Rückmeldungen der Kunden sonst kaum zu bewältigen sein.

3. Testfeld Süd

Gemeinsam mit dem Verkehrsverbund München (MVG) hat MENTZ GmbH die Themen Indoor- und Outdoor Routing, Navigation und Reisebegleitung in Echtzeit, barrierefreie Wege sowie intermodale Reisen bearbeitet.

3.1 Datenbasis

In einem ersten Schritt musste die notwendige Datengrundlage analysiert und entsprechend erweitert werden. Als Datenbasis wurde schließlich OpenStreetMap (OSM) ausgewählt – aufgrund der sehr guten Qualität, des Detailreichtums der

Fußwege und des Vorhandenseins aller Schienenwege in den Daten.

Was noch fehlte, waren die vielen komplexen Bauwerke in München, die teilweise bis zu fünf Untergeschosse vorweisen. Eine Reihe von Geschäften haben außerdem unterirdische Zugänge, die im ÖPNV-Routing ebenfalls berücksichtigt werden müssen. MENTZ erstellte Konzepte zur Erfassung der Bauwerksdaten im Münchner ÖPNV (Bahn, S-Bahn, U-Bahn und Tram) und präsentierte sie der OSM-Community, sodass diese vom Vorhaben überzeugt wurden und bei der Erweiterung der OSM-Datenbasis mithalfen.

Eines dieser Konzepte beschreibt auch die Erfassung der Beschilderung in den Bauwerken, um den Fahrgast beim Umsteigen zu führen. Als wichtige Ergänzung wurden die Straßennamen auf das Outdoor-Fußwegenetz übertragen – bislang hatten oft nur die Fahrbahnvektoren diese Namen getragen. Durch die ergänzende Erfassung von Fußgängerampeln und Straßenquerungen ist es nun möglich, auf sicheren Wegen auch zu Tram- und Busbahnsteigen, die z. B. in Straßenmitte liegen, zu routen.

Die für Routing und Navigation notwendigen, geografisch exakt modellierten Wege wurden für den gesamten Verkehrsraum München erfasst.

Neben der geografischen Kartengrundlage waren bei der OSM-Nutzung auch die rechtlichen Grundlagen zu beachten. So erlaubt OSM, die Daten nach den OSM-Lizenzbestimmungen (Open Database License (ODbL)) kostenlos zu nutzen. Wer jedoch eigene Daten einbringen will, muss die „Contributor Terms“ beachten und die Datenrechte besitzen. Im Rahmen von DYNAMO war daher die eigene Vor-Ort-Erfassung der geeignete Weg.

3.2 Barrierefreiheit

Die zum 1.1.2013 in Kraft getretene Novelle des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) fordert bis zum Jahr 2022 die vollständige Barrierefreiheit im ÖPNV für Deutschland. Sie wird künftig eine zentrale Rolle bei der Gestaltung der Fahrplanauskunft spielen.

Beim Bau der Münchner U- und S-Bahn wurde bereits viel Geld investiert, um die Bauwerke barrierefrei zu gestalten. Kennt sich der mobilitätseingeschränkte Fahrgast jedoch lokal nicht aus, hilft ihm dies nicht bei seiner Routenplanung. So hat z. B. der Münchner Marienplatz elf Eingänge mit Treppen und Rolltreppen – aber nur zwei mit Aufzügen. Diese müssen gefunden werden.

In drei großen Bauwerken in München (Hauptbahnhof, Karlsplatz, Marienplatz) gilt beim Umsteigen die „Spanische Lösung“: Ausstieg in Fahrtrichtung rechts, während von links gleichzeitig zugestiegen wird. Benötigt der Fahrgast jedoch einen Lift, muss er links aussteigen. Damit der Fahrgast nicht auf dem falschen Bahnsteig „strandet“, ist es essentiell, diese Information beim barrierefreien Routing zu berücksichtigen. Im Zuge von DYNAMO wurden alle U-Bahn- und S-Bahnhöfe im Münchner Verkehrsraum in OSM eingepflegt. Alle Treppen, Rolltreppen und Aufzüge wurden erfasst. Somit ist es möglich, barrierefreie Wege innerhalb und außerhalb der Umsteigebauwerke zu finden (Bild 6).

Doch nicht nur die Zugänge müssen barrierefrei erfasst sein, auch die Zustiege in das oder aus dem Fahrzeug können Hürden bilden. Hierzu berücksichtigt die Routensuche die hinterlegten Fahr-



Planung • Beratung • Service

Kundenkorrespondenz

Forschung & Entwicklung

Organisationsberatung

Datenmanagement

IT-Lösungen Mobilität 4.0

Echtzeitinformation

Barrierefreiheit im ÖPNV

ÖPNV-Call-Center & AST-Zentrale **E-Ticketing**

Wir unterstützen Sie bei der Gestaltung und Umsetzung von attraktiven Mobilitätslösungen:

Profitieren Sie von unseren Erkenntnissen aus bedeutenden Forschungsprojekten und unserer umfangreichen Praxiserfahrung im öffentlichen Personennahverkehr.

Zusammen mit uns schaffen Sie innovative, zukunftsorientierte und praxisnahe Lösungen für die vielfältigen Herausforderungen des modernen ÖPNV.




Rhein-Main-Verkehrsverbund Servicegesellschaft mbH • Am Hauptbahnhof 6 • 60329 Frankfurt www.rms-consult.de

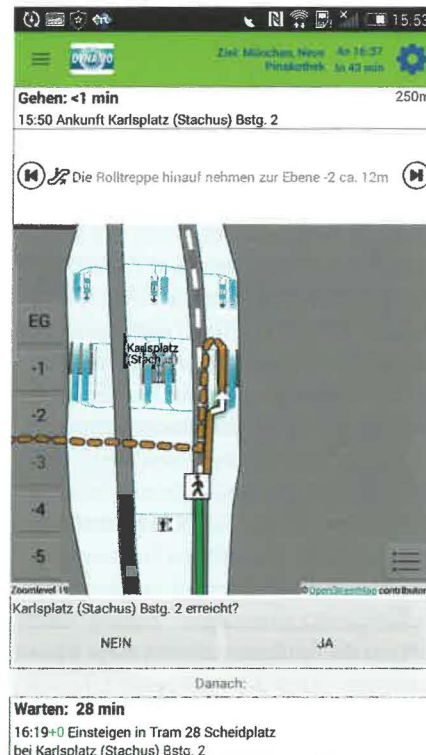


Bild 6: Barrierefreier Fußweg in der Listenansicht (links) und Berücksichtigung der Rolltreppe in der Kartenansicht (rechts) im Testfeld Süd

zeug- und Bahnsteighöhen, um die aktuelle Einstiegshöhe auszugeben. Weiter wird der Fahrgast auf Engstellen entlang des Bahnsteigs hingewiesen – für Rollstuhlfahrer nicht unerheblich.

An der Oberfläche wird ebenfalls auf Barrierefreiheit Rücksicht genommen. So wird angegeben, ob ein Bahnsteig über abgesenkte Bordsteine erreichbar ist. Hält die Tram ohne Bahnsteig mitten in der Straße, kann ein solcher Einstieg von der Route ausgeschlossen werden.

3.3 Routing und Navigation

Die OSM-Daten allein bilden noch kein routingfähiges Knoten-Kanten-Modell. Um ein solches zu erhalten, entwickelte MENTZ ein Importverfahren, das die Umrechnung der Modellierung bewerkstelligt und dabei die zahlreichen Möglichkeiten berücksichtigt, einen Sachverhalt in OSM darzustellen.

Es gelang, integrierte Wege von der Haustür bis zum Bahnsteig zu berechnen, und zwar über mehrere Ebenen und auf Wunsch barrierefrei.

Für die Darstellung der Wege mussten in einem ersten Schritt Karten aus der OSM-Datenbasis erzeugt werden. Damit nur die ÖPNV-relevanten Karteninhalte dargestellt werden, wurden eigene Filter erstellt.

Der Maßstab beim Umsteigen ist so gewählt, dass der Fußweg mit jeder Straßen-

querung und Treppe gut erkennbar ist. In Bauwerken ist zudem der Ebenenwechsel durch Eingabe des Nutzers möglich. Pro Ebene werden die wichtigsten Orientierungspunkte abgebildet (z. B. begehbare Flächen, Gleise, Treppen, Rolltreppen und Geschäfte mit Namen) (Bild 7). Der Fußweg kann sowohl an der Oberfläche als auch im Untergrund verfolgt werden.

Um Speicherplatz zu sparen und gleichzeitig die Aktualität der Karten zu steigern, setzte MENTZ im Zuge von DYNAMO auf eine neue Technik bei der Kartenerzeugung: Bei großen Maßstäben wurden die bisher genutzten Bitmap-Kacheln durch Vektorkarten ersetzt. Dabei werden die Karten nicht mehr vorgerechnet, sondern direkt beim Aufruf (on-the-fly) vom Client (Browser/Handysoftware) erzeugt. Bei jedem neuen OSM-Kartenimport stehen somit auch neue Kacheln zur Verfügung. Die Vektortechnik ermöglicht zudem, die Kartenanzeige in die Marschrichtung des Nutzers zu drehen, wie man es aus dem Auto-Navi kennt.

Neben der Kartenansicht gibt es eine detaillierte Wegbeschreibung mit Abbiegeanweisungen, auch „Turn-by-Turn-Instruktionen“ genannt. Die einzelnen Instruktionen geben nicht nur die Richtung an, sondern sagen dem Nutzer auch, wo und mit welchem Verbindungselement (Treppe, Rolltreppe, Aufzug oder Rampe) die Ebene

zu wechseln ist. Straßenquerungen sowie Beschilderungen sind ebenfalls enthalten.

3.4 Reisebegleitung in Echtzeit

Im Zuge von DYNAMO wurde die bestehende MVV Companion App um das Modul Reisebegleitung ergänzt. Dabei war das Ziel, ein Navi für den ÖPNV zu entwickeln, das den Fahrgast auf seiner gesamten Route begleitet und über auftretende Störungen informiert. Ein ortsfremder Fahrgast ist speziell in großen Umsteigebauwerken für jede Orientierungshilfe dankbar. Ist er zudem auf barrierefreie Wege angewiesen, kann die Fahrt mit dem ÖPNV zur echten Herausforderung werden.

Eine große Schwierigkeit stellte sich bei der Entwicklung: Das fehlende GPS-Signal im Untergrund. Wie sollte man einen Fahrgast positionieren, der sich gerade im 5. Untergeschoss des Marienplatzes befand? An der Oberfläche vergleicht man einfach die aktuelle GPS-Position mit der geplanten, und der Fahrgast kann so über Verspätungen informiert werden. Ist kein GPS verfügbar, kann das Smartphone über fortgeschriebene Echtzeitinformationen die ungefähre Position nennen. Für den Fall, dass weder Netzverbindung noch Echtzeitinformationen verfügbar sind – wie etwa in der U-Bahn –, musste eine andere Lösung gefunden werden.



Bild 7: Darstellung der OSM-Indoor-Modellierung am Karlsplatz in München

MENTZ wählte eine Umsetzung, die die aktuelle Position über eine Interpolation aus Sollfahrzeit, der letzten bekannten GPS-Position sowie der Interaktion mit dem Fahrgast bestimmen kann. Dazu war es nötig, das Modul in drei Aktionen zu gliedern: Gehen-, Warten- und Fahren-Modus. Jeder Modus endet mit der Bestätigung des Fahrgastes, dass er den Bahnsteig erreicht hat oder ins Fahrzeug ein- oder ausgestiegen ist. Anhand dieser Rückmeldung erkennt die Applikation den aktuellen Standort.

Tritt dann eine Störung auf, kann die App umgehend reagieren und gegebenenfalls eine Neuberechnung der Fahrt veranlassen, jedoch nicht ohne vorherige Bestätigung des Fahrgastes (Bild 8).

In jedem Modus kann zwischen Listen- und Kartenansicht gewechselt werden. Während die Listenansicht Fußweganweisungen, durchfahrene Haltestellen oder einen Abfahrtsmonitor (Bild 9) abbildet, macht die Kartenansicht die ebene-scharfe Bauwerksmodellierung sichtbar. Diese dient dem Nutzer zudem als Orientierungshilfe (Landmarken), da sie Bahnsteige, Treppen oder Rolltreppen anzeigt. Bei vorhandenem GPS-Signal werden die Abbiegeanweisungen automatisch eingeschaltet, der Nutzer kann dies aber auch manuell auslösen.

3.5 Multimodale Reisen

Um größere Taktlücken im ÖPNV zu überbrücken, integriert das DYNAMO-System Car- und Bikesharing-Anbieter. Dazu ist neben einem Fußwegrouter auch ein Fahrrad- und PKW-Router aktiv.

Der MVV stellt den ÖPNV in der Fahrplanauskunft an die erste Stelle, daher werden die Fahrtalternativen (Taxi, Next-Bike, CallABike, Car2Go, DriveNow) nur für die erste und letzte Meile als ergänzende Verkehrsmittel beauskunftet. In der interaktiven Karte werden zudem die aktuellen Positionen mit Informationen zum ausgewählten Fahrzeug/Fahrrad angezeigt.



Bild 8: Verspätungsmeldung (Testfeld Süd)

4. Ausblick

Die hier präsentierten Ergebnisse bieten den Kunden einen deutlichen Mehrwert und haben Eingang in die Produktpaletten von MENTZ, IVU und HaCon gefunden. Damit die Kunden die entwickelten Dienste dauerhaft akzeptieren, bedarf es aber sehr umfangreicher und qualitativ hochwertiger Datenbasen, sei es die Modellierung von Wegen in OSM, sei es die Verfügbarkeit von Prognosedaten im ÖV oder auch von Reisezeitverzögerungen im IV (Ganglinien sowie Echtzeiten). Diese Daten müssen teils mit hohem Aufwand erfasst werden (Wege in OSM oder für Umsteigebauwerke), aktuell, vollständig und flächendeckend für eine Auskunftsplattform verfügbar sein (Prognosedaten im ÖV und für die Auslastung von Parkplätzen), integriert (Sharing- und Mitfahrangebote) sowie ggf. zugekauft werden (Ganglinien und Prognosen im IV).

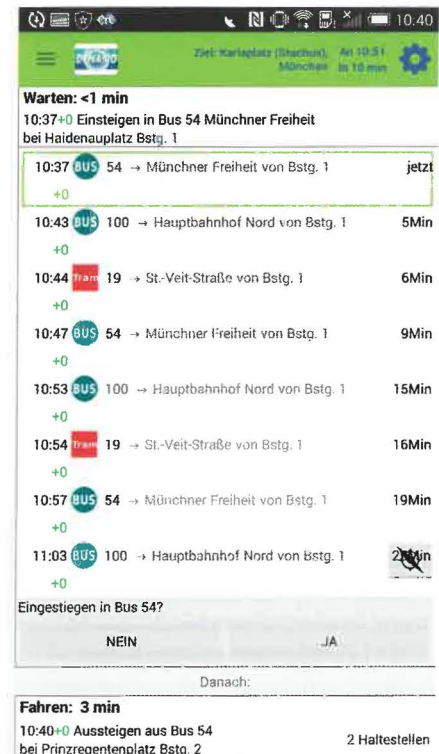


Bild 9: Warten-Modus mit Abfahrtsmonitor (Testfeld Süd)

Um den Kunden ein Angebot zu bieten, das als einem Auto-Navigationssystem vergleichbar empfunden wird und ihn (fast) immer zum Ziel führt, müssen deutlich mehr Informationen zusammengeführt und flächendeckend zur Verfügung gestellt werden. Die Rahmenbedingungen dafür sind sehr viel komplexer: zum einen aufgrund der vielen Beteiligten (u. a. Verkehrsunternehmen/Verbünde, Kommunen, Anbieter von komplementären Mobilitätsangeboten, Datenanbieter), zum anderen aufgrund der vielen zu integrierenden Systeme bzw. des erforderlichen Ausbaus dieser – z. B. für ein Störungsmanagement, das den Kunden bei verkehrlichen Maßnahmen möglichst automatisiert Zusatzinformationen liefert. Die Digitalisierung im ÖPNV ist damit sehr stark abhängig vom weiteren Ausbau des Datenmanagements und der bestehenden Systeme sowie der intelligenten Vernetzung dieser.

Mehr Transparenz für Fahrgäste im östlichen Ruhrgebiet

Die Bahnen der Städte Dortmund, Bochum, Gelsenkirchen und Herne werden in das Betriebsleitsystem (itcs) sowie in das TETRA-Digitalfunksystem der Ver-

kehrsunternehmen Bochum und Dortmund eingebunden. Der Vorteil: Sicherung der Anschlüsse und mehr Transparenz für die Fahrgäste.

Bessere Verbindungen im Nahverkehr des östlichen Ruhrgebiets – das verspricht neue Technik von T-Systems. Mit der Lösung der Telekom-Tochter überwachen und