

# Hochmoderne Algorithmen

Der öffentliche Personenverkehr hat das Potenzial, bei der Einführung des autonomen Fahrens eine führende und gestaltende Rolle zu übernehmen.

TEXT: TIM SCHULZ FOTOS: TRAPEZE (1) · DAIMLER BUSES (1) · VOLKER EMERSLEBEN / DB AG (2)

**F**ahrerlose Schienenfahrzeuge sind in Deutschland nur in Nürnberg im Einsatz – dort werden mehrere Linien des städtischen U-Bahn-Netzes im vollautomatischen Modus betrieben. Auf anderen U- und S-Bahn-Netzen oder im Regional- und Fernverkehr konnten sich automatisch fahrende Züge noch nicht durchsetzen. Nach Ansicht von Entwicklern und Herstellern soll sich das in den nächsten Jahrzehnten grundlegend ändern, auch im Straßenverkehr. Im schweizerischen Sitten sind bereits seit Juni letzten Jahres zwei autonom fahrende Kleinbusse im Einsatz (siehe **Regionalverkehr** 5-2016), und im Dezember 2016 startete ein Kleinbus der Deutschen Bahn AG auf einem Firmengelände in Berlin-Schöneberg. Eine Nummer größer ist der Future Bus des Herstellers Daimler Buses, der im Juli 2016 in Amsterdam vorgestellt wurde (siehe **Regionalverkehr** 5-2016). Der Technologieträger, der auf einem Mercedes-Benz Citaro basiert, fährt im teilautonomen Modus und mit deutlich höherer Geschwindigkeit auf einer Expressbuslinie zum Flughafen Schiphol. Ein Busfahrer ist zwar noch an Bord, doch auf einer Distanz von 19 Kilometern fährt der Future Bus vollautomatisch.

## Autonomes auf Schiene und Straße

Schienengebundene Fahrzeuge sind vergleichsweise einfach autonom zu betreiben, zumindest wenn – wie bei U-Bahnen – keine anderen Verkehrsträger ihren Weg kreuzen. Die computer-gesteuerten U-Bahnen in Nürnberg fahren wie von Geisterhand gesteuert an und bremsen in den Haltestellen ab, die Türen öffnen und schließen sich automatisch. Deutlich schwerer ist es, autonom fahrende Busse und Kleinbusse auf bestehenden Straßennetzen einzusetzen. Die mittels GPS-, Radar- und Kamerasystemen gesteuerten Fahrzeuge sollen im Verkehrsfluss mithalten, außerdem müssen sie die anderen Verkehrsteilnehmer wahrnehmen und auf deren Mobilitätsverhalten reagieren, gleichzeitig dürfen sie diese aber nicht behindern oder gar gefährden. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Richtungen und Größen der anderen Verkehrsteilnehmer, die vom Fußgänger über Fahrradfahrer bis hin zum Lkw reichen, machen die Sache nicht einfacher. Bisher schwimmen die autonom fahrenden Busse auch noch lange nicht im allgemeinen Verkehr mit: Die so genannten Smartshuttles in Sitten rollen mit maximal 20 Stundenkilometern überwiegend durch Fußgängerzonen, auf dem Areal in Berlin gibt es – außer Fußgängern und Fahrradfahrern – keinen weiteren Verkehr, und der Future Bus in Amsterdam kann sich ausschließlich auf einer

separaten Bustrasse bewegen, die vom Autoverkehr getrennt ist bzw. deren Fahrbahnen auf Kreuzungen durch weiße Streifen vom übrigen Straßennetz abgegrenzt sind.

## Potenziale und Bedenken

Entwickler, Hersteller, Verbände und Verkehrsbetriebe gehen vergleichsweise übereinstimmend davon aus, dass es noch mindestens zehn bis 20 Jahre dauert, ehe autonom betriebene Busse zuverlässig im öffentlichen Personenverkehr eingesetzt werden können. Ihr Potenzial wird derzeit vor allem im Last-Mile-Verkehr im ländlichen Raum oder innerhalb geschlossener Wohngebiete gesehen, wo automatisch betriebene Kleinbusse die Verbindung von und zur Schnellbahn- oder Linienbushaltestelle herstellen könnten. Auf dem Land ließe sich der Busverkehr damit auf die aufkommensstarken Relationen konzentrieren, während automatische Kleinbusse abseits liegende Siedlungen anbinden. Innerhalb geschlossener Wohngebiete könnten autonom fahrende Shuttles vor allem für Senioren oder mobilitätseingeschränkte Reisende ein zusätzliches Angebot darstellen.

Bei der Hamburger Hochbahn AG geht man pragmatisch vor: Bereits ab 2021 sollen automatische Busse auf mehreren Pilotstrecken durch die Hansestadt rollen. Die Hochbahn will dabei auch als Betreiber der Fahrzeuge auftreten und den Markt nicht neuen Anbietern oder den Herstellern überlassen.

Bedenken äußert der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). »Das autonome Fahrzeug könnte ein Teil des öffentlichen Verkehrssystems werden – es könnte aber auch in weiten Teilen die Existenz des heutigen öffentlichen Nah- und Fernverkehrs infrage stellen. Alle Schritte in Richtung des autonomen Fahrens führen automatisch zu einer Steigerung der Attraktivität des Pkw und sind deshalb zunächst für den öffentlichen Verkehr kontraproduktiv«, so der Verband in einem Positionspapier. Bei einem umfassenden Einsatz von selbstfahrenden Autos bzw. Kleinbussen könnte die Anzahl der Fahrzeuge in den Städten zunächst deutlich schrumpfen. »Fatal ist allerdings, dass gleichzeitig jedoch die Pkw-Fahrleistung drastisch ansteigt, unter anderem weil Verkehre vom ÖPNV auf das Auto verlagert werden.«

## Zusammenarbeit mit dem Spin-off

Die Trapeze Gruppe geht davon aus, dass von Menschen gelenkte und autonome Fahrzeuge in Zukunft nebeneinander existieren, weshalb sie als Ganzes betrieben und optimiert werden müssen.



Oben: Im schweizerischen Sitten kurven zwei autonome Smartshuttles durch die Innenstadt. Links: Mercedes-Benz testet in Amsterdam den teilautonomen Future Bus. Rechts: Seit Ende 2016 erschließt ein automatischer Kleinbus der DB AG den EUREF-Campus in Berlin-Schöneberg.

Der Hersteller ist dazu eine Partnerschaft mit BestMile eingegangen. Das schweizerische Jungunternehmen hat sich auf das Management und die Optimierung autonomer Fahrzeugflotten spezialisiert – von BestMile stammt beispielsweise das Mobilitätssystem der Sittener Smartshuttles. Gemeinsam wollen beide Firmen alle Aspekte autonomer Fahrzeuge nahtlos in das LIO-Betriebsleitsystem von Trapeze integrieren, sodass diese zusammen mit bestehenden konventionellen Fahrzeugflotten ohne zusätzliche Ressourcen betrieben werden können.

Das intermodale Betriebsleitsystem LIO unterstützt öffentliche Verkehrsbetriebe durch Bereitstellung technologischer, ökologischer und wirtschaftlicher Kompetenzen. Die Integration der Technologie von BestMile betrifft Fahrgastbetreuung und -unterstützung, Fahrzeugüberwachung und -einsatz, Fahrgastinformationen

über alle Kanäle, Anschlussicherung, Datensammlung und Berichterstattung. Alle Anwendungen können auf einfache Art und Weise bezüglich Service, Betriebsreglements, Passagierzahl und Informatikumfeld an spezifische Anforderungen angepasst werden. Trapeze bietet Planern und Verkehrsbetrieben ein völlig neuartiges Werkzeug mit mehreren Software-Modulen zur aktiven Unterstützung bei der Entscheidungsfindung. Bei Betriebsstörungen oder ähnlichen Vorfällen zeigt das LIO-System nicht nur betriebsbezogene Informationen an, sondern schlägt darüber hinaus auch intelligente Maßnahmen und Checklisten in Abhängigkeit von der spezifischen Situation vor.

BestMile, ein Spin-off der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (ETH), beschäftigt ein Kernteam von 25 Mitarbeitern und hat Büros in Lausanne und San Francisco. Unterneh-



Auf dem Berliner EUREF-Campus, einem Firmengelände, verkehrt der automatische Prototypkleinbus im Linienbetrieb.

mensziel ist die Entwicklung einer Cloud-Technologie, die das volle Potenzial autonomer Fahrzeuge nutzt, um die Herausforderungen bei der städtischen Mobilität anzugehen. »Einzelroboter« werden dabei zu einem intelligenten und flexiblen Mobilitätssystem verschmolzen. Eine Flottenmanagementplattform stellt die Verbindung, den Betrieb und die Optimierung einer beliebigen Flotte autonomer Fahrzeuge sicher. Die Plattform umfasst sowohl den Regel- als auch den Bedarfsverkehr und ist von spezifischen Fahrzeugherstellern unabhängig. So können Kunden heterogene Flotten bestehend aus autonomen Fahrzeugen unterschiedlicher Typen und Marken fernbedienen. Mithilfe hochmoderner Algorithmen übermittelt es optimierte Aufträge an die Fahrzeuge und stellt Planung, Einsatz und Wegsuche wie auch einen Batteriewechsel nahtlos sicher.

### Smartshuttles in Sitten (Schweiz)

Seit dem 23. Juni 2016 rollen zwei Smartshuttles im vollautomatischen Betrieb durch Sitten, den Hauptort des schweizerischen Kantons Wallis. Im Rahmen eines Pilotbetriebs pendeln sie mit einer Sondergenehmigung bis Oktober 2017 durch die Altstadt. GPS, Radar und Sensoren steuern die 4,8 Meter langen Kabinen auf einer festgelegten und vorher einprogrammierten Strecke. Eingesetzt werden die elektrisch angetriebenen Smartshuttles, in denen bis zu 15 Personen befördert werden können, von der Post-Auto Schweiz AG, dem größten Busunternehmen des Landes. Hersteller ist das französische Unternehmen Navya. PostAuto ist verantwortlich für den Betrieb, die Sicherheit und die Wartung der Smartshuttles. Ein Betriebsleiter managt mithilfe der von BestMile entwickelten Plattform den Einsatz. Falls nötig, kann er die Fahrzeuge vor Ort oder aus der Distanz sofort anhalten. Speziell geschulte Sicherheitsfahrer begleiten die Shuttles, die über keine Pedale und kein Lenkrad mehr verfügen.

BestMile und die ETH wollen die gesammelten Daten dazu nutzen, um die Algorithmen des Flottenmanagementsystems weiter zu verbessern. PostAuto möchte prüfen, ob mit den Smartshuttles auch abseits liegende Orte erschlossen werden können. Auf dem 8. ÖPNV-Innovationskongress des Landes Baden-Württemberg, der vom 14. bis 17. März 2017 in Freiburg stattfindet, wird Post-Auto das Projekt vorstellen (siehe Seite 38).

Noch läuft der Probebetrieb nicht ohne Komplikationen: Am 22. September 2016 wurden die Fahrten vorübergehend eingestellt, nachdem eines der beiden Smartshuttles die offen stehende Heckklappe eines geparkten Lieferwagens gestreift hatte, wobei ein Fensterglas zu Bruch ging. Die Kameras des Kleinbusses hatten das Hindernis wohl nicht erkannt, erst durch den Sicherheitsfahrer wurde (zu spät) eine Notbremsung eingeleitet.

### Kleinbusse auf dem Campus

Auch in Deutschland fahren seit Ende letzten Jahres autonome Busse: Auf dem EUREF-Campus in Berlin-Schöneberg erprobt die DB AG seit dem 19. Dezember 2016 gemeinsam mit dem Forschungszentrum InnoZ, das mehrheitlich von der DB geführt wird, einen Buslinienbetrieb mit dem Prototypfahrzeug des Start-ups Local Motors. Beim EUREF-Campus handelt es sich um ein rund fünf Hektar großes Areal, auf dem sich Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus den Bereichen Energie, Nachhaltigkeit und Mobilität angesiedelt haben. Der autonome Probebetrieb mit der in ICE-Farben lackierten Kabine ist auf mehrere Monate angelegt. Bereits seit Oktober läuft ein ähnlicher Test in Leipzig auf dem Gelände von DB Schenker mit einem Fahrzeug der Firma EasyMile. In beiden Fällen können Mitarbeiter die Buslinie im Alltag nutzen. So sollen Fahrzeugtechnik und Betrieb unter möglichst realen Bedingungen getestet sowie Kundenfeedback eingeholt werden. Die Testbetriebe sind Auftakt verschiedener Vorhaben zum autonomen Fahren bei der Bahn, erste Pilotprojekte im öffentlichen Raum sollen noch in diesem Jahr folgen.

### Mit 70 Stundenkilometern unterwegs

Der Future Bus von Mercedes-Benz ist mit dem CityPilot ausgestattet, einem komplex aufgebauten Radar-, Kamera- und GPS-System, das auf dem Highway Pilot aus dem Mercedes-Benz-Lkw Actros basiert. Für den Einsatz im Stadtbusverkehr wurde es um zusätzliche Funktionen ergänzt. An der ersten Haltestelle der Amsterdamer Schnellbuslinie wechselt der Fahrer per Tastendruck in den teilautomatisierten Modus. Danach kann er das Lenkrad loslassen und den Fuß von den Pedalen nehmen – der Omnibus bewegt sich nun selbstständig. Dabei hält sich der Future Bus genau in der Mitte seiner 3,1 Meter breiten Fahrspur, weicht auch bei seinem Maximaltempo von 70 Stundenkilometern davon nur höchstens 20 Zentimeter nach links oder rechts ab. Wird eine Haltestelle erreicht, hält der Bus bei Bedarf vollautomatisch an. Die Türen öffnen und schließen sich automatisch, ehe der Bus erneut anfährt. Im regulären Fahrgastbetrieb darf der Future Bus noch nicht autonom rollen – derzeit wird ohne Fahrgäste bzw. nur für Besuchergruppen gefahren –, frühestens im kommenden Jahrzehnt rechnet Daimler Buses mit einer entsprechenden Genehmigung. Recht beschränkt ist auch noch der Einsatzradius – für ein sicheres Vorankommen ist der Technologieträger auf separate Busspuren angewiesen, an Einsätze im Straßenverkehr zusammen mit anderen Verkehrsträgern ist noch gar nicht zu denken. Der Future Bus liefert dem Hersteller aber wichtige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen bzw. die Teilautomatisierung von Fahrfunktionen. ■