

FAHRTZIEL REGELBETRIEB.

Von Marion Frahm

Sie heißen EMil, Vera, Anna, Busbee oder SOfia und sind im Auftrag der Forschung im öffentlichen Raum unterwegs. Nach den Erprobungen selbstfahrender Minibusse auf privatem Gelände werden sie unter die realen Anforderungen des Öffentlichen Personen Nahverkehrs (ÖPNV) gestellt. Die Shuttles fahren als Zubringer im Hub-to-Hub-Verkehr, bedienen die erste und letzte Meile, im ländlichen Raum, in der Stadt oder in einem Quartier. Im Realverkehr liefern sie weitere Erkenntnisse zu Technik und Betrieb, Fahrgastakzeptanz, Ridepooling, aber auch zu Wirtschaftlichkeit, Barrierefreiheit und zu Grundlagen für verkehrspolitische Entscheidungen.

Mehr als 40 autonome Shuttle-Bus-Projekte im ÖPNV verzeichnet der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) auf seiner Internetseite [1]. Einigen von ihnen wird das im Mai dieses Jahres von Bundestag und Bundesrat beschlossene Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes weiteren Forschungsspielraum bieten. Das neue Gesetz zum autonomen Fahren ermöglicht den fahrerlosen Betrieb der Fahrzeuge und, sobald vom Bundespräsidenten ratifiziert und von der EU-Kommission notifiziert, bietet es zudem Rechtssicherheit für den Regelbetrieb.

EVA-Shuttle

Eine Betriebsverlängerung durch zusätzliches Preisgeld in den Juli dieses Jahres hinein konnte sich das Projekt EVA-Shuttle [2] in Karlsruhe gönnen (Abb. 1). EVA steht für elektrisch, vernetzt, automatisiert und bezieht sich auf Ella, Vera und Anna, die Minibusse für den Stadtteil Weiherfeld-Dammerstock. Das Besondere an ihnen: Während die Basisfahrzeuge von EasyMile auf einer virtuellen Schiene operieren,



Abb. 1: Der EVA-Shuttle in Karlsruhe bewegt sich nicht auf einer virtuellen Schiene, sondern frei zwischen den Fahrbahnen.
Quelle: Paul Gärtner

bewegten sich die EVA-Shuttles frei zwischen den Fahrbahnen. Möglich wurde dies durch eine zusätzliche Ausstattung der Fahrzeuge mit dreidimensionalem LiDAR-Laser- und Radarscanning der Firma Bosch zur Selbstlokalisierung bis auf 10 cm. Zur Umgebungserkennung wurde eine hochdetaillierte Karte für den Stadtteil aus dem Projekt „Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg“ erstellt. „Diese ähnelt Google-Maps, ist aber sehr viel genauer“, erklärt Daniel Grimm, Projektleiter beim FZI Forschungszentrum Informatik, das die entsprechenden Algorithmen entwickelte. FZI ist Konsortialführer des aus fünf Partnern bestehenden Projektes. Die Karte beinhaltet Straßenkanten, Verkehrsregeln, Verkehrsschilder sowie rechte und linke Fahrbahngrenzen für beide Spuren. „Innerhalb dieser kann sich das Fahrzeug selbstständig den optimalen Weg um ein Hindernis bahnen und dabei auch die Gegenfahrbahn nutzen, wenn diese frei ist.“ Der Operator im Fahrzeug muss die Steuerung nicht übernehmen.

Fahrgäste konnten Ella, Vera und Anna über eine Smartphone-App der Deutsche Bahn-Tochter ioki rufen. Diese zeigte ihnen eine virtuelle Haltestelle an. Einen festen Fahrplan gab es nicht. Die Fahrgastwünsche liefen auf dem Server von ioki zusammen und wurden dort für ein Ridepooling mit möglichst geringen Wartezeiten optimiert. Zur Wahrung der Cyber Security kommunizierte das Fahrzeug über einen gesonderten PC mit der ioki-Zentrale, der nur für das Routenmanagement zuständig gewesen ist.

Die Verlängerung des Shuttlebetriebs über das Projektende 30. Juni 2021 hinaus auf die besonders frequentierten Wochenenden war bereits eine Reaktion auf die positive Resonanz der Bürger im Projektgebiet. Genaue Ergebnisse soll die Auswertung der Nutzerakzeptanzforschung von ioki liefern. Bei ihr fließen auch die Bewertungen der übrigen Autofahrer ein, die, so Grimm, über die Geschwindigkeit der Shuttles von 12,5 km/h in kleineren Gassen nicht nur erfreut waren. In den Durchgangsstraßen waren die Shuttles mit 20 km/h unterwegs. Das Projektgebiet ist durchgehend 30er-Zone.

NAF-Bus

Ende September ging in Schleswig-Holstein das Projekt NAF-Bus (Nachfragegesteuerter-Autonom-Fahrender-Bus) [3] nach der dritten Phase zu Ende. Zwei autonome Shuttles der Marke EasyMile und Navya wurden seit 2018 in verschiedenen Umgebungen getestet. Aufgrund technischer Konstruktionsprobleme des Prototypen des dritten Herstellers, Hanseatische Fahrzeug Manufaktur (HFM), verzögerte sich die Inbetriebnahme eines dritten Shuttles. Im September fuhr NAF-Bus 3 dann zwischen Lehe und Lunden. Eine Verbindung, die der ÖPNV bis dahin nicht abdeckte.

Die zehn Partner des Forschungsprojekts widmeten sich den Voraussetzungen für autonomen, elektrischen „ÖPNV On Demand“, der Ak-



Abb. 2: Erstmals in Schleswig-Holstein auf öffentlichen Straßen unterwegs: Der NAF-Bus verband in Keitum den Parkplatz mit dem Ortskern.

Quelle: EurA

zeptanz und dem Nutzerverhalten. So wurden u.a. rechtliche und sicherheitstechnische Aspekte untersucht, Energiemanagement-Analysen erstellt und Fragebögen von Fahrgästen ausgewertet.

Projektphase 1

Im Sommer 2018 startete EMil, der achtsitzige Kleinbus von Easy-Mile, auf dem Gelände des GreenTEC Campus in Enge-Sande. Dort wurden verschiedene Szenarien durchgespielt und eine teilweise On-Demand-Funktion mit der im Projekt entwickelten App erprobt. Seit Oktober 2020 ist EMil auf dem Campus im vollautonomen Fahrbetrieb ohne Fahrzeugbegleiter unterwegs. Ein Fahrzeugführer überwacht ihn per Monitor in einem Leitstand – in Deutschland war dies Premiere.

Projektphase 2

Die Sylter Verkehrsgesellschaft brachte im Mai 2019 den AutoNom des französischen Herstellers Navya auf öffentliche Straßen – erstmalig in Schleswig-Holstein und das zweite Mal bundesweit. Auf einer festen Route von etwa 3 km beförderte AutoNom Touristen und Bewohner vom Parkplatz am Ortsrand von Keitum in den Ortskern (Abb. 2).

Projektphase 3

Nach Verlängerung des Förderzeitraums nahm der bereits straßenzugelassene Busbee von HFM mit 25 km/h den Pendelverkehr zwischen Lunden und Lehe für den Betreiber Autokraft GmbH auf. Da die Streckeneinmessung fehlte, startete Busbee, anders als geplant, im manuellen Betrieb mit dem Ziel Daten zu Reichweite, Bedienung und Fahrerlebnis zu generieren.

Bereits die beiden ersten im Projekt getesteten Busse verzeichneten überwiegend positive Resonanz und viele weiterführende Forschungsergebnisse.

Für die Befragten im Shuttle in Keitum [4] spielte die Geschwindigkeit keine Rolle. „Die Resonanz der Mitfahrenden war extrem positiv. Viele empfanden sogar eine gewisse Entschleunigung“, berichtet Ralph Hirschberg, Gesamtprojektleiter NAF-Bus von der EurA AG. Skepsis gegenüber dem Fahrzeug oder Sicherheitsbedenken gab es so gut wie nicht. Die motorisierten Verkehrsteilnehmer bewerteten die Geschwindigkeitsbegrenzung des AutoNom kritisch: In den bereits im ganzen Ort vorhandenen 30er-Zonen empfanden sie den mit 18 km/h fahrenden Bus eher als Verkehrshindernis.

RABus

Im Projekt „RABus“ – Reallabor für den Automatisierten Busbetrieb im ÖPNV in der Stadt und auf dem Land“ [5] in Mannheim und Friedrichshafen geht es um den Betrieb und das Mitschwimmen von autonomen Shuttles im Mischverkehr. Einen hohen Stellenwert nimmt die Frage nach der Wirtschaftlichkeit ein. In Friedrichshafen sollen zwei automatisierte elektrifizierte Busse auf festen Routen zuerst im innerstädtischen Bereich, anschließend auch im Überlandbetrieb (40 bzw. 60 km/h) in den fließenden Verkehr integriert werden. Im Stadtteil Franklin, dem ehemals größten Wohngebiet der US-Armee in Mannheim, ist geplant, dass bei Projektende 2023 zwei autonom fahrende E-Busse das Quartier an die Straßenbahn anbinden. Die Randbedingungen werden derzeit geklärt, Infrastrukturvorkehrungen getroffen. In Mannheim entstehen Haltestellen, in Friedrichshafen wird geprüft, ob sich die existenten Haltestellen hinsichtlich ihrer Barrierefreiheit für den automatisierten Shuttle eignen.

Die Projekt-Busse der niederländischen Firma 2getthere arbeiten nicht mit einer Rampe für Rollstühle und Kinderwagen, sondern fahren nahe an die Haltestellen heran. Sie haben Platz für 22 Fahrgäste (8 Sitzplätze, 14 Stehplätze). Der Innenraum kann auch mit Raum für Rollstuhl oder



Abb. 3: Sofia fährt in Soest seit Juli 2021 auf einer Teststrecke im regulären Straßenverkehr. Forschungsgegenstand ist Inklusion. Quelle: Kreis Soest

Kinderwagen konfiguriert werden. Die Fahrzeuge lokalisieren sich über Magnetspots, die noch im Boden eingelassen werden müssen.

Als Ergänzung zum ÖPNV sollen der autonome Bus in Franklin und der automatisierte Bus in Friedrichshafen während Stoß- und Randzeiten fahren. „Mit dem Projekt wollen wir darstellen, wie sich der Betrieb wirtschaftlich bewerkstelligen lässt“, erläutert Projektleiterin Dr. Ulrike Weinrich vom Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS), einem der fünf Projektpartner. Wirtschaftlichkeit hänge entscheidend auch von den Vorgaben der Verwaltung ab. So ist eine der Fragen, ob bei Schnee und nachts autonomer Betrieb laufen darf oder eingerichtete Linien zusätzlich mit Ersatzbussen bedient werden müssen. „Wir spekulieren darauf, dass aus den Erkenntnissen Verwaltungsvorschriften abgeleitet werden, die die Regierungspräsidenten benötigen, um bestimmte Rahmenbedingungen zu ermöglichen“, so Weinrich.

In der Entwicklungsphase wird ermittelt, wie sich die Betriebsanläufe, z. B. Taktung und Ladezeiten, am besten gestalten lassen. Während des Betriebs soll herausgefunden werden, ob zwei Shuttles bei der Größe des Areals ausreichen. Dann werden die Fahrgäste auch gefragt, ob sie nach dem kostenfreien Test bereit wären, ein gewisses Entgelt für die Beförderung zu zahlen.

Die Option, den autonomen Bus On Demand einzusetzen, behalten die Projektpartner im Auge. „Das ist die Königsdisziplin, weil es die Attraktivität der Technik für Fahrten in Randzeiten und Randlagen immens steigert“, sagt Weinrich. Aber auch da müsse geprüft werden, wie sich der Einsatz bestmöglich, sicher und finanzierbar darstellen ließe.

Ride4All

Der Name ist Programm: Forschungsgegenstand des Projekts „Ride4All“ [6] in Soest ist Inklusion. Sieben Projektpartner gehen der Frage nach, welche Hard- und Software ein autonom fahrender Shuttle-Bus benötigt, damit ihn alle nutzen können. Seit dem 7. Juli diesen Jahres pendelt SOfia (Soest fährt inklusiv & autonom) dafür auf der Teststrecke vom Soester Busbahnhof zum LWL-Berufsbildungswerk (Abb. 3). Das Fahrzeug von EasyMile verfügt über eine elektronische Rampe und das für autonome Fahrzeuge gesetzlich vorgeschriebene Acoustic Vehicle Alerting System, AVAS. Während der Fahrt scannt es die Strecke über 40 m voraus und sorgt dafür, dass SOfia in einem Sicherheitsbereich von 3 m automatisch langsamer wird, wenn es etwas registriert. Kommt in einem Abstand von 1,5 m etwas auf das Fahrzeug zu, bremst AVAS vollständig ab.

SOfia bewegt sich mit 15 km/h im normalen Straßenverkehr, teils auf der Landesstraße, die von einer 50er- in eine 30er-Zone umgewandelt wurde, teils durch eine verkehrsberuhigte Zone.

Aufschluss über die Anforderungen an den barrierefreien Betrieb eines autonomen Busbetriebs sollen zwölf Workshops mit dem Berufsbildungswerk geben. Die wissenschaftliche Begleitforschung wertet Erkenntnisse von Gruppenfahrten mit verschiedenen inklusiven Gruppen aus, zu denen auch Rollstuhlfahrer, Blinde mit und ohne Begleithund sowie Menschen mit anderen Einschränkungen gehören. „Im Gespräch möchten wir herausfinden, was ihnen aufgefallen ist, was sie persönlich verbessern würden und was für sie nicht stimmig ist“, erläutert Hanna Schulte, Projektmanagerin von Ride4All.

Wie in den Bussen der Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH sollen auch SOfia-Fahrgäste die Mobilitäts-App „mobil info“ nutzen können. Basierend auf dem von der Geomobile GmbH entwickelten barrierefreien Mobilitätsassistenten ivanto können Fahrgäste über das Smartphone beispielsweise ein Tür-finde-Signal auslösen, durch das sich die Tür ihres gewünschten Busses mit einem Geräusch meldet. Im Bus lässt sich über die App der Stoppknopf drücken.

Das Fraunhofer Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS) konzentriert sich auf die Weiterentwicklung der Smartphone-App für Rollstuhlfahrer. Fährt das Fahrzeug autonom und es befindet sich kein Operator mehr an Bord, soll ein Smartphone in der Scheibe erkennen, dass sich an der Haltestelle ein Rollstuhl befindet und die Rampe herunterfahren.

„Wir sind die ersten weltweit, die eine Mobilitäts-App für barrierefreies Fahren in einen autonomen Bus integrieren wollen“, so Schulte. Projektende ist Dezember dieses Jahres.

SMO – Shuttle-Modellregion-Oberfranken

Zehn Projektpartner, fünf Teilprojekte, drei Strecken umfasst das Projekt „Shuttle-Modellregion-Oberfranken“ (SMO) [7]. Zur Modellregion gehören Kronach, Rehau und Hof. In Kronach befördern die fahrerlosen Shuttles des Herstellers Navya hauptsächlich Touristen. Der 3 km lange Rundkurs führt vom Bahnhof entlang der innerstädtischen Parkplätze durch die obere Stadt bis zur Festung Rosenberg – ohne festen Fahrplan, sondern angepasst an die aktuelle Nachfrage und Verkehrslage der Stadt. Wo sich das Fahrzeug befindet und wann es voraussichtlich eintrifft, zeigen den Wartenden Displays an den Haltestellen an.



Abb. 4: Der Navya-Shuttle in Hof ist Teil der „Shuttle-Modellregion-Oberfranken“. Weitere Orte sind Rehau und Kronach.

Quelle: Stadt Hof

In Hof verbinden die Shuttles im 40-Minuten-Takt als Mobilitätslösung der letzten Meile den Bahnhof mit der Innenstadt. Einen Teil ihrer Strecke fahren die Kleinbusse durch die Fußgängerzone der Altstadt (Abb. 4).

In Rehau erschließen sie ab Herbst 2021 jeden Mittwoch einen Rundkurs durch die Innenstadt. Im ersten Projektabschnitt ist das Fahrzeug ausschließlich für Mitarbeitende im Werkverkehr der Firma REHAU unterwegs, in der Innenstadt dann für alle Interessierten.

Eine in Hof errichtete Leitstelle soll die Shuttles künftig überwachen. Sendet ein Fahrzeug unregelmäßige Signale aus, soll diese Kontakt zum Operator in dem Shuttle oder zum Hersteller aufnehmen. Zudem soll die Leitstelle Daten aus dem Live-Betrieb sammeln und überprüfen. Auch die Hochschule Hof wird Informationen für ihr Forschungsfeld „Mensch-Maschine-Interaktion“ (siehe Interview mit Prof. Göbel, S. 10) aus der Leitstelle erhalten. Weitere Labordaten liefert ein in der Hochschule nachgebauter Demonstrator des Shuttles.

In der Leitstelle wird zudem erforscht, ob sich selbstfahrender Shuttle-Verkehr zentral überwachen lässt und wie viele Personen dafür erforderlich sind.

Ein Duplikat der Leitstelle Hof befindet sich in Kronach auf dem Gelände des Automobilzulieferers Valeo. „Dort sind wir schon einen Schritt weiter in der Fernsteuerung der automatisierten Shuttles“, erklärt Dr. Eugen Wige, Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung. Bei Valeo kann bereits die manuelle Steuerung per Joystick, die der Operator im Shuttle bei Störung übernehmen würde, aus der Ferne erfolgen. Die Abteilung von Wige beschäftigt sich unter anderem mit dem Thema Teleoperation. Die „Lernentwicklung“ der Fahrzeuge durch Methoden der Künstlichen Intelligenz ist Forschungsthema der Technischen Universität Chemnitz.

Corona-bedingt konnten die Shuttles im SMO-Projekt erst im Juni 2021 ihre Touren mit Fahrgästen aufnehmen. Bereits vier Wochen nach Fahrtantritt verzeichnete der automatisierte Kleinbus-Verkehr in Kronach und Hof schon rund 1000 Passagiere. Die Projektpartner rechnen mit einer Verlängerung der Projektlaufzeit bis Juni 2022. ●

Quellen

- [1] <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>
- [2] <http://www.eva-shuttle.de/>
- [3] <https://www.naf-bus.de/>
- [4] https://www.autonomesfahren-sh.net/news/Fahrgastbefragung_auf_Sylt
- [5] <https://www.projekt-rabus.de/Startseite/>
- [6] <https://ride4all.nrw/>
- [7] <https://www.shuttle-modellregion-oberfranken.de/>



Marion Frahm

Freie Journalistin
Schwerpunkt Unternehmenskommunikation,
Stade
office@marionfrahm.de