

# Ridepooling und automatisiertes Fahren

Erfahrungen, Perspektiven und aktuelle Vorhaben –  
Bericht über das 2. Forum „Neue Mobilitätsformen“ an der TH Wildau

Prof. Dr. Martin Lehnert, Prof. Dr. Christian Liebchen, Prof. Dr. Klaus-Martin Melzer; Wildau

**W**ie im Vorjahr richtete der Studiengang Verkehrssystemtechnik [1] der Technischen Hochschule (TH) Wildau zusammen mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) am 7. März 2019 mit freundlicher Unterstützung des Clusters Verkehr, Mobilität und Logistik Berlin Brandenburg das 2. Forum „Neue Mobilitätsformen“ aus. Dieses war wiederum in die jährlich stattfindende, nunmehr 8. Wildauer Wissenschaftswoche eingebettet.

Mehrere Vorträge knüpften dabei unmittelbar an Beiträge des Forums aus dem Vorjahr an, welches noch ausschließlich dem Themenkomplex Ridepooling (beziehungsweise Ride-Sharing) gewidmet war. In diesem Jahr wurden darüber hinaus auch einige Aspekte des automatisierten Fahrens vorgestellt und zusammen mit den mehr als 70 Teilnehmerinnen und Teilnehmern (Abb. 1) intensiv diskutiert.

## Zusammenhang von Ridepooling und automatisiertem Fahren

In Deutschland gibt es gebündelte nachfragegetriebene Verkehre seit mehr als 40 Jahren als Teil des ÖPNV [2], beispielsweise unter der Bezeichnung „Rufbus“ oder „Anruf-Sammel-Taxi“. Im Zuge der Digitalisierung sind auf Basis der Möglichkeit, Fahrtwünsche auch von unterwegs unmittelbar per Smartphone kommunizieren zu können, in den letzten Jahren viele neue Angebote entstanden. Diese verzichten häufig auf Vorbestellfristen und treten als unmittelbare On-Demand-Systeme am Markt auf. Einige dieser Ridepooling-Systeme werden dabei unabhängig von den lokalen ÖPNV-Anbietern betrieben.

Entsprechend agieren diese Dienste teilweise unabhängig von öffentlichen Dienstleistungsaufträgen und damit verbundenen Zuschüssen. Solchen Angeboten ist

meist gemein, dass sie zentrale hoch verdichtete Bereiche von Metropolregionen zum Kern ihrer Bedienegebiete zählen. Es stellt sich die Frage, für welche Szenarien diese Anbieter und ihre jeweiligen Risikokapitalgeber ein langfristig wirtschaftliches Bestehen am Markt planen.

Vor diesem Hintergrund ist es bemerkenswert, dass gemäß der Experteneinschätzung mehrerer Referenten des VDV-Symposiums „Ridepooling als Teil des ÖPNV“ Ridepooling „wirtschaftlich erst dann Spaß machen wird, wenn fahrerlose Fahrzeuge“ eingesetzt werden können [3, 4]. Diese Verknüpfung zwischen Ridepooling einerseits und automatisiertem Fahren andererseits bildete den Ausgangspunkt, die Schwerpunkte des Forums „Neue Mobilitätsformen“ gegenüber dem Vorjahr zu erweitern und dem Thema „Ridepooling“ in diesem Jahr den Komplex „automatisiertes Fahren“ gegenüberzustellen.

Neben Erfahrungsberichten zu Praxisprojekten im Kontext von Ridepooling, zu denen im Vorjahr Konzepte und Pläne vorgestellt wurden [5], wurde das Vortragsprogramm entsprechend um Berichte zu aktuellen Forschungsprojekten zum automatisierten Fahren ergänzt.

Die Mehrzahl der vorgestellten Foliensätze ist unter [th-wildau.de/fonemo](http://th-wildau.de/fonemo) [6] online abrufbar.

## Erfahrungen aus Ridepooling-Projekten

Den ersten Tagungsschwerpunkt bildete der Austausch zu gesammelten Erfahrungen mit Ridepooling-Systemen. Über die Projekte Mobilfalt (seit 2011) und GetMobil [7], sowie den Weg zum integrierten Ridesharing im ländlichen Raum berichtete **Prof. Dr. Carsten Sommer** von der Universität Kassel.



Foto: R. Erdmann

Abb. 1: Teilnehmer/innen des 2. Forums „Neue Mobilitätsformen“ an der TH Wildau.

Im Projekt NVV-Mobifalt [8] werden zur Erschließung des ländlichen Raumes private Pkw-Fahrten für den öffentlichen Personenverkehr zur Mitnutzung angeboten. Wenn die Pkw-Fahrer eine Fahrt zu einer der vorab im Fahrplan veröffentlichten Zeiten anbieten, geben sie dies einem internetbasierten Buchungs- und Dispositionssystem bekannt. Bei Nutzung der von ihnen angebotenen Fahrt erhalten sie eine Kostenerstattung in Höhe von 30 Cent pro Kilometer, womit es sich nach Rücksprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde um nicht-geschäftsmäßige Personenbeförderung handelt.

Für die Fahrgäste sind diese Fahrten im Fahrplan als Ridesharing-Fahrten mit Privatpersonen gekennzeichnet (Abb. 2). Sofern für diese Fahrten ein Fahrtwunsch besteht, kann der Fahrgast – nach einmaliger Registrierung – analog zu Bedarfsverkehren diesen Fahrtwunsch per Telefon oder Internet anmelden und Mobifalt für seine Fahrt nutzen (Fahrpreis 1 Euro pro Fahrt innerhalb einer Gemeinde). Wird für einen Fahrtwunsch kein privates Fahrtangebot gefunden, wird als Rückfallebene ein Taxi eingesetzt. Da die Fahrten nur nach Anmeldung erfolgen, kann eine wesentlich höhere Fahrtenzahl und auch ein verlängerter Bedienungszeitraum (auch am Wochenende, siehe Abb. 2) angeboten werden, als dies mit Linienverkehr wirtschaftlich vertretbar wäre.

Ein naheliegendes Problem ist die geringe Matching-Wahrscheinlichkeit zwischen Fahrtwünschen und privatem Fahrtangebot: Lediglich unter drei Prozent der



### Zum Autor

**Prof. Dr. Martin Lehnert (41)** ist Verkehrsingenieur und seit Mai 2017 Professor für Verkehrssysteme an der Technischen Hochschule Wildau. Zuvor war er an der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ der TU Dresden und am Fraunhofer Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme tätig. Er promovierte zur Energieversorgung eines Nahverkehrssystems mit on-board-Speicher und Nachladepunkten.

---



### Zum Autor

**Prof. Dr. Christian Liebchen (45)** ist Wirtschaftsmathematiker und seit März 2016 Professor für Verkehrsbetriebsführung an der Technischen Hochschule Wildau. Nach seiner Promotion zur Optimierung von Taktfahrplänen an der TU Berlin war er zunächst beim Schienengüterverkehr der Deutschen Bahn AG und später im Bereich Produktion der S-Bahn Berlin GmbH tätig.

---



### Zum Autor

**Prof. Dr. Klaus-Martin Melzer (54)** ist Maschinenbauingenieur und seit 2006 im Studiengang Logistik als Professor für Produktionslogistik an der Technischen Hochschule Wildau tätig. Derzeit ist er hier auch Vizepräsident für Forschung und Transfer. Er promovierte zur Fahrplangestaltung von Linienzügen im Güterverkehr und war vor seiner Zeit an der TH Wildau zehn Jahre in Leitungsfunktionen für Eisenbahnunternehmen im In- und Ausland verantwortlich.

Fahrten wurden von Privatpersonen durchgeführt. Als eine Quelle für die Differenz zwischen Angebot und Nachfrage werden die zwei deutlich abgegrenzten Nutzergruppen und ihr jeweiliges Mobilitätsverhalten gesehen. Zur Gruppe der Fahrer zählen vorrangig Männer im Alter von 50

bis 65 Jahren mit Fahrtangeboten in den Vormittags- und Nachmittagsstunden. Die Gruppe der Fahrgäste bildet dagegen den Querschnitt der Bevölkerung ab mit einem Schwerpunkt auf jungen Menschen mit Ortsveränderungen auch am Morgen und in den Abend- und Nachtstunden.

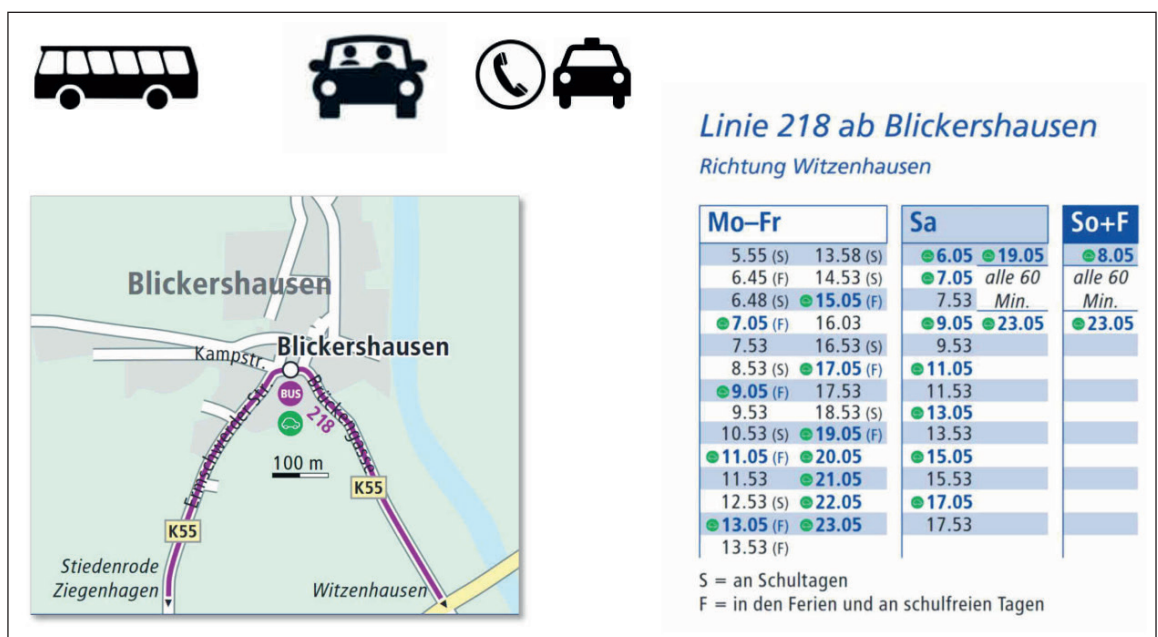


Abb. 2: Angebotsausweitung des klassischen Linienverkehrs (Fahrten ohne grünes Symbol) um zusätzliche private Fahrten (grünes Symbol) im Zuge des Projekts NVV-Mobifalt.

Quelle: C. Sommer und NVV GmbH

Untersuchungen der Universität Kassel haben jedoch ergeben, dass bereits ein geringer Privatfahrtenanteil von gut fünf Prozent das System Mobifalt kostengünstiger als ein Bedarfslinienverkehr werden lassen kann [9]. Entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg des integrierten Ridesharing ist damit das Angebot privater Fahrtanbieter. Daher liegt künftig der Fokus auf dieser Gruppe und einer Erhöhung der Angebotszahlen.

Ein zweiter Erfahrungsbericht für Ridepooling, nun jedoch aus einem Ballungszentrum, zeigte die Unterschiede zwischen ländlichem und städtischem Raum auf. Erste Erfahrungen des Berliner Angebots BerlKönig [10] stellte **Frederic Ueberschaer** von den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) vor. Vor gut einem halben Jahr gestartet, versucht die BVG mit diesem Angebot neue Nutzergruppen zu erreichen und auch Autofahrer aus ihren individuell genutzten Pkw zu gemeinschaftlicher Mobilität zu bewegen. Der BerlKönig soll dabei nahezu so bequem und flexibel nutzbar sein, wie ein Pkw. Eine einfach nutzbare App für Buchungen, attraktive Fahrpreise und eine mit 5000 Bus- und virtuellen Haltestellen in einem rund 60 qkm großen Bedienebiet (Stand Januar 2019) besonders hohe Dichte an Zustiegspunkten sind hierfür wesentliche Bausteine.

Partner der BVG ist dabei die ViaVan GmbH, an der unter anderem Daimler beteiligt ist. Diese stellt die rund 300 Fahrzeuge, Fahrer und die IT, also insbesondere den Algorithmus für ein effizientes, dynamisches Echtzeitrouting zur Bündelung (Pooling) von On-Demand-Fahrtwünschen. Als Fahrzeuge kommen vollelektrische Mercedes B-Klasse Fahrzeuge (vier Fahrgäste) und V-Klasse Mini-Busse mit Kapazität für sechs Fahrgäste zum Einsatz. Die kommunikative Integration des BerlKönigs als ÖPNV-Angebot erfolgt beispielsweise durch die Einbindung in die BVG-FahrInfo-Plus-App.

Der BerlKönig wird seit dem Start sehr gut angenommen. Zeitweise konnte nicht die gesamte Nachfrage bedient werden. Entsprechend wurde das Angebot über eine Aufstockung der Fahrer und Fahrzeuge ausgeweitet und konnte nach nur fünf Wochen auf einen 24/7-Betrieb ausgeweitet werden. Auch zeigte sich, dass die Viersitzer häufig zu klein für den Bedarf sind und mit den Sechszitern eine bessere Bündelung erzielt werden kann.

Folgende Eckwerte zum Nutzungsverhalten wurden vorgestellt:

- Die meisten Nutzer sind zwischen 30 und 39 Jahren alt, gefolgt von den Gruppen der 16- bis 29-Jährigen und der 40- bis 49-Jährigen.
- Hauptfahrtzweck ist der Freizeitverkehr, insbesondere am Abend und nachts, wenn auch die stärksten Bündelungsraten erzielt werden.
- Die häufigste Reiseweite liegt bei Fahrten zwischen 3 km und 4 km, wobei eine Anfahrt oder eine Weiterfahrt mit einem weiteren Verkehrsmittel in je zehn Prozent der Fälle stattfindet, dabei mehrheitlich mit dem Linienverkehr.

In einem dritten Vortrag zum Thema Erfahrungen brachte **Torben Bursinski** von mytaxi zwei weitere Perspektiven ein: das Taxigewerbe als seit jeher On-Demand geprägte Branche, sowie einen internationalen Kontext in Form der Gegenüberstellung verschiedener Nutzungsgewohnheiten für die Pooling-Anwendung mytaxi match für Taxis in den Metropolen Hamburg und Warschau.

Die Anwendung mytaxi match bietet den Kunden eine Kostenreduktion der Taxifahrt um rund 30 Prozent, wenn sie einem Pooling ihrer Fahrt mit anderen Fahrten zustimmen. Dafür müssen sie im Falle eines Match jedoch auch geringe Umwege ihrer Fahrt in Kauf nehmen. Findet mytaxi match keinen geeigneten Pooling-Partner für eine Fahrt, trägt mytaxi die Kostenreduktion. Für den Taxifahrer ändert sich damit nichts an seiner Fahrgeldeinnahme für die Fahrt (Tarif).

Im Falle eines pooling-bedingten Umwegs fallen entsprechend wegabhängige Zusatzkosten an, welche für den Fahrgast seine Ersparnis schmälern und somit im Vorfeld der Fahrt eine gewisse Unsicherheit über den Preis belassen. Hier besteht das Ziel, den Algorithmus im Hintergrund geschickt mit passenden Parametern zu bestücken, um Fahrpreissicherheit zu gewähren und das Vertrauen potenzieller Fahrgäste in diese Form des Sharing von Taxifahrten zu stärken.

Mit Stand Januar 2019 arbeiteten Taxi-Unternehmer, die in den beiden Metropolen zusammen mehr als 200.000 Taxen betreiben, mit mytaxi match. Seitens der Fahrer wird auf eine große Zufriedenheit verwiesen. In Hamburg wählt etwa ein Fünftel der mytaxi-Kunden für seine Fahrtanfragen die mytaxi match-Option. In Warschau liegt dieser Wert etwas niedriger, vermutlich aufgrund der starken Konkurrenz durch

viele Mitbewerber am Markt. Dafür ist die durchschnittliche Anzahl von mytaxi-match-Fahrten pro Kunde in Warschau mit über zehn Fahrten im Monat besonders hoch.

Das Potenzial zur Bündelung ist umso größer, je mehr Fahrten in Betracht gezogen werden können. Als Wartezeit zur Erstellung eines Fahrtangebots erscheint aus Kundensicht maximal nur etwa eine halbe Minute als akzeptabel.

Für besonders preisaffine Kunden besteht die Überlegung, ein sogenanntes „lazy match“ als neue Funktion zu etablieren: Der Fahrgast würde dabei eine längere Wartezeit bis zum Start seiner Fahrt akzeptieren und im Gegenzug eine zusätzliche Fahrpreisreduktion erhalten.

Bezüglich des Kundenfeedbacks wurden die folgenden weiteren Erkenntnisse berichtet:

- Bei einer Preisreduktion von 30 Prozent gegenüber dem regulären Taxipreis akzeptieren mindestens 80 Prozent der Kunden Umwege von knapp fünf Minuten beziehungsweise 2 bis 3 km.
- Die Akzeptanzrate für gematchte Fahrtvorschläge liegt in Hamburg bei rund 75 Prozent und in Warschau bei rund 90 Prozent.
- In Hamburg wurden in den ersten Monaten auch an Wochenenden selten mehr als 30 Prozent der Fahrten gepoolt produziert. Auch deshalb wurde vom anfänglichen 24/7-Angebot die Betriebszeit von mytaxi match auf 18 Uhr bis 6 Uhr umgestellt.

## Ausblicke zu Ridepooling

Den zweiten Themenblock eröffnete **Stephanie Landgraf** von der Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz mit der Vorstellung von Anforderungen an neue bedarfsgesteuerte Verkehre, wie sie das Land Berlin jüngst in seinem Nahverkehrsplan 2019-2023 formuliert hat [11]. Diese finden insbesondere in den beiden Abschnitten „Rahmenbedingungen bedarfsgesteuerter Angebote“ und „Erprobung von Bedarfsverkehren“ Ausdruck.

Das Berliner Mobilitätsgesetz zieht flexible Bedarfsverkehre durchaus als ÖPNV in Betracht, wenn ihr Betrieb auf eine Ergänzung des vorhandenen ÖPNV-Angebots und auf eine Integration in dessen Gesamtsystem (Zubringerfunktion, Umsteigeoptimierung)

ausgerichtet ist und auch entsprechend wirkt. Demnach muss dann eine volle Integration in Auskunftssysteme des ÖPNV erfolgen, sowie Anforderungen an Tarif, Beförderungsbedingungen (etwa Mitnahmeregelungen für Gepäck), Barrierefreiheit und Umweltstandards erfüllt werden.

Für anders gelagerte Angebote kann eine Genehmigung ausnahmsweise auf Basis der Auffang- und Experimentierklauseln des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG § 2 Abs. 6 bzw. 7) in Betracht kommen. Zwingende Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass keine öffentlichen Verkehrsinteressen entgegenstehen dürfen. Über unmittelbare Vorgaben des PBefG hinaus (Vereinbarkeit mit den Angeboten im ÖPNV, Erhalt der Funktionsfähigkeit des örtlichen Taxigewerbes) formuliert das Berliner Mobilitätsgesetz hier als Vorgaben:

- Verringerung des Verkehrsaufwands,
- Förderung von Klima- und Umweltschutz,
- Förderung der Verkehrssicherheit,
- Stärkung des Umweltverbunds.

Der Nahverkehrsplan sieht zu diesen Größen ein entsprechendes Monitoring vor, beispielsweise die Reduktion von Fahrzeugkilometern oder die Erhöhung der Verkehrsleistung pro Fahrzeugkilometer.

Daneben wurden verschiedene Quartiere mit bestehenden ÖPNV-Angebotslücken als Potenzialgebiete für die Erprobung von Bedarfsverkehren identifiziert. Dies wurde am Beispiel von Nord-Neukölln näher vorgestellt. Hier bestehen vergleichsweise lange Stationsabstände der Stadtschnellbahnen, mehrere Straßen sind für Buslinienverkehr ungeeignet und es besteht mit unter 200 Pkw je 1000 Einwohner ein relativ niedriger Motorisierungsgrad. Entsprechend sollen in diesem Gebiet Bedarfsverkehre insbesondere in einer Zubringerfunktion zum weiteren ÖPNV erprobt werden.

**Dr. Claus Dohmen** (IVU Traffic Technologies AG) beleuchtete mit der Integration von Bedarfsverkehren in klassische IT-Systeme von Verkehrsunternehmen insbesondere die betreiberseitige Umsetzung von flexiblen Bedienformen. Dabei verwies er zunächst auf die drei in Zielzuständen häufig gemeinsam auftretenden, ihrem jeweiligen Charakter nach jedoch zunächst separat zu analysierenden, jedoch stets ganzheitlich zu betrachtenden Aspekte:

**Tab. 1: Asymmetrien bezüglich Verfrühungen und Verspätungen bei Abfahrten und Ankünften gem. FGSV-Schrift 145.**

	Fahrt zu früh	Fahrt zu spät
Abfahrt am Startpunkt	reisezeitrelevant	komfortrelevant
Ankunft am Zielpunkt	bei Umsteigen ggf. komfortrelevant	reisezeitrelevant

- elektrisches Fahren,
- autonomes Fahren und
- Bedarfsverkehre.

Aus Sicht von ÖPNV-Unternehmen müssen Steuerung und Überwachung von Linien- und Bedarfsverkehren in jedem Fall stets integriert erfolgen.

Bei Bedarfsverkehren nimmt der einzelne Kunde zunächst eine aktive Rolle in der IT-Systemlandschaft des Verkehrsanbieters ein. Seine Informationen bezieht er dabei zunächst aus der Datenbereitstellung durch den Fahrgastinformationsmanager, in der Regel über eine Mobilitätsplattform. Seine ÖPNV-Transportbedarfe werden von der Mobilitätsplattform an den Verkehrsdisponenten übermittelt, der diese im Falle einer Buchung durch den Kunden über die unternehmensinternen Systeme an die jeweiligen Fahrer konventioneller Fahrzeuge weitergibt. Die Abrechnung erfolgt schließlich wieder über die Mobilitätsplattform.

Im Falle des Einsatzes fahrerloser Fahrzeuge sind diese auf neue Weise in die Disposition und Verkehrssteuerung einzubeziehen. Das schließt jedoch potenziell auch ihre Steuerung mit ein. In diesem Zuge sind auch Möglichkeiten vorzusehen, dass ein Notfahrer/Steward beziehungsweise Help Desk die Kommunikation mit den Fahrgästen und gegebenenfalls sogar Teile der Steuerungsfunktionen ausübt.

Im Rahmen des Mitte Mai 2019 gestarteten und vom BMBF geförderten Projekts „NutzerInnen-zentrierte Mobility-as-a-Service-Plattform: Lebendig, Automatisiert, Bedarfs- & Sharing-orientiert“ (MaaS L.A.B.S.) sollen in den kommenden Jahren

- Automatisierung von Mikrobussen,
- Carsharing (privat) und
- flexible Liniennetz-, Fahr- und Einsatzplanung

untersucht werden. In diesem Zuge wird insbesondere die Integration bedarfsorientierter Bedienformen, Sharing und autonomes Fahren mit klassischem ÖV demonstriert.

Im dritten Beitrag zu diesem Themenblock ging **Prof. Dr. Martin Lehnert** von der TH Wildau der Frage der Übertragbarkeit von Qualitätsanforderungen an heutige Linienverkehre auf On-Demand-Verkehre nach und ferner, wie sie in zukünftigen Genehmigungsverfahren Berücksichtigung finden sollten und entsprechend derzeit im FGSV-Arbeitskreis „Verkehrliche Anforderungen an Ridepooling-Systeme“ erarbeitet werden. Dabei wählte er „Pünktlichkeit“ als regelmäßig priorisiertes Qualitätsmaß aus. Nach einer eingängigen Illustration verschiedener möglicher Quellen zur begrifflichen Definition von Pünktlichkeit wurde schnell klar, dass es stets um einen Bezugszeitpunkt und dessen Einhaltung geht. Bei Linienverkehren markiert dabei selbstverständlich der Fahrplan den jeweiligen Bezugszeitpunkt. Aber was nimmt bei On-Demand-Verkehren die Entsprechung des Fahrplans ein?

Gemäß der FGSV-Schrift 145 [12] bestehen in Bezug auf Pünktlichkeit gewisse Asymmetrien hinsichtlich Verfrühungen und Verspätungen (Tab. 1).

Entsprechend sehen Nahverkehrspläne regelmäßig die Pönalisierung von Vor-Plan-Abfahrten und von verspäteten Ankünften vor. Die jeweiligen Bezugszeitpunkte werden dabei im Extremfall nur einmal pro Jahr festgelegt, und zwar mit dem Jahresfahrplan. Dieser wird im Zuge seiner Genehmigung auch auf diverse weitere Anforderungen wie insbesondere die durch ihn geplanten durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten hin überprüft. Dessen Einhaltung wird in der Folge mit **jeder einzelnen Fahrt** gemessen.

Als erste Analogie für On-Demand-Verkehre ist es naheliegend, Ankunfts- und Abfahrtszeitpunkt des vom Fahrgast gebuchten Beförderungsangebots des Ridepooling-Anbieters fortan als Bezugszeitpunkte zu interpretieren, gegenüber denen in der Folge deren Einhaltung – deren Pünktlichkeit – gemessen werden kann (Abb. 3).

Dass die isolierte Betrachtung allein dieses Schrittes durchaus Potenzial für signifikante

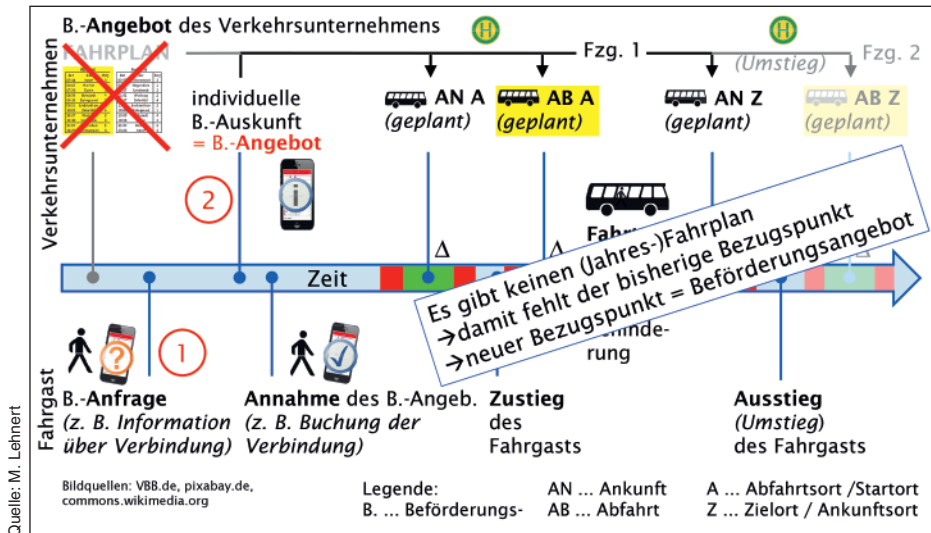


Abb. 3: Änderung der Bezugszeitpunkte bei der Messung der Pünktlichkeit bei On-Demand-Verkehren gegenüber Linienverkehren.

Schieflagen belässt, wurde im Ergebnis einer interaktiven Online-Umfrage unmittelbar deutlich. Mehreren Teilnehmern des Forums wurde dabei erst beim Zusammentragen der Ergebnisse klar, dass es im unmittelbaren Interesse des Ridepooling-Anbieters wäre, im Falle einer Pönalisierung seiner Ankunfts-

pünktlichkeit den mit seinem Beförderungsangebot kommunizierten Ankunftszeitpunkt möglichst spät zu setzen, also mit möglichst viel Pufferzeit abzusichern.

Als Quintessenz blieb festzuhalten, dass nicht nur die Messung von Pünktlichkeit ei-

ner Analogie bedarf, sondern gerade auch die (einmalige) Prüfung des (Jahres-) Fahrplans auf weitere Qualitätsanforderungen wie beispielsweise Reisegeschwindigkeiten. Entsprechend sind neue Verfahren zu entwickeln, die sicherstellen, dass jedes einzelne individuelle Beförderungsangebot qualitätsgerecht ist.

## Automatisiertes Fahren

Ein dritter Teil des Forums beschäftigte sich mit der Fragestellung des automatisierten und automatischen Fahrens. Allgemein wird dies als ein wichtiger Aspekt gesehen, um On-Demand-Verkehre auch in dünn besiedelten Gebieten effizient betreiben zu können.

Bevor Kay Gade vom Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Verkehrsforschung, zu diesem Themenbereich das Projekt „Ramona“ (Realisierung automatisierter Mobilitätskonzepte im Öffentlichen Nahverkehr) vorstellte, knüpfte er noch an die Erfahrungsberichte aus dem ersten Teil des Forums an und berichtete über Erkenntnisse des bereits im Vorjahr präsentierten Projekts Reallabor Schorndorf.

Beim Reallabor Schorndorf wurde das Konzept des Bedarfsbusses im Testbetrieb unter Realbedingungen und im Wechselspiel mit Zivilgesellschaft, Wissenschaft und Praxispartnern von März bis Dezember 2018 in Schorndorf (Baden-Württemberg) untersucht (siehe auch [5]). Dabei kamen zwei Kleinbusse zum Einsatz, die zwei Buslinien in der Zeit von Freitagnachmittag/-abend bis Sonntagnacht ersetzen und in den 40 Wochen rund 10.000 Fahrgäste beförderten.

Erste Auswertungen der erfassten Daten zeigen folgende Ergebnisse:

- Die im Bediengebiet zusätzlich eingerichteten rund 200 virtuellen Haltestellen (Abb. 4) ermöglichten eine Optimierung von Routen.
- Etwa 65 Prozent der Buchungen erfolgten per App, die restlichen telefonisch. Insgesamt konnten durchschnittlich 96 Prozent der angefragten Fahrtwünsche positiv beantwortet und die entsprechende Fahrt gebucht werden. Daneben war ein Spontaneinstieg am S-Bahnhof möglich, den etwa 30 Prozent der Fahrgäste nutzten.
- Pendler und Marktbesucher führten am Freitagnachmittag und am Sonn-

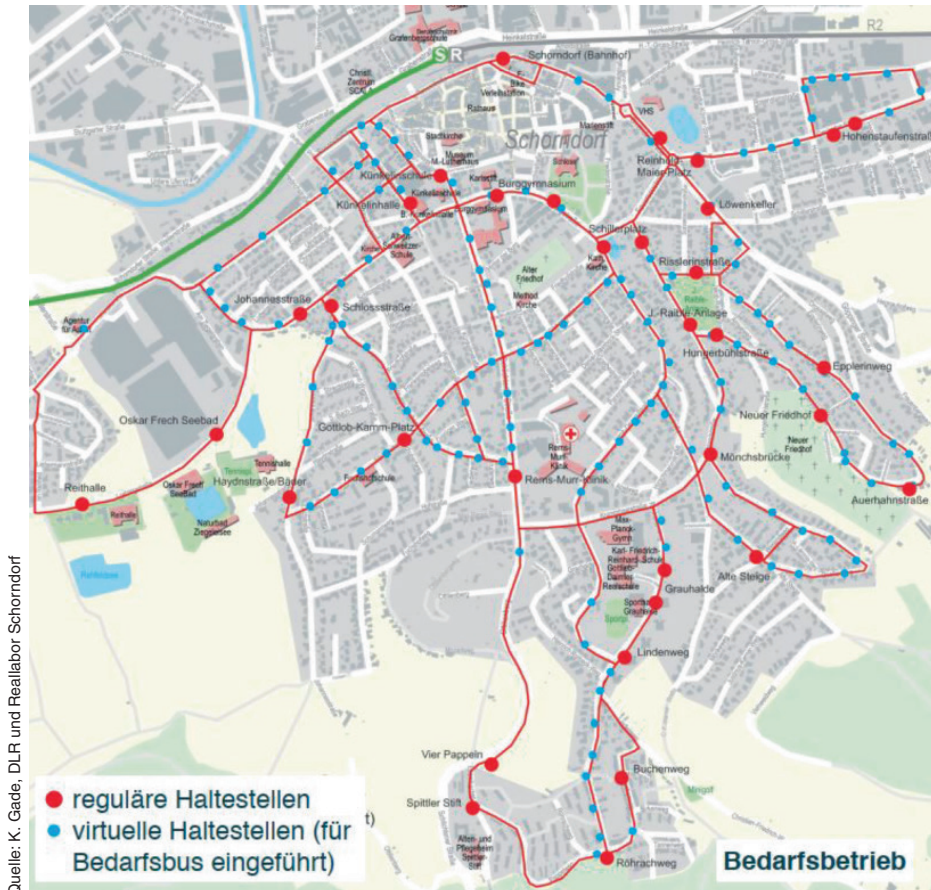
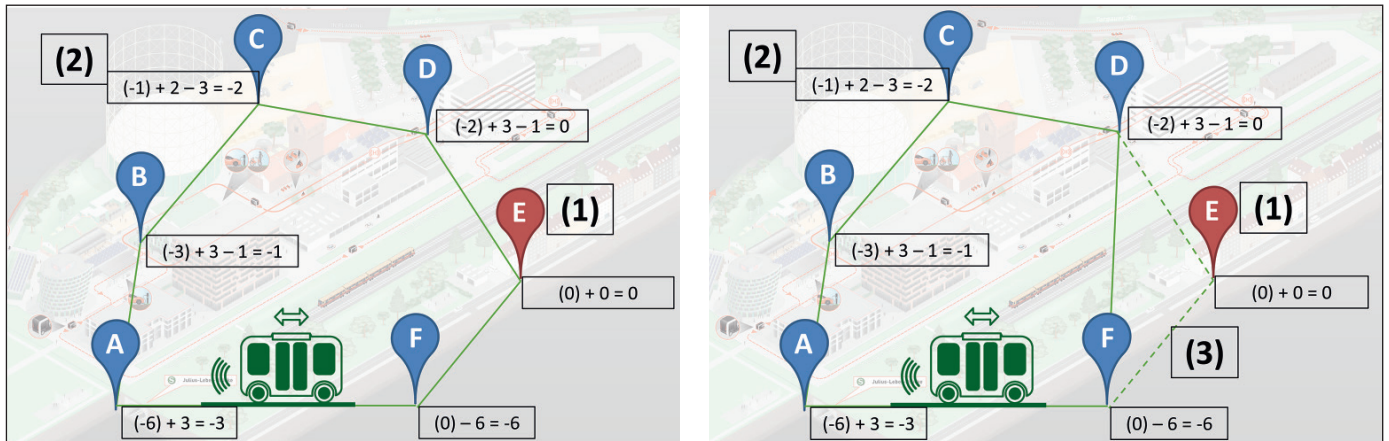


Abb. 4: Angebotsverbesserung im Reallabor Schorndorf durch Einführung rund 200 neuer virtueller Haltestellen.



Quelle: F. Hunsicker, InnoZ

Abb. 5: Möglichkeit für Emily, bei nicht vorhandener Nachfrage Abkürzungen fahren zu können, statt einer festen Haltestellenfolge zu folgen.

abendvormittag im Vergleich zum Gesamtwochenende zu besonders hohen Fahrgastzahlen. Ab der Mitte des Testzeitraums wurden für diese Zeiten wieder planmäßige Linienbusfahrten eingerichtet.

- Trotz eines verbesserten Angebotes hinsichtlich Bedienzeiten und -häufigkeiten konnte der betriebliche Aufwand reduziert werden (zehn Prozent weniger Buskilometer), da sowohl Fahrten ohne Fahrgäste als auch teilweise Umwege vermieden wurden.
- Einige Fahrgäste empfanden die Notwendigkeit der Bestellung eines Busses als nachteilig.

Zusammengefasst bietet ein solch flexibler Bedarfsbusbetrieb für Räume und Zeiten geringer Nachfrage große Chancen für einen nachhaltigen Verkehr, sowohl qualitäts- als auch betriebsseitig. Die Vorhaltung eines Fuhrpark-Mixes mit passenden Fahrzeugen für die verschiedenen Fahrgastzahlen kann dabei gleichwohl eine Herausforderung darstellen.

Der Einsatz autonom fahrender Busse im öffentlichen Nahverkehr wird als eine weitere Möglichkeit gesehen, den Nahverkehr stärker an den sich wandelnden Bedürfnissen seiner Nutzer auszurichten. Vor diesem Hintergrund widmet sich das vom BMVI noch bis Juni 2020 geförderte Projekt „Ramona“ [13] (Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren“) in Zusammenarbeit mit Forschungs- und Praxispartnern folgenden Fragen: gesellschaftliche Bedingungen zum Einsatz automatisierter und flexibler Mobilitätskonzepte im ÖPNV, deren Integration in das Verkehrsgeschehen und hieraus erschließbare Potenziale.

Untersucht werden mögliche Anwendungsfälle im ÖPNV aus Sicht von Nutzern, Betreibern und Kommunen. Dies umfasst verkehrliche Einsatzfälle (erste/letzte Meile, individuelles On-Demand-Angebot), Nutzeranforderungen aus den Bereichen Zuverlässigkeit, Kosten, Sicherheit und Mindeststandards sowie rechtliche Rahmenbedingungen und Datenhaltung und -zugang. Es wird weiterhin untersucht und zu entscheiden sein, wie Kundenorientierung gegenüber Stadtverträglichkeit und Gemeinwohl abzuwägen ist und wie Angebote für die gesamte Stadt und alle Nutzergruppen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Rentabilität der Geschäftsmodelle geschaffen werden können.

Mit dem Projekt „Emily“ stellte **Frank Hunsicker** vom Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ), seit Juli 2019 bei Nuts One GmbH, in einem zweiten Vortrag zu diesem Themenblock das „erste autonome Fahrzeug mit On-Demand-App“ vor – also genau die Symbiose der beiden Schwerpunktthemen des diesjährigen Forums. An dem vom Berliner Senat geförderten Projekt wirkten auch die DB-Tochter ioki und die BVG mit.

Das Fahrzeug fuhr vollautomatisiert im Linienbetrieb in einem klar abgegrenzten städtisch anmutenden Gebiet auf dem EU-REF-Campus in Berlin-Schöneberg. Damit erfüllte es den Anwendungsfall der inneren Erschließung eines Areals oder Quartiers. Es verkehrte mit verhältnismäßig niedrigen Geschwindigkeiten von maximal 15 km/h entlang einer Trajektorie auf einem fest vordefinierten, dem System bekannten Linienweg (ohne eigenständige Ausweichmanöver). In den insgesamt gut zweieinhalb Jahren Testbetrieb mit unterschiedlichen

Fahrzeugherstellern beförderte Emily alle 5600 Fahrgäste unfallfrei. Der Pilotbetrieb wurde von großem Medieninteresse begleitet und wies eine hohe Akzeptanz bei den Nutzern auf.

Ein Fokus des InnoZ im 2018er Projekt lag in der Entwicklung einer App für den On-Demand-Betrieb (Abb. 5). Wesentliche Herausforderungen waren dabei ein Nutzer-Frontend, das diese neue Bedienform intuitiv verständlich macht, zudem die Kommunikation zwischen autonomem Fahrzeug, Backend und App sowie die damit verbundene Beachtung der Sicherheitsanforderungen des autonomen Betriebs.

Mit den gesammelten Erfahrungen wurde eine nächste Ausbaustufe vorbereitet. Inzwischen kann berichtet werden, dass seit August 2019 der Anwendungsfall der Letzte-Meile-Anbindung, also der Verbindung eines Stadtquartiers mit einer Haltestelle des Hochleistungs-ÖPNV, im öffentlichen Berliner Straßenraum umgesetzt wird. Im Rahmen des Pilotversuchs „See-Meile“ wird der U-Bahnhof Alt-Tegel mit dem Schiffsanleger an der Greenwichpromenade verbunden.

Im dritten Vortrag dieses Themenblocks zeigte **Patrick Vogel** von TomTom Berlin auf, dass ein automatisiertes und schließlich auch autonomes Fahren derzeit und auch in naher Zukunft stets durch gute digitale Karten begünstigt werden wird – gleichwohl werden auch die besten Karten nicht die Sensoren am Fahrzeug ersetzen, da erst diese das Verhalten der weiteren Verkehrsteilnehmer detektieren können.

Als Spin-off der Freien Universität Berlin entwickelt das Team um Vogel mit der Fir-

ma Autonomos seit über zehn Jahren Sensorik für das autonome Fahren, seit zwei Jahren als Teil der TomTom-Familie. Grundprinzip ist dabei der Dreischritt Erkennen – Planen – Ausführen. Beim Erkennen sind die heute verfügbaren Sensoren wie Stereokamera, Laserscanner, Radar und Lidar auf den sichtbaren Bereich um das Fahrzeug herum begrenzt. Präzise und hochgenaue (HD) Karten und die Kommunikation mit der Infrastruktur und anderen Fahrzeugen (C2X) erhöhen die Qualität des Erkennens über den eigenen Fahrzeugsichthorizont hinaus. Auch kann mit „Wissen“ um Standorte von Lichtsignalanlagen (LSA) aus hochpräzisen und aktuellen Karten das rechenintensive permanente Scannen der Umgebung nach LSA vermieden werden.

Die Erstellung von Karten und das anschließende autonome Fahren konnten seit 2010 bereits in verschiedenen Städten weltweit auf der Basis von Ausnahme genehmigungen demonstriert werden, indem in der Regel vordefinierten Trajektorien gefolgt wurde. Dabei unterstützen die Karten die Fahrzeugsensorik beispielsweise auch in schwierigen Wettersituation (Schnee, Blendlicht), beim Interpretieren der erfassten Sensordaten und liefern die Grundlage für eine Datenfusion der Sensordaten des eigenen Fahrzeugs und anderer Fahrzeuge.

Ein wichtiger Entwicklungsschritt für die Zukunft wird die zeitgerechte Aktualisierung der Kartendaten auf dem Fahrzeug sein. Kurzfristig eingerichtete Baustellen, Unfälle und weitere Verkehrsbehinderungen sollen dann ebenfalls in den HD-Kar-

tendenzen unmittelbar zur Verfügung stehen. Daher ist es das Ziel, HD-Karten für autonomes Fahren nicht vollständig lokal auf dem Fahrzeug vorzuhalten, sondern den Fahrzeugen stets aktuell als „Map-as-a-Service“ zur Verfügung zu stellen.

## Zusammenfassung und Ausblick

Das Forum wurde durch den Vizepräsidenten für Forschung und Transfer der TH Wildau Prof. Dr. Klaus-Martin Melzer zusammengefasst. Nach bereits diver-

sen spannenden Diskussionen im unmittelbaren Anschluss an einzelne Beiträge beschränkte sich das Resümee darauf, Relevanz und Gestaltungsbedarf der beiden kommenden Trends „autonom“ und „geteilt“ zu unterstreichen. Nicht zuletzt aufgrund der positiven Resonanz wurde zudem die Ausrichtung eines 3. Forums „Neue Mobilitätsformen“ im März 2020 im Rahmen der 9. Wildauer Wissenschaftswoche in Aussicht gestellt – voraussichtlich mit etwas weniger Vorträgen, im Gegenzug jedoch mehr geplanter Zeit für Diskussionen.

## Literatur/Anmerkungen

- [1] Technische Hochschule Wildau: Bachelor-Studiengang Verkehrssystemtechnik. Online unter: <http://www.th-wildau.de/vst>, letzter Abruf: 21.07.2019 um 18:02 Uhr
- [2] Schiefelbusch, M.; Mehlert, C.; Schneider, D.: Der Rufbus Friedrichshafen – Lernen aus 40 Jahren flexiblem Nahverkehr. NVBW-Schriftenreihe, Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg, Stuttgart, 2018. Online unter: [https://www.nvbw.de/fileadmin/nvbw/Rufbusjubil%C3%A4um/7\\_Festschrift\\_Rufbus\\_Friedrichshafen.pdf](https://www.nvbw.de/fileadmin/nvbw/Rufbusjubil%C3%A4um/7_Festschrift_Rufbus_Friedrichshafen.pdf), letzter Abruf: 13.08.2019 um 11:04 Uhr
- [3] Mehrere Referenten In: VDV Akademie (Veranst.): VDV-Symposium zur Multimodalität – Ridepooling als Teil des ÖPNV. Hamburg, 19.–20. Februar 2018
- [4] Kuhnert, F.; Stürmer, C.; Koster, A.: eascy – Die fünf Dimensionen der Transformation der Automobilindustrie. PriceWaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.), 2017. Online unter: [https://www.pwc.de/de/automobilindustrie/pwc\\_automotive\\_eascy-studie.pdf](https://www.pwc.de/de/automobilindustrie/pwc_automotive_eascy-studie.pdf), letzter Abruf: 13.08.2019 um 11:07 Uhr
- [5] Lehnert, M.; Liebchen, C.; Melzer, K.-M.; Viergutz, K.: Ride-Sharing: Chancen und Regulierungskontext einer neuen Mobilitätsform. In: Der NAHVERKEHR 36 (2018) 5, S. 6–12.
- [6] Technische Hochschule Wildau: 2. Forum Neue Mobilitätsformen. Online unter: <http://www.th-wildau.de/fonemo>, letzter Abruf: 21.07.2019 um 18:02 Uhr
- [7] Daskalakis, M.; Sommer, C.; Roßnagel, A.; Kepper, J.: Ridesharing im ländlichen Raum und dessen Integration in den öffentlichen Nahverkehr. oekom: München, 2019. (im Erscheinen)
- [8] Nordhessischer Verkehrsverbund: Das Mobifalt Angebot. Online unter: <https://www.mobifalt.de/das-mobifalt-angebot>, letzter Abruf: 21.07.2019 um 17:17 Uhr
- [9] Schmitt, V.: In den ÖPNV integrierte Mitnahmesysteme – Wirkungsanalyse und Bewertung. Dissertation, Universität Kassel, 2018.
- [10] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) und ViaVan GmbH: Berlin fährt BerKönig. Zwischenbilanz nach den ersten sechs Monaten. Online unter: [https://www.berkoenig.de/wp-content/uploads/2019/07/190710\\_BerKoenig\\_Imagebrochure\\_ks.pdf](https://www.berkoenig.de/wp-content/uploads/2019/07/190710_BerKoenig_Imagebrochure_ks.pdf), letzter Abruf: 21.07.2019 um 17:31 Uhr
- [11] Land Berlin: Nahverkehrsplan Berlin 2019-2023. Online unter: [https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik\\_planung/oenpv/nahverkehrsplan/download/nvp2019-2023/NVP\\_2019-2023.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/oenpv/nahverkehrsplan/download/nvp2019-2023/NVP_2019-2023.pdf), letzter Abruf: 22.07.2019 um 19:53 Uhr
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise für die Qualitätssicherung im ÖPNV. FGSV Schriftenreihe 145, FGSV Verlag, Köln, 2006.
- [13] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt: RAMONA: Realisierung automatisierter Mobilitätskonzepte im Öffentlichen Nahverkehr. Online unter: <http://www.dlr.de/vi/ramona>, letzter Abruf: 22.07.2019 um 20:41 Uhr

## Zusammenfassung/Summary

### Ridepooling und automatisiertes Fahren

Anknüpfend an die Vorjahresveranstaltung wurden beim 2. Forum „Neue Mobilitätsformen“ die beiden Zukunftstrends Ridepooling und automatisiertes Fahren mit mehr als 70 Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert. Die Einstiegspunkte bildeten dabei neun Fachvorträge von Experten zu aktuellen (Forschungs-) Projekten aus diesen beiden Gebieten. Insbesondere wenn fahrerlose Fahrzeuge am Markt verfügbar werden, wird Ridepooling auch eine wirtschaftlich besonders attraktive und damit verstärkt Verbreitung findende Mobilitätsform werden, die zur Wahrung öffentlicher Verkehrsinteressen eine passgenaue Gestaltung verlangen wird.

### Ridepooling and autonomous driving

The 2nd Forum “Neue Mobilitätsformen” (forum new mobility concepts) builds upon its predecessor event in 2018. The two future trends ride pooling and autonomous driving have been discussed with more than 70 participants. These discussions were stimulated by nine talks of experts on their recent (research) projects in these two fields. In particular at the time when autonomous driving becomes available, ride pooling will get particularly attractive, also from an entrepreneurial point of view. The resulting increasing dissemination will then require specific regulation in order to meet public interests in the transportation market.

# Behalten Sie den Durchblick im Informationsdschungel

**NEU**

**ÖPNV  
Archiv**

**NaNa**  
NahverkehrsNachrichten

**NaNaBrief**

**DER NAHVERKEHR**

**Zugriff auf alle Inhalte von:**

- **DER NAHVERKEHR** (ab 2004)
- **NaNa Nahverkehrs-Nachrichten** (ab 2018)
- **NaNa-Brief** (ab 2016)

**Jetzt  
upgraden!**

**Abonnenten  
erhalten  
Rabatt!**

**JETZT TESTEN:**

**DAS NEUE ÖPNV-ARCHIV**

[www.busundbahn.de/upgrade](http://www.busundbahn.de/upgrade)

Ansichtsexemplar bereitgestellt über **Bus&Bahn**