

---

## **Handlungsempfehlungen zur barrierefreien Nutzbarkeit von autonom fahrenden Straßenfahrzeugen im ÖPNV**

Liss Böckler, Raven Musialik

*Siehe AutorInnenangaben*

---

### **Abstract**

Autonom fahrende Straßenfahrzeuge gelten als Schlüsseltechnologie der Zukunft, um das Mobilitätssystem für mehr Menschen nutzbar zu machen. In der Stadt Soest wurde ein automatisierter Kleinbus in den ÖPNV integriert, die Barrierefreiheit untersucht und technische Hilfsmittel weiterentwickelt. Dazu wurden mit rund 100 sinnes- und mobilitätseingeschränkten Personen Testfahrten und Befragungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden als Handlungsempfehlungen zur barrierefreien Weiterentwicklung des Gesamtsystems festgehalten.

### **Schlagwörter / Keywords:**

Autonomes Fahren, Barrierefreiheit, ÖPNV, Mobilität, Ride4All, Soest

---

### **Autonomes Fahren, ÖPNV und Barrierefreiheit**

Autonom fahrende Straßenfahrzeuge sollen zukünftig dazu beitragen, das Mobilitätsangebot zu erweitern und gleichzeitig den Verkehr effizienter, emissionsärmer und sicherer zu gestalten. Eine wesentliche Rolle zur Lösung der aktuellen Verkehrsprobleme (Stau, Emissionen, Parkflächen in den Städten etc.) kommt dabei dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zu. Mithilfe der neuen Technologie sollen beispielsweise kleinere Fahrzeuggrößen das Angebot der stärker gebündelten Linien in Zukunft ergänzen, Gebiete und Zeiten mit geringerer Nachfrage erschließen und mehr Flexibilität unabhängig vom motorisierten Individualverkehr (MIV) ermöglichen (vgl. BMVI 2015, VDV 2015). Mit diesen Konzepten ist auch die Erwartung verbunden, bessere und inklusiv nutzbare Mobilitätsangebote zu schaffen. Dazu muss das Gesamtsystem den unterschiedlichen Anforderungen sinnes- und mobilitätseingeschränkter Menschen entsprechend mit möglichst wenigen Barrieren gestaltet sein, die der eigenständigen Nutzung entgegenstehen würden.

In Deutschland leben 7,9 Millionen Menschen mit Schwerbehinderung, was rund 9,5 Prozent der Bevölkerung ausmacht (Destatis 2020). Obwohl diese Gruppe einen signifikanten Anteil der Bevölkerung in Deutschland darstellt, werden ihre Belange häufig nicht ausreichend berücksichtigt und die soziale Teilhabe eingeschränkt. Menschen mit langfristigen

körperlichen, seelischen, geistigen oder Sinnesbeeinträchtigungen finden in vielen Alltagssituationen Hindernisse vor, so auch in der Mobilität. Diese bestehen beispielsweise bei der Wahrnehmbarkeit wichtiger Fahrgastinformationen, beim Auffinden der passenden Buslinie oder bei Betriebsstörungen. Im öffentlichen Sektor schreiben das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) und entsprechende Landesgesetze Barrierefreiheit vor. In der gewerblichen Personenbeförderung ist u. a. das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) einschlägig, welches das Ziel einer vollständigen Barrierefreiheit im öffentlichen Nahverkehr vorgibt. Die öffentliche Infrastruktur, das ÖPNV-Angebot, Informationszugänge, die Ausstattung von Fahrzeugen und mobilitätsbezogene Smartphone-Anwendungen etc. sind trotz umfangreicher Maßnahmen oftmals jedoch nicht ausreichend auf die Bedürfnisse der betroffenen Personengruppe ausgerichtet.

Wie für konventionelle Mobilitätsangebote muss auch für solche mit Einsatz automatisiert fahrender Fahrzeuge der Grundsatz der Barrierefreiheit gelten. Durch den Wegfall des Fahrpersonals kann sich die Problemlage zukünftig verschärfen, da die Fahrgäste nicht immer direkt auf menschliche Hilfestellung zurückgreifen können. Hinzu kommt die Herausforderung, dass automatisierte Kleinbusse in Zukunft voraussichtlich häufig in flexiblen, bedarfsgesteuerten Bedienformen eingesetzt werden. Dazu muss

die Barrierefreiheit bei der baulichen Infrastruktur an Ein-/Ausstiegsorten, der Fahrzeugausstattung, der Fahrgastinformation, den Buchungsplattformen, bei technischen Hilfsmitteln etc. anspruchsgerecht gestaltet werden. Mit dem autonomen Fahren können außerdem Bedenken oder Ängste verknüpft sein, da es sich um eine neue Technologie und neuartige Fahrzeuge handelt, mit denen die Menschen aufgrund mangelnder eigener Erfahrungen noch nicht vertraut sind. Die Chance liegt jedoch darin, dass sich die Flexibilität und Verfügbarkeit des ÖPNV für alle erhöhen wird, wenn barrierefreie Nutzungsmöglichkeiten geschaffen werden. Davon profitieren auch andere Nutzungsgruppen wie Personen mit Kinderwagen, Reisende mit Gepäck, ältere Fahrgäste mit Rollatoren oder Menschen, die der Landessprache nicht (umfänglich) mächtig sind. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, bereits im aktuell noch frühen Entwicklungsstadium der neuen Technologie des autonomen Fahrens anzusetzen, um die Belange der Menschen mit Behinderungen im Sinne einer barrierefreien und inklusiven Ausgestaltung der Mobilität aufzunehmen und einzubringen (vgl. Azad et al. 2019; Deutscher Behindertenrat & Bundesverband Deutscher Omnibusunternehmer 2017; Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland 2021a, 2021b; Maetzel et al. 2021; Mantel & Diebold 2020).

### „Ride4All“-Testbetrieb in der Stadt Soest

Im Verbundprojekt „Ride4All – Entwicklung eines integrierten und inklusiven Verkehrssystems für autonom fahrende Busse“<sup>1</sup> wurde u. a. untersucht, wie die barrierefreie Nutzung automatisierter Kleinbusse durch Menschen mit unterschiedlichen Behinderungen zukünftig sichergestellt werden kann. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des Fahrzeugs in Soest und der Integration in die Smartphone-App „mobil info“ wurden von Juli bis Oktober 2021 mit

<sup>1</sup> Das Projekt „Ride4All“ wurde am 31.12.2021 nach zweijähriger Laufzeit erfolgreich abgeschlossen. Die Verbundprojektleitung oblag dem Kreis Soest. Die Stadt Soest, die Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH (RLG), die GeoMobile GmbH, das LWL-Berufsbildungswerk Soest (LWL-BBW), das Fraunhofer Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS) und die eagle eye technologies GmbH komplettieren das Projektkonsortium. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) förderte das Projekt im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren“ mit einer Summe von 2,28 Mio. Euro. Mehr Informationen unter <https://ride4all.nrw/>.

ca. 100 Studienteilnehmenden mit Sinnes-, Mobilitätseinschränkung und/oder Fachexpertise Testfahrten durchgeführt und empirische Daten erhoben. Darauf aufbauend wurde ein Konzept zur Barrierefreiheit und sozialen Akzeptanz erarbeitet, welches sich an folgenden Forschungsfragen orientierte:

- Welche Herausforderungen entstehen bei der Nutzung des automatisierten Kleinbusses in Soest und unter welchen Voraussetzungen kann das Gesamtsystem zukünftig selbständig genutzt werden?
- Wie wird die Anwendbarkeit der Mobilitäts-App „mobil info“ in dem Zusammenhang beurteilt?
- Welche Bedenken bestehen bei der selbständigen Nutzung des Fahrzeugs und was müsste geschehen, um diese zu verringern?
- Welche Handlungsempfehlungen können zur Weiterentwicklung von Fahrzeugsystemen, des ÖPNV-Betriebs, von Smartphone-Anwendungen und der Haltestelleninfrastruktur abgeleitet werden?

Es werden nachfolgend zunächst das eingesetzte Fahrzeugmodell, die Eckpunkte des Betriebskonzeptes, die Mobilitäts-App „mobil info“ sowie das Forschungsdesign vorgestellt. Im Anschluss werden die Ergebnisse sowie daraus abgeleitete Handlungsempfehlung präsentiert.

### Fahrzeugmodell und Betriebskonzept

Für den Betrieb in Soest wurde ein automatisiert fahrender Kleinbus des aktuell marktführenden französischen Unternehmens EasyMile beschafft, auf den Namen „Sofia“ („SOest fährt inklusiv und autonom“) getauft und nach dem Zulassungsprozess von Juli bis Dezember 2021 auf einer Strecke zwischen dem Bahnhof und der Bildungseinrichtung des Projektbeteiligten LWL-Berufsbildungswerk Soest durch die Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH betrieben.



Abbildung 1: Fahrzeugmodell EasyMile EZ10 Gen. 2 – „Sofia“-Kleinbus an der Haltestelle „LWL-Berufsbildungswerk“, Quelle: Interlink GmbH

Die 4,2 Kilometer lange Linie A1 umfasste sechs Haltestellen. Das Fahrtenangebot bestand von Montag bis Freitag zwischen 8:00 und 17:00 Uhr. Für die

Testfahrten im Rahmen der Erhebung wurde ein für den Fahrgastverkehr gesperrtes Zeitfenster am Mittwochvormittag genutzt und dabei ein verkürzter Umlauf mit ca. zwei Kilometern Länge gefahren. Es kam dabei ein Fahrzeug der zweiten Generation des Modells „EZ10“ zum Einsatz, ein mit einem System für das automatisierte Fahren ausgerüsteter Kleinbus mit Stehhöhe und sechs Sitzplätzen, von denen einer aufgrund des stets anwesenden Fahrpersonals belegt war. Aufgrund des im Projektzeitraum gültigen Rechtsrahmens musste das Fahrzeugsystem stets von einer fahrzeugführenden Person überwacht werden (auch bei den Testfahrten in der Studie). Aus Sicherheitsgründen hat diese die Pflicht, bei Systemgrenzen über eine manuelle Steuerungseinheit einzugreifen, wenngleich die einprogrammierte Trajektorie in Soest weitgehend ohne menschliche Interventionen automatisiert abgefahren werden konnte. Die Umgebung wird vom Fahrzeugsystem mit verschiedenen Sensoren, u. a. GPS-Empfänger, Radumlaufzähler und Laserscanner, kontinuierlich erfasst, wodurch Lokalisierung und Orientierung im Straßenverkehr möglich sind. Das System erkennt den Abstand von Hindernissen und kann entsprechend reagieren (vgl. EasyMile 2022). Noch werden nicht alle auftretenden Situationen von der Technik automatisiert bewältigt, z. B. ist ein Überholen von Hindernissen auf der Trajektorie mit Ausweichen auf die Gegenfahrspur aktuell noch nicht möglich. Die höchste Automatisierungsstufe des autonomen Fahrens ganz ohne fahrzeugführende Person entspricht demnach noch nicht dem aktuellen Stand der Technik.

Das Modell EZ10 Gen. 2 verfügt über eine Breite von 1,9 Metern, Länge von 4 Metern, Höhe von 2,8 Metern und Stehhöhe im Innenraum von 1,9 Metern (vgl. Centrum für Automatisierte Mobilität 2021: S. 12). Für den Betrieb in Soest genehmigt wurde die Höchstgeschwindigkeit von 15 km/h und bezüglich der Kapazität fünf Fahrgastsitzplätze, davon zwei entgegen der Fahrtrichtung (keine Stehplätze). An Haltestellen lässt sich das Fahrzeug automatisch auf ca. 300 Millimeter Einstiegshöhe gegenüber dem Fahrbahnniveau absenken. Hinsichtlich der barrierearmen Nutzung sind folgende Ausstattungsmerkmale hervorzuheben: elektrische Rampe, Rollstuhl-Rückhaltesystem mit Kraftknoten, Braille-Schrift an den meisten Tastern, Fahrgastanzeige mit Anzeige des Fahrtverlaufs im Fahrzeuginnenraum.

### **Mobilitäts-App „mobil info“**

Über die Integration eines automatisierten Kleinbusses hinaus, wurde bei „Ride4All“ im Hinblick auf die barrierefreie Nutzung ohne Fahrpersonal an Mensch-Maschine-Schnittstellen zwischen Fahr-

zeugnutzenden und dem EasyMile-Fahrzeugsystem gearbeitet.

Durch die Nachrüstung des EZ10-Fahrzeugs mit dem Modul „ivantoConnect“ des Projektpartners GeoMobile GmbH wurde es möglich, den Bus per Bluetooth in die Smartphone-Anwendungen „mobil info“ für Fahrgäste zu integrieren. Bei „mobil info“ handelt es sich um eine vielseitige, barrierefreie Mobilitätsapp im Kreis Soest sowie im Hochsauerlandkreis, welche durch blinde und seheingeschränkte Menschen genutzt werden kann. Folgende Funktionen sind u. a. enthalten: intermodale Verbindungsauskunft mit Echtzeit-Informationen, Ticketbuchung, „BusRadar“ (Empfang von Liniennummer und Fahrtziel einfahrender Busse, Auslösen eines Haltewunschs sowie eines akustischen Türfinde-Signals im Türbereich des gewünschten Buses per Bluetooth), Bedienung via Voice-Over/TalkBack und zusätzlicher Sprachausgabe, Fahrtbegleitung (Ansage der aktuellen Position/Haltestelle), Fußgängernavigation (Übermittlung der Laufrichtung per Vibration oder Geiger) (vgl. Kreis Soest 2020).

### **Methodik, Stichprobe und Durchführung**

Für das Forschungsdesign der Erhebung zur Barrierefreiheit und Akzeptanz autonomer Kleinbusse wurden vier methodische Zugänge gewählt. Insgesamt wurden im Rahmen des Projekts 13 Workshops mit Teilnehmenden mit Einschränkungen körperlicher oder sensorischer Funktionen, geistiger Fähigkeiten oder der seelischen Gesundheit sowie ein weiterer mit Fachkundigen durchgeführt, die beruflich mit der Mobilität behinderter Menschen befasst sind. Neben einem teilstandardisierten Fragebogen kamen dabei leitfadensbasierte Gruppendiskussionen zum Einsatz sowie ein Beobachtungsprotokoll für die begleitete Testfahrt im automatisierten Kleinbus. Zur Evaluierung der im Projektrahmen weiterentwickelten digitalen Anwendung „mobil info“ wurden zudem Einzelinterviews durchgeführt, die ihren Fokus auf die Funktionalität der App legten.

Über den Fragebogen wurden Hintergründe und demographische Daten zu den Testpersonen abgefragt (u. a. allgemeines und ÖPNV-spezifisches Mobilitätsverhalten, Hindernisse in der ÖPNV-Nutzung, Technikaffinität). In der Gruppendiskussion konnte anhand eines Leitfadens die Testfahrt in Fokusgruppen ausgewertet und allgemeine Fragen zur Akzeptanz des automatisierten Fahrens diskutiert werden. Gegenüber der bis auf wenige Freitextfelder quantitativen Abfrage vorgegebener Items in dem Fragebogen war das Vorgehen für Testfahrt und Gruppendiskussion explorativ und hypothesenbildend

ausgerichtet. Die Teilnehmenden sind ExpertInnen für ihre jeweiligen Bedarfe. Ihren Eindrücken sollte daher nicht mit einer standardisierten Abfrage vorgegriffen werden. Daher erfüllte die Gruppendiskussion den Anspruch, einen offenen Rahmen zu bilden, in dem die Erfahrungen gemeinsam gesammelt werden konnten.

Ergänzend zur Gruppendiskussion wurden die Fahrten durch eine Person begleitet, die in einem Beobachtungsprotokoll Verhalten und Aussagen in der Testgruppe dokumentierte. Diese Methode ermöglicht Verzerrungen zu minimieren, die sich im Falle einer Ex-post-Befragung ergeben können: „Nicht nur die Interviewereinflüsse entfallen damit, sondern ebenso Fehler, die aufgrund von fehlerhaften Erinnerungsleistungen zustande kommen“ (Häder 2019: S. 324). Die in dem Protokoll notierten Eindrücke konnten nachfolgend über die Moderation in die Gruppendiskussion gegeben, dort überprüft und vertieft werden. Im Rahmen der Einzelinterviews wurden auf einer Testroute Thinking-Aloud-Tests durchgeführt. Diese Methode ermöglicht es, die Benutzungsfreundlichkeit einer Software zu prüfen. Dabei werden die Testpersonen gebeten, während einer Testanwendung „laut zu denken“. So lässt sich eruieren, wie gut sie sich in den Funktionen zurechtfinden. In Ergänzung wurde ein auf die Evaluierung der Smartphone-Anwendung fokussierter Fragebogen ausgefüllt. Die Ergebnisse dienen in diesem Falle der weiteren Entwicklung der Anwendung gemäß den Bedarfen der Zielgruppe.

### **Beschreibung der Stichprobe**

Das vorrangige Erkenntnisinteresse des Projekts lag darin, dass Menschen mit verschiedenen Behinderungen ihre Erfahrungen und ihre Expertise für ihre spezifischen Bedarfe in die Untersuchung einbringen. Eine Repräsentativität in der Stichprobe herzustellen, stand daher methodisch nicht im Vordergrund und wurde hier nicht intendiert. Zudem ergibt sich der Fokus auf bestimmte Behinderungen in der Stichprobe im Rahmen der vorliegenden Studie aus der Fragestellung. Im Vordergrund standen Behinderungen, die eine besondere Herausforderung in der Mobilität bedeuten und damit spezifische Nutzungsgruppen darstellen. Außer den gehbehinderten Menschen betrifft dies vor allem Personen mit eingeschränkter Sehfähigkeit. Für sie zeigen sich in der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel besondere Hürden, für die im Rahmen der Studie Handlungsempfehlungen zu entwickeln waren. Dennoch wird im Folgenden eine Darstellung der Stichprobe im Abgleich mit allgemeinen Zahlen vom Statistischen Bundesamt über Menschen mit Behinderungen in Deutschland vorgenommen, um eine allgemeine Einordnung der Ergebnisse zu ermöglichen.

Insgesamt nahmen an der Studie 102 Testpersonen teil, 93 davon an den Workshops mit Gruppendiskussion. Mit weiteren neun Personen wurden Einzelinterviews zur Evaluation der App durchgeführt. Von den 93 Workshopteilnehmenden nahmen wiederum 77 primär als Menschen mit Behinderung teil, die übrigen 16 als Fachkundige. Von den 77 Teilnehmenden des Workshops und den neun Einzelinterviewten füllten 82 Personen die Fragebögen aus. Darunter waren 50 Männer (61 Prozent), 31 Frauen (38 Prozent) und eine Person gab ihr Geschlecht als divers an (ein Prozent). Bei den Workshops fiel die Differenz etwas geringer aus (59 Prozent männlich, 40 Prozent weiblich). Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes sind von den insgesamt 7,9 Mio. Menschen mit Behinderung bundesweit 50,4 Prozent Männer und 49,6 Prozent Frauen (Destatis 2021). Diese Abweichung in der Stichprobe von einer repräsentativen Verteilung lässt sich zum einen auf die entsprechenden Geschlechteranteile am LWL-BBW zurückführen, bei dem das Projekt verortet war. Zum anderen lässt sich aufgrund der Freiwilligkeit der Teilnahme vermuten, dass der technische Kontext des Themas aufgrund von weiterhin prägenden Rollenbildern männliche Teilnehmer eher angesprochen hat.

Ebenso erklärt sich die Altersverteilung vor dem Hintergrund, dass das Projekt an der Bildungseinrichtung LWL-BBW angesiedelt war. Insgesamt sind in Deutschland 78 Prozent der behinderten Menschen 55 Jahre und älter. Hingegen waren in der Stichprobe 59,8 Prozent zwischen 18 und 34 Jahren alt, gegenüber 5 Prozent bundesweit (ebd.) Weitere 14,6 Prozent der Stichprobe waren zwischen 35 und 50 Jahren alt, 23,1 Prozent 51 Jahre und älter.

Nach der Erhebung des Statistischen Bundesamtes sind lediglich 4,42 Prozent der Menschen mit Behinderung blind oder sehbehindert (Destatis 2021). Demgegenüber gaben in der Stichprobe 53,9 Prozent der Teilnehmenden dies als primäre Behinderung an. Die Abweichung geht neben dem geschilderten Fokus aufgrund der mit der Behinderungsart verbundenen Mobilitätseinschränkungen auf die Anteile unter den SchülerInnen des LWL-BBW zurück. Die Einrichtung hat ihren Schwerpunkt bei sehbehinderten und blinden Menschen. Einschränkungen emotionaler, kognitiver und sozialer Fähigkeiten zusammengefasst machten in der Untersuchung 23,6 Prozent im Vergleich zu 21,3 Prozent bundesweit aus. Weitere 15,7 Prozent der Stichprobe sind gehbehindert, wobei mit sieben der 14 Personen die Hälfte auf einen Rollstuhl angewiesen ist. Allgemein sind hingegen rund 22,5 Prozent der behinderten Menschen in Deutschland körperlich in ihrer Mobilität eingeschränkt. Taube und

schwerhörige Menschen machten in der Stichprobe 3,4 Prozent, in den Zahlen des Statistischen Bundesamts 3,9 Prozent der Betroffenen aus (ebd.).

### **Kernergebnisse der Erhebungen**

Über das dargestellte Forschungsdesign konnten Ergebnisse zum generellen Mobilitätsverhalten der betroffenen Studienteilnehmenden, zur Akzeptanz des „Ride4All“-Betriebes, zu den Herausforderungen, dem Optimierungspotenzial sowie zur Mobilitäts-App „mobil info“ ermittelt werden.

In der Befragung zum Mobilitätsverhalten zeigte sich in der Testgruppe die hohe Bedeutung des Öffentlichen Verkehrs, der gerade bezüglich der Nutzungshäufigkeit vor dem MIV rangierte. Neben der Barrierefreiheit galten den Befragten mit Zuverlässigkeit, Flexibilität, Schnelligkeit und Sicherheit dabei klassische Kriterien als vorrangig, während Spaß, Komfort, moderne Technik, aber auch Umweltverträglichkeit vergleichsweise selten als Grund zur Wahl eines Verkehrsmittels genannt wurden. In Bezug auf den Bedarf an nicht-technischer Assistenz in Verkehrsmitteln jeglicher Art gaben rund 71 Prozent an, auf diese zurückzugreifen. Die Abfrage der Häufigkeit unter den behinderten Menschen in Bezug auf bestimmte Verkehrsmittel wies aus, dass insbesondere für die öffentlichen Verkehrsmittel im Vergleich zum MIV ein regelmäßiger Hilfebedarf besteht. Dieses Resultat wird bestätigt durch die Antworten der Fachkundigengruppe, die mit rund 91,2 Prozent der Nennungen den Unterstützungsbedarf primär im ÖV sieht. Nachvollziehbar ist vor dem Hintergrund, dass 50,8 Prozent der befragten Menschen mit Behinderung angaben, nur bekannte Strecken zu fahren, von denen wiederum rund 73 Prozent dafür Gründe der Sicherheit und Vertrautheit nannten. Für automatisierte Kleinbusse ergibt sich daraus eine besondere Herausforderung, da hier perspektivisch keine Begleitperson mehr an Bord ist und das Fahrpersonal als Rückfalloption für Auskunft und Unterstützung wegfällt. Um dennoch inklusiv und barrierefrei nutzbar zu sein, müssen bestehende Hindernisse und Barrieren abgebaut und der Unterstützungsbedarf anderweitig organisiert werden.

### **Akzeptanz der Technologie**

Im Vorlauf der Testfahrt mit dem automatisierten Kleinbus „Sofia“ war die Mehrheit der Teilnehmenden aufgeschlossen und neugierig, während der kleinere Teil ein mulmiges Gefühl hatte. Viele Teilnehmende, die vor der Fahrt eher skeptisch waren, teilten mit, dass die Skepsis nach der Mitfahrt abgenommen hat. Es konnten also die Resultate vorheriger Studien bestätigt werden, dass die persönliche Erfahrung mit der Technologie einen beträchtlichen

Zugewinn in der Akzeptanz automatisierten Fahrens ermöglicht (vgl. Kempapidis et al. 2020). Das von vielen Testfahrenden geäußerte positive Sicherheitsgefühl war mitunter daran geknüpft, dass das Fahrpersonal anwesend war oder eine Anschnallpflicht bestand. Zukünftig ohne Fahrpersonal fahren zu müssen bedeutet für viele Studienteilnehmende, dass eine Rückfallebene und Informationsquelle wegfällt und ist hingegen bei einigen mit einem Angstgefühl verbunden. Vereinzelt würden die Teilnehmenden der Technik auch bei deutlich höheren Geschwindigkeiten vertrauen und waren mitunter vom geringen Tempo enttäuscht. Es wurde damit der Eindruck bestätigt, dass Medienberichte eine höhere Erwartungshaltung schüren als die Technik momentan erfüllen kann. Dies kann sich dann, wie hier bestätigt, im Einzelfall negativ auf die Akzeptanz auswirken. Für die Mehrheit jedoch wären Fahrgeschwindigkeiten über 30 km/h ohne Fahrpersonal im Fahrzeug nicht mit einem positiven Sicherheitsempfinden vereinbar. Ein Teilnehmer äußerte beispielsweise seine Sorge, ob der „Sofia“-Bus in Zukunft bei 50 km/h alle technischen Anforderungen im Straßenverkehr erfüllen könne. Bedenken äußerten Studienteilnehmende darüber hinaus hinsichtlich der Fragen, was passiert, wenn das Fahrzeug gehackt wird, wer bei einem Unfall haftet und ob die Rampe mit vorliegendem Neigungswinkel auch für Menschen mit Rollstühlen ohne Elektroantrieb nutzbar sei. Auch der denkbare Nebeneffekt zukünftig wegfallender Arbeitsplätze wurde genannt. Als Vorteile nannten Studienteilnehmende die ökologische Nachhaltigkeit eines automatisierten und elektrischen Mobilitätsangebotes sowie die Möglichkeit, den ländlichen Raum besser mit dem ÖPNV erschließen zu können.

Insgesamt zeichnete sich eine deutlich positive Nutzungsbereitschaft ab. Eine Fokusgruppe mit SchülerInnen des LWL-BBW prüfte direkt am Workshoptag die Passfähigkeit des Fahrplanes zu ihren Arbeitszeiten. Die Technologie wurde vielfach als zukunftsweisend beschrieben und mehrere Personen können sich die Nutzung im Alltag für private und berufliche Zwecke sowie auch mit größeren Linienbussen vorstellen.

### **Bewertung des Fahrzeugsystems**

Ein wesentlicher Teil der geäußerten Eindrücke bezog sich nicht allgemein auf automatisiertes Fahren, sondern auf spezifische Merkmale in der Ausstattung des Fahrzeugs. Bemängelt wurden u. a. fehlende Haltestellenansagen und ein ungenügend berücksichtigtes Zwei-Sinne-Prinzip bei wichtigen Informationen. So konnten Reisende ohne hinreichende visuelle Wahrnehmung nicht die aktuelle Position des Fahrzeuges kontrollieren. Zwar ist diese Information über die „mobil info“-App per Smart-

phone abrufbar. Dennoch besteht ein dringender Bedarf, diese Information auch im Fahrzeug selbst auf akustischem Wege zu erhalten. Die Nutzung darf nicht von dem Besitz eines Smartphones abhängig sein. Ebenso fehlte eine Ansage der Liniennummer und Fahrtrichtung sowie ein akustischer Hinweis auf Anschnallpflicht und Sitzplatzauslastung. Die Fahrgastanzeige erwies sich als zu klein und mit zu geringem Kontrast. Sie war für sehingeschränkte Personen nicht lesbar, zudem von der Sitzposition einer rollstuhlfahrenden Person nicht gut einsehbar. Bei anderen akustischen Signalen des EZ10, welche bspw. andere Verkehrsteilnehmende auf den Bus aufmerksam machen sollen, war wiederum die Bedeutung unklar, so dass diese für Irritation sorgte.

Das Fahrzeug verfügt über Taster zum Öffnen und Schließen der Tür, zur Bedienung der Rampe, zum Auslösen eines Notstopps sowie für Notfälle, der eine Verbindung mit der Leitstelle aufbaut (aktuell noch nicht aktiviert, da Fahrpersonal präsent ist). Häufig wurden die Taster von den Teilnehmenden aber als mangelhaft beschrieben. Verwendet werden berührungssensible Taster ohne haptische Rückmeldung (ohne Druckpunkt, Vibration o. ä.). Für sehingeschränkte oder blinde Menschen sind sie nicht geeignet, weil sie zu sensibel reagieren und beim ertasten vielfach ungewollt ausgelöst wurden. Zudem fehlt teilweise die Beschriftung mit Brailleschrift (Taster für Notfälle/Verbindung zur Leitstelle und für Rampe innen), oder diese ist auf dem Kopf stehend angebracht und in englischer Sprache. Darüber hinaus fehlen grundsätzlich Taster zum Auslösen des Haltewunsches (aufgrund des Betriebskonzeptes im Linienverkehr mit Halt an jeder Haltestelle nicht benötigt). In einem Workshop wurde die farbliche Unterscheidbarkeit der Taster positiv hervorgehoben. Von rollstuhlfahrenden Teilnehmenden wurde bemängelt, dass die vorhandenen Taster vom Sitzplatz aus nicht erreichbar sind. Der an der Fahrzeugaußenseite befindliche Taster zur Bedienung der Rampe wurde als zu weit in der Mitte befindlich bewertet. Daraus ergibt sich ein Unfallrisiko für direkt vor der Tür befindliche Personen, wenn die Rampe ausfährt.

Die Größe des Innenraums wurde als zu gering bewertet, um mit dem Rollstuhl zu rangieren. An der Rampe für den Rollstuhlzustieg wurde bemängelt, dass sie zu schmal, mitunter zu steil und zudem zu rutschig sei, von ihr daher Unfallgefahr ausgehe. Weitere Kritik galt dem Rollstuhl-Rückhaltesystem mit Kraftknotensystem zur Befestigung des Rollstuhles mit Gurten über vier Verankerungspunkten im Boden. Dieses sei nur mithilfe Dritter nutzbar. Somit ist ohne Fahrpersonal an Bord keine selbständige Nutzung möglich.

Angemerkt wurde zudem wiederholt, dass der Elektro-Bus in der Anfahrt an die Haltestelle zu leise sei und ein – mittlerweile gesetzlich vorgeschriebenes – akustisches Fahrzeug-Warnsystem (englisch Acoustic Vehicle Alert System, kurz AVAS) fehle. Dieses ist zwar vorhanden, war aber zu leise eingestellt.

### **„mobil info“-App als digitales Hilfsmittel**

Insgesamt bezeichneten sich 74 Prozent der Teilnehmenden als technisch interessiert. Nahezu alle Personen nutzen täglich Smartphone oder Computer, sind somit den Umgang mit digitalen Programmen geübt. Rund die Hälfte der Teilnehmenden nutzte die „mobil info“-App bereits im Alltag (ÖPNV-Auskunft, Fahrtbegleitung und weitere Funktionen), vor allem in der Stadt Soest. Die andere Hälfte kannte die App entweder vorher noch nicht (drei Personen), kann sie nicht nutzen, weil sie an ihrem Arbeits-/Wohnort nicht verfügbar ist (eine Person) oder bevorzugt andere Apps (eine Person).

Die App wurde mehrheitlich als ein Zugewinn für die Mobilität bezeichnet, wobei die Befragten auch den weiteren Optimierungsbedarf identifizierten, um die Anwendbarkeit zukünftig zu erhöhen. Insbesondere die Fußwege-Navigation sowie die Funktion der Fahrtbegleitung wurden als nützlich hervorgehoben. Die Testnutzenden kündigten an, diese weiter nutzen zu wollen. Einige Funktionen, wie Information zu Störungen, Verspätungen, Baustellen, Umleitungen oder Ausfällen in der Verbindungsauskunft, waren jedoch noch nicht zuverlässig. Des Weiteren gab es einige technische Mängel, wie z. B. fehlerhafte Textanzeigen. Elementarer war jedoch das Fehlen einer Filterfunktion im „BusRadar“, so dass die Vielzahl der Informationen unübersichtlich wurde, sowie das Stoppen der Haltestellenansage bei deaktiviertem Bildschirm. Auch die Darstellung auf dem Screen wurde von sehingeschränkten Menschen als unzureichend bewertet. Zu viele Informationen auf der Ansicht sorgten für Verwirrung, die Elemente zur Aktivierung von Sprachausgabe und zum Start der Fahrtbegleitung waren schlecht zu finden.

Insgesamt lassen sich hinsichtlich der Akzeptanz und der Bewertung des Fahrens mit automatisierten Kleinbussen ambivalente Ergebnisse konstatieren, die der Differenzierung durch weitere Untersuchungen bedürfen. Großen Forschungsbedarf gibt es vor allem in Bezug auf spezifische Anforderungen, die sich aus der jeweiligen Einschränkung der körperlichen Funktion, geistigen Fähigkeit oder seelischen Konstitution und einer technisch sauberen und nutzungsfreundlichen Umsetzung der erforderlichen Unterstützungsfunktionen ergeben. Aus den hier gewonnenen Erkenntnissen lassen sich jedoch be-

reits konkrete Handlungsempfehlungen ableiten, die Fahrerlebnis und Sicherheitsempfinden für Menschen mit Behinderungen signifikant verbessern und damit auch die Akzeptanz der Technologie erhöhen können. Diese werden im Folgenden dargestellt.

### Handlungsempfehlungen

Barrierefreiheit bedeutet nicht ausschließlich das Nichtvorliegen von physischen Hindernissen wie Stufen, wovon oft fälschlicherweise ausgegangen wird. Vielmehr werden damit sowohl sensorische und motorische Hindernisse als auch Verständnisbarrieren für kognitiv eingeschränkte Menschen adressiert. Um den ÖPNV barrierefrei zu gestalten, ist ein Zusammenspiel aus Haltestelleninfrastruktur, Gestaltungs- und Ausstattungselementen von Fahrzeugen und Serviceangeboten sowie analogen und digitalen Kommunikationsmitteln nötig. Alle Funktionen, die nicht behinderten Fahrgästen zur Verfügung gestellt werden, müssen auch Menschen mit Behinderungen zur Verfügung gestellt werden und von ihnen aktiv genutzt bzw. bedient werden können (vgl. Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Bundesarbeitsgemeinschaft ÖPNV der kommunalen Spitzenverbände 2014).

Als Grundsatz ist das Zwei-Sinne-Prinzip bei allen Funktionen und Informationen zu beachten, die ein Fahrgast benötigt. Eine gute Nutzbarkeit für sensorisch eingeschränkte Menschen wird erreicht, wenn wenigstens zwei der drei Sinne Hören, Sehen und Tasten angesprochen werden. Im Alltag wie im Straßenraum werden die Informationen primär visuell über das Sehen und akustisch über das Hören aufgenommen. Steht einer dieser Sinne nur eingeschränkt zur Verfügung, kompensiert eine Verlagerung auf andere Sinne die Einschränkung. Seheingeschränkte Menschen greifen regelmäßig auf die taktile Erfassung zurück (z. B. auf Braille-Schrift oder taktile Leitsysteme auf dem Boden). Für Menschen mit kognitiven Einschränkungen eignet sich der Einsatz von leichter Sprache oder Piktogrammen (vgl. ebd.)

Ein weiterer Grundsatz besteht darin, dass, obwohl Smartphone-Anwendungen eine hilfreiche Unterstützung im Mobilitätsalltag darstellen können, immer auch Alternativen für Menschen ohne eigenen technischen Zugang geboten werden müssen. Die barrierefreie Nutzung von automatisierten Kleinbussen darf nicht daran gekoppelt sein, über ein Smartphone zu verfügen. Diese können Empfangsausfälle haben, sind an die limitierte Akkulation geknüpft und werden nicht von allen Fahrgästen genutzt.

Aus der Analyse des aktuellen Standes der Wissenschaft und Technik sowie aus den Ergebnissen der Begleitforschung im Projekt „Ride4All“ werden Handlungsempfehlungen für die qualifizierte Weiterentwicklung und Verbesserung von automatisierten ÖPNV-Fahrzeugen, des ÖPNV-Betriebs, von Smartphone-Anwendungen, der Haltestelleninfrastruktur und zum Abbau von sozialen Bedenken abgeleitet.

### Fahrzeugsysteme

Um die Barrierefreiheit von Mobilitätsangeboten mit automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV zu verbessern, sollten bei der Herstellung und Entwicklung von Kleinbussen mit der zugehörigen Steuerungssoftware unter anderem folgende Handlungsempfehlungen berücksichtigt werden:

- Bei Bedienelementen und Fahrgastinformationen muss das Zwei-Sinne-Prinzip beachtet werden. Im Fahrzeug muss Technik für akustische Ansagen (Linie, Fahrtrichtung, nächste Haltestelle) verbaut sein. Auch das Ausfahren der Rampe muss akustisch und per Lichtsignal gemeldet werden, um sicherzustellen, dass blinde oder seheingeschränkte Fahrgäste über den Vorgang informiert werden und einen Sicherheitsabstand wahren können.
- Die Kennzeichnung mit einem Zielschild mit Angabe der Liniennummer und Zielort/-haltestelle ist zur besseren Auffindbarkeit des gewünschten Fahrzeuges auch an der rechten Längsseite vorzunehmen, nicht nur an der Stirnseite. Sämtliche Kennzeichnungen und Anzeigen müssen über einen hohen Kontrast und eine große Schriftgröße verfügen.
- Außenansagen mit Angabe von Liniennummer und Fahrtrichtung müssen bei Bedarf bei Halt an einer Haltestelle zur Verfügung stehen (Fahrpersonal entfällt als Informationsquelle).
- Das Fahrzeugsystem muss Schnittstellen bieten, damit Anwendungen externer Anbieter integriert werden können (Beispiel: Auslösen eines Tür-Finde-Signals über die „mobil info“-App).
- Ein sanftes, situationsangemessenes Bremsverhalten ist für die Sicherheit von stehenden Fahrgästen und die Sicherung von mitgeführtem Gepäck und Rollatoren wichtig, insbesondere wenn höhere Fahrgeschwindigkeiten möglich werden.
- Zur besseren Wahrnehmbarkeit ist ein deutliches akustisches Fahrzeug-Warnsystem (AVAS) erforderlich, insbesondere bei der Anfahrt an die Haltestelle.
- An der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sind Stufen und große Spalte zu

- vermeiden. Fahrzeugseitig wird empfohlen, die Neige-Position an jeder Haltestelle entsprechend einstellen zu können (Beispiel: automatisiertes Erkennen der Bordsteinhöhe an Haltepunkten und Absenken des Fahrzeuges). Verbleibende Resthöhen und Spalten müssen mit einer automatisierten, robusten und rutschfesten Rampe überbrückt werden können (Neigungswinkel von maximal 6 Prozent).
- Die farbliche Gestaltung des Fahrzeugbodens sollte mit einem deutlichen Kontrast zum Boden der Haltestelle versehen sein, möglicherweise unterstützt durch ein Leuchtband. Zur Erhöhung des Sicherheitsempfindens und der Wahrnehmbarkeit von visuellen Informationen sollte das Fahrzeug innen voll beleuchtet sein.
  - Die Tür sollte an Haltestellen selbständig öffnen und schließen. Im Türbereich müssen Haltegriffe angebracht sein. Es werden Innenschwenktüren empfohlen. Die farbliche Gestaltung sollte kontrastreich erfolgen.
  - Für Rollstuhlfahrende muss bis auf Weiteres ein Personen- und Rollstuhlrückhaltesystem verbaut werden, das eigenständig nutzbar ist. Die Platzgröße und Position muss für alle Rollstuhlmodelle ausreichend sein, auch zum Rangieren. Alle erforderlichen Taster müssen erreichbar sein und eine Fahrgastanzeige einsehbar.
  - Taster müssen sämtlich mit Braille-Schrift in deutscher Sprache versehen und eindeutig beschriftet sein. Sie dürfen nicht berührungssensibel reagieren, sondern müssen über einen Druckpunkt verfügen. Sie müssen von allen Sitzplätzen aus erreichbar sein. Taster zur Bedienung der Rampe müssen außerhalb der Ausfahrzone angebracht werden (beispielsweise seitlich der Tür).
  - Touchscreens sind aufgrund der Gefahr von Fehlbedienungen im Betrieb grundsätzlich keine Option im ÖV. Sie stellen darüber hinaus eine Barriere für blinde und sehbehinderte Fahrgäste dar. Technische Weiterentwicklungen wie Force-Sense- und Force-Feedback-Displays können ggf. in der Zukunft eine Option sein, sofern das zwei-Sinne-Prinzip realisiert werden kann.
  - Die Fahrgäste müssen eine Verbindung zur Leitstelle/Kundenzentrale herstellen können. Dafür sind technische Lösungen in den Fahrzeugsystemen vorzuhalten, die durch die Betreiber genutzt werden können. Perspektivisch sollte an den Einbau einer Kamera und eines Bildschirms gedacht werden, um auch er-taubten Personen die Möglichkeit zu geben, Nachrichten mit der Leitstelle (möglicherweise

unter Einschaltung eines netzbasierten Dolmetscherdienstes) austauschen zu können.

- Insgesamt ist eine Standardisierung der verschiedenen Bedienelemente bezüglich Positionierung, Gestaltung und Funktion über unterschiedliche Fahrzeugtypen und Hersteller hinweg anzustreben, um eine intuitive Bedienbarkeit zu fördern und Barrieren zu reduzieren.

### **ÖPNV-Betrieb**

Um die Barrierefreiheit von Mobilitätsangeboten mit automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV zu verbessern, sollten Verkehrsunternehmen und andere Mobilitätsanbieter unter anderem folgende Handlungsempfehlungen berücksichtigen:

- Die deutschlandweite Realisierung der vollständigen Barrierefreiheit im ÖPNV gem. § 8 Abs. 3 PBefG ist erforderlich und auch automatisierten Kleinbus-Verkehren zuträglich. Es müssen zudem Standards weiterentwickelt werden, die im Zuge der barrierefreien Ausgestaltung verbindlich gelten sollen, sowohl für kleinere Fahrzeuggrößen als auch für konventionelle Linienbusse. Es sollte ein Gesamtsystem entwickelt und nicht nur einzelne Bestandteile einer Reisekette betrachtet werden.
- Der Betreiber sollte eine Verbindung zur Leitstelle oder Kundenzentrale für die Fahrgäste bereitstellen, die mit Informationen weiterhelfen, bei Notfällen unterstützen (per Kamera-Zuschaltung) und notfalls Personal an den Standort des Fahrzeuges entsenden kann. Personal sollte im Umgang mit Menschen mit Behinderungen geschult werden (Sensibilität steigern und Handlungsmöglichkeiten aufzeigen).
- Informationen zur barrierefreien Nutzbarkeit von Haltestellen sind für die Fahrgäste online und per telefonischem Kundenservice bereitzustellen. Bei der Buchung von bedarfsgesteuerten Fahrten muss die Option für geheingeschränkte Fahrgäste wählbar sein, Haltpunkte so anzufahren, dass sie unter Benutzung der Rampe ein-/aussteigen können. Fahrgäste sollten die Möglichkeit bekommen, oft genutzte Haltepunkte zu melden und barrierefrei ausstatten zu lassen.
- Die bestehende Nachfrage nach barrierefreien Bedarfsverkehren ist bei der Angebotsplanung zu berücksichtigen.
- Je nach Betriebskonzept werden die Fahrzeuge nach Bedarf gebucht (per Telefon oder online) oder fahren im Linienverkehr ohne vorherige Sitzplatzreservierung. Aufgrund der limitierten Beförderungskapazität der Kleinbus-

se muss die Information zur Sitzplatzauslastung vor dem Zustieg an den Fahrgast übermittelt werden. Dies gilt insbesondere im Linienverkehr, wo keine Reservierungen möglich sind. Dabei muss das Zwei-Sinne-Prinzip beachtet werden. Die Sitzplatzauslastung sollte visuell und akustisch am Fahrzeug oder an der Haltestelle über digitale Anzeigen übermittelt werden. Für Menschen mit eigenem technischem Zugang ist die Information in Echtzeit per Smartphone-App/Buchungsplattform zugänglich zu machen. Für das zukünftige Ticketing-System ist die unentgeltliche Beförderung von schwerbehinderten Menschen im öffentlichen Personenverkehr zu beachten. Es sind Lösungen für Menschen mit und ohne Smartphone-Nutzung zu integrieren.

### **Smartphone-Anwendungen**

Um die Barrierefreiheit von Smartphone-Anwendungen im Zusammenhang mit automatisierten Kleinbus-Verkehren zu gewährleisten, sollten bei der Entwicklung unter anderem folgende Handlungsempfehlungen beachtet werden:

- Mobilitäts-Apps wie „mobil info“ sollten als nützliches Hilfsmittel weiter etabliert und entwickelt werden. Eine bundesweit verfügbare App für Menschen mit (und ohne) Behinderungen, die für alle Betriebssysteme geeignet ist, wird gefordert. Die Fahrgäste sollten auf folgende Funktionen im Zusammenhang mit automatisierten Kleinbussen zugreifen können: Anzeigen der Reihenfolge der Busse an der Haltestelle, Tür-Finde-Signal, Prüfen der richtigen Buslinie und Fahrtrichtung an der Haltestelle/beim Zustieg, Abruf des Fahrtverlaufes, Fahrzeugstandortes und der Sitzplatzauslastung in Echtzeit, Buchung von Tickets, Buchung von Sitzplätzen und Fahrtwünschen bei Bedarfsverkehren, Anzeige von (nicht) barrierefreien Haltestellen/-punkten, Auslösen des Haltewunsches und Verbindung zur Leitstelle/Kundenbetreuung.
- Funktionen zur Fußgängernavigation sollten für komplexe Haltestellensituationen eine präzisere Wegweisung sowie eine verlässliche Navigation auch für Innenräume wie Bahnhofsgebäude anbieten.
- App-Inhalte sollten im Allgemeinen über eine einfache und klare Struktur verfügen. Menüpunkte sind selbsterklärend zu bezeichnen und auf wenige Unterpunkte zu beschränken. Auf eine konsistente Platzierung von zentralen Bedienelementen sollte geachtet werden (bspw. nach Updates). Guter Kontrast und Lesbarkeit der Elemente und Inhalte spielen eine wesentliche Rolle.
- Die Einstellung von leichter Sprache sollte als Option angeboten werden, um Menschen mit geistigen Einschränkungen oder Leseschwäche die Nutzung zu ermöglichen.
- Sofern möglich, sollte eine Spracheingabefunktion integriert werden. Davon profitieren nicht nur Menschen mit Sehbehinderungen, sondern auch Menschen mit motorischen Einschränkungen und Krankheiten (alle Navigations- und Schaltflächen sind eindeutig textlich zu hinterlegen).

### **Haltestellen**

Folgende Handlungsempfehlungen ergeben sich in Bezug auf barrierefreie Haltestellen im Zusammenhang mit automatisierten Kleinbus-Verkehren:

- Haltestellen sollten mit dynamischen Fahrgastanzeigen ausgestattet sein, um den Fahrgästen ohne Smartphone Echtzeitdaten zur Verfügung stellen zu können (unter Beachtung der Vorgaben zu Kontrast und Schriftgröße). Benötigt wird auch die Möglichkeit einer Sprachausgabe oder Verbindung zur Kundenzentrale für sehingeschränkte und für blinde Personen. Je nach Betriebskonzept müssen Fahrgäste an der Haltestelle einen Haltewunsch auslösen können. Darüber hinaus ist auf eine einheitliche/konsistente Gestaltung von Informationsträgern zu achten, um die Nutzbarkeit für Fahrgäste mit geistigen Einschränkungen zu erhöhen.
- An Haltestellen, die von mehreren Linien bedient werden, muss für Fahrgäste klar erkennlich sein, wo welche Linie hält (wenn mehrere Linien zur selben Zeit abfahren).
- An der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sind Barrieren zu vermeiden. Haltestellenseitig wird empfohlen, im Linienverkehr die vorhandenen Vorgaben zur Barrierefreiheit zur Zuwegung und Rangiermöglichkeiten einzuhalten. Es wird empfohlen, generell einen Bord mit mindestens 18 cm Höhe zu verwenden. Resthöhen und Spalten sollten die Ausnahme darstellen.
- Für virtuelle Haltepunkte außerhalb von fest eingerichteten Haltestellen müssen infrastrukturelle Mindestanforderungen im Sinne der barrierefreien Nutzung geschaffen werden. Zur Erhöhung der Barrierefreiheit im Bedarfsverkehr (mit virtuellen Haltepunkten) sollten Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit bekommen, oft genutzte Haltepunkte zu melden und barrierefrei ausstatten zu lassen. Ein möglichst enges Netz an barrierefreien Haltestel-

len muss dabei stets weiterhin angeboten werden.

### **Abbau sozialer Bedenken**

Um die Barrierefreiheit von Mobilitätsangeboten mit automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV zu verbessern, sollten bei der Planung, Herstellung und Entwicklung unter anderem folgende Handlungsempfehlungen berücksichtigt werden:

- Die Organisationen und Interessensvertretungen von mobilitätseingeschränkten Menschen sind umfassend einzubeziehen.
- Es sollten diverse Aufklärungsmöglichkeiten und -kampagnen auf verschiedenen Ebenen erfolgen und dabei eine klare Terminologie genutzt sowie Grundverständnis für die Technik geschaffen werden. Empfohlene Formate sind Mobilitätstrainings für betroffene Menschen, mehr Testangebote zum Ausprobieren der neuen Technologie und Übergangszeiten, in denen Personal im Fahrzeug präsent ist und Hilfestellungen angeboten werden.
- Die Erhöhung der Fahrtgeschwindigkeiten und folglich auch eine Verbesserung der Reisezeit sowie des Komforts sollten mittelfristig und schrittweise stattfinden. Die Zuverlässigkeit und Planbarkeit der neuen Dienste müssen erhöht werden.
- Der aktuelle Stand der Akzeptanzforschung muss durch Anschlussforschung ergänzt werden (bspw. durch mehr partizipative Studien, die Betrachtung gesamter Reiseketten sowie einen Fokus auf die Anforderungen von Menschen mit unterschiedlichen Behinderungen). Wichtig ist dabei, Vergleichbarkeit und Anschlussfähigkeit durch transparente Methoden sicherzustellen, um Trends und die Wirksamkeit von Maßnahmen untersuchen zu können.

### **Fazit und Ausblick**

Autonom fahrende Straßenfahrzeuge gelten als Schlüsseltechnologie der Zukunft, um das Mobilitätssystem zu erweitern und mehr Menschen zugänglich zu machen. Durch weitere technische Entwicklungen wird mittelfristig damit gerechnet, dass im Rahmen der StVG-Novelle 2021 in ausgewählten Betriebsbereichen mit Überwachung aus einer Leitstelle ohne im Fahrzeug befindliches Personal gefahren werden kann. Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) hat für diese Lösung die Bezeichnung „Automatisierungsstufe 4 ÖV“ eingeführt (vgl. Centrum für Automatisierte Mobilität 2021; SAE International 2021; Verband Deutscher Verkehrsunternehmen 2020).

Um die zukünftige Bedienbarkeit von Fahrzeugen, Mobilitäts-Apps und damit verbundenen Dienstleistungen für sinnes- und mobilitätseingeschränkte Menschen sicherzustellen, müssen die Anforderungen dieser Nutzungsgruppe frühzeitig in die Entwicklung eingebracht werden. Bei dem Projekt „Ride4All“ wurde dies aufgegriffen, in Bezug auf automatisierte Fahrzeugsysteme im ÖPNV untersucht und weiterentwickelt. Im Rahmen von 13 Gruppen-Workshops und Einzelinterviews wurden von Juli bis Oktober 2021 im „Sofia“-Kleinbus Testfahrten mit rund 100 sinnes- und mobilitätseingeschränkten Studienteilnehmenden sowie Fachkundigen durchgeführt.

Durch die Erhebung wurde ermittelt, welche Voraussetzungen notwendig sind, damit ein autonomer Kleinbus im Zusammenspiel mit der Haltestellen-Infrastruktur und digitalen Hilfsmitteln in Zukunft selbständig genutzt werden kann. Beim „Sofia“-Bus ist hinsichtlich der barrierearmen Nutzung folgende Ausstattung hervorzuheben: elektrische Rampe, Rollstuhl-Rückhaltesystem mit Kraftknoten, Braille-Schrift an den meisten Tastern, Fahrgastanzeige mit Anzeige des Fahrtverlaufs im Fahrzeuginnenraum. Die Studienteilnehmenden wiesen u. a. auf fehlende oder verbesserungsbedürftige Ausstattungsmerkmale und Grundsätze hin. Beispielsweise ist das Zwei-Sinne-Prinzip bei allen Funktionen und Informationen zu beachten, die ein Fahrgast benötigt. Kritische Hinweise wurden außerdem fahrzeugseitig u. a. zu Tastern, Anzeigen, Kennzeichnungen, akustischen Ansagen, Touchscreens, Personen- und Rollstuhlrückhaltesystem, Tür, Leitstellen-Verbindung, Bremsverhalten, Rampe, Platz im Innenraum, AVAS, Beleuchtung und Farbgestaltung gegeben. Die „mobil info“-App wurde mehrheitlich als Zugewinn empfunden, insbesondere die Fußwege-Navigation sowie die Fahrtbegleitung. Trotzdem müssen immer Alternativen für Menschen ohne eigenen technischen Zugang geboten werden. An die Beteiligten des ÖPNV-Systems richtet sich die Forderung nach einer deutschlandweiten Realisierung der vollständigen Barrierefreiheit. Diese muss mit verbindlichen Standards konkretisiert werden, auch für kleinere Fahrzeuggrößen wie im Fall der automatisierten Kleinbusverkehre sowie bei den zunehmenden Bedarfsverkehren inkl. der „virtuellen“ Haltepunkte. Betreiber müssen den Wegfall des Fahrpersonals ausgleichen, u. a. durch eine stets verfügbare Verbindung zur Leitstelle oder Kundenzentrale für die Fahrgäste.

Hinsichtlich der Fahrgastakzeptanz war der Gesamteindruck der Studienteilnehmenden von der Testfahrt überwiegend positiv und es zeichnete sich eine Nutzungsbereitschaft für die Zukunft ab. Es wurde deutlich, dass die persönliche Erfahrung mit

der Technologie einen großen Mehrwert hinsichtlich der Schaffung von Akzeptanz ausmacht. Die Bedürfnisse und Erwartungen von Menschen mit und ohne Behinderungen sind jedoch vielfältig. Es zeigt sich, dass es noch großen Forschungsbedarf gibt, vor allem in Bezug auf spezielle Anforderungen, die sich aus der jeweiligen Einschränkung der körperlichen Funktion, geistigen Fähigkeit oder seelischen Konstitution ergeben.

Die Ergebnisse wurden in Form von Handlungsempfehlungen zum Abbau sozialer Ängste sowie für eine barrierefreie (Weiter-)Entwicklung automatisierter Fahrzeugsysteme, des ÖPNV-Betriebs, von Smartphone-Anwendungen und der Haltestelleninfrastruktur festgehalten. Die Resultate erweitern zum einen den Forschungsstand zur Barrierefreiheit und zum anderen leisten sie einen Beitrag zur inklusiven Entwicklung innovativer Technologien zum automatisierten und vernetzten Fahren im ÖPNV.

Der Ausbau des öffentlichen Verkehrssystems mithilfe von autonom fahrenden Fahrzeugen ist zu begrüßen, wenn dadurch das Mobilitätsangebot barrierefrei ausgeweitet wird und dabei das Verständnis von „Barrierefreiheit“ nicht an einer zu steilen Rampe, die auf eine bordsteinlose Bedarfshaltestelle trifft, aufhört. Möglichst viele Nutzungsanforderungen von Menschen mit und ohne Behinderungen müssen abgedeckt werden. Dazu sollten die hier aufgezeigten Handlungsempfehlungen schon bei dem jetzigen Entwicklungsstand der neuen Technologie berücksichtigt und in enger Zusammenarbeit mit Nutzenden weiter erforscht werden.

## Literatur

Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Bundesarbeitsgemeinschaft ÖPNV der kommunalen Spitzenverbände (2014): Vollständige Barrierefreiheit im ÖPNV, Hinweise für die ÖPNV-Aufgabenträger zum Umgang mit der Zielbestimmung des novellierten PBefG.

Azad, M., Hoseinzadeh, N., Brakewood, C., Cherry, C. R., & Han, L. D. (2019): Fully Autonomous Buses: A Literature Review and Future Research Directions, *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 2019(3), S. 1-16.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren - Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten. Abgerufen von: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile) (letzter Zugriff: 01.12.2021).

Centrum für Automatisierte Mobilität (2021): Automatisierte Shuttlebusse, Leitfaden für Kommunen und kommunale Betriebe zur Einführung automatisierter Shuttlebusse, Wuppertal.

Deutscher Behindertenrat, & Bundesverband Deutscher Omnibusunternehmer (2017): Gemeinsame Forderungen des Deutschen Behindertenrates (DBR) und des Bundesverbandes Deutscher Omnibusunternehmer anlässlich der Koalitionsverhandlungen 2017. Abgerufen von: <https://www.deutscher-behindertenrat.de/ID209645> (letzter Zugriff: 26.11.2021).

Destatis (2020): 7,9 Millionen schwerbehinderte Menschen leben in Deutschland, Pressemitteilung Nr. 230 vom 24.06.2020. Abgerufen von: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20\\_230\\_227.html;jsessionid=5C1268DA8DEC630EF7D3735D10F40FFE.live711](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20_230_227.html;jsessionid=5C1268DA8DEC630EF7D3735D10F40FFE.live711) (letzter Zugriff: 26.10.2021).

Destatis (2021): Schwerbehinderte Menschen. Fachserie 13, Reihe 5.1. Abgerufen von: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Behinderte-Menschen/Publikationen/Downloads-Behinderte-Menschen/schwerbehinderte-2130510199005.xlsx;jsessionid=26E27BD06BAB5DBD32DF66F9966EE816.live721?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Behinderte-Menschen/Publikationen/Downloads-Behinderte-Menschen/schwerbehinderte-2130510199005.xlsx;jsessionid=26E27BD06BAB5DBD32DF66F9966EE816.live721?__blob=publicationFile) (letzter Zugriff: 25.01.2022).

EasyMile (2022): Predicting the future. Abgerufen von: <https://easymile.com/technology/how-it-works> (letzter Zugriff: 03.02.2022).

Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland (2021a): Barrierefreiheit ist kein Nischenthema - Teilnehmende des Gipfels in Berlin fordern deutliche Verbesserungen im ÖPNV und Fernverkehr, Pressemitteilung zum 1. Gipfel „Barrierefreier ÖPNV und Fernverkehr“ am 06.09.2021. Abgerufen von: [https://www.fgq.de/wp-content/uploads/2021/07/Pressemitteilung-2021\\_09.pdf](https://www.fgq.de/wp-content/uploads/2021/07/Pressemitteilung-2021_09.pdf) (letzter Zugriff: 29.10.2021).

Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland (2021b): Positionspapier Gipfel - Gipfel „Barrierefreier ÖPNV und Fernverkehr“. Abgerufen von: [https://www.fgq.de/wp-content/uploads/2021/07/Gipfel-0%CC%88PNV\\_Positionspapier.pdf](https://www.fgq.de/wp-content/uploads/2021/07/Gipfel-0%CC%88PNV_Positionspapier.pdf) (letzter Zugriff: 29.10.2021).

Häder, M. (2019): Empirische Sozialforschung - Eine Einführung, Springer VS, Wiesbaden.

Kempapidis, T., Castle, C. L., Fairchild, R. G., Hussain, S. F., Cash, A. T. G., & Gomes, R. S. M. (2020): A scientific evaluation of autonomous vehicle user experience on sighted and visually impaired passengers based on FACS (Facial Analysis Coding System) and a user experience questionnaire, *Journal of Transport & Health*, Vol. 19.

Kreis Soest (2020): mobil info. Abgerufen von: <https://www.nav4blind.de/barrierefreier-oepnv/mobil-info-app/> (letzter Zugriff: 03.02.2022).

Maetzel, J., Heimer, A., Braukmann, J., Frankenburg, P., Ludwig, L., & Schmutz, S. (2021): Dritter Teilhabebericht der Bundesregierung über die Lebenslagen von Menschen mit Beeinträchtigungen, Teilhabe – Beeinträchtigung – Behinderung, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, S. 325.

Mantel, R., & Diebold, T. (2020): Akzeptanz von automatisierten Kleinbussen im ÖPNV in Lauenburg (Elbe) bei Einwohnern und Fahrpersonal, *Verkehr und Technik*, 73. Jahrgang, S. 379 - 384.

SAE International (2021): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles - Standard J3016\_202104. Abgerufen von: [https://www.sae.org/standards/content/j3016\\_202104/](https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/) (letzter Zugriff 19.01.2022).

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2020): Eckpunkte zum Rechtsrahmen für einen vollautomatisierten und fahrerlosen Level 4 Betrieb im öffentlichen Verkehr, Positionspapier, September 2020. Abgerufen von: <https://www.vdv.de/eckpunkte-zum-rechtsrahmen-fuer-das-autonome-fahren-im-oev.aspx> (letzter Zugriff: 09.02.2022).

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2015): Zukunftsszenarien autonomer Fahrzeuge - Chancen und Risiken für Verkehrsunternehmen, Positionspapier, November 2015. Abgerufen von: <https://www.vdv.de/position-autonome-fahrzeuge.pdf> (letzter Zugriff: 30.11.2021).

### **AutorInnenangaben**

Liss Böckler  
Projektmanagerin für automatisiertes und vernetztes Fahren  
Interlink GmbH  
Wallstr. 58  
10179 Berlin, Deutschland

E-Mail: boeckler@interlink-verkehr.de

Raven Musialik  
Projektmanager  
Interlink GmbH  
Wallstr. 58  
10179 Berlin, Deutschland

E-Mail: musialik@interlink-verkehr.de