

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Autonomer Öffentlicher Nahverkehr im ländlichen Raum (Landkreis Ostprignitz-Ruppin) - AutoNV_OPR



Ist-Situation ÖPNV im ländlichen Raum

1. Geringe Fahrgastzahlen / Geringe Fahrerlöse / Hohe Betriebskosten
2. ÖPNV im ländlichen Raum ist vorwiegend Schülerverkehr
 1. Anteile bis 90 %
 2. Außerhalb des Schülerverkehrs geringe Nachfrage und geringes Angebot
3. Geringe Kostendeckungsgrade
 1. Mittel der deutschen Verkehrsbetriebe etwa 75,6 % (2017)
 2. Üstra Hannover ca. 72 %
 3. Dresden 79 % (2014)
 4. Berlin 76 % (2007)
4. Verkehrsbetriebe im ländlichen Raum teilweise unter 10 %
 1. Templin 14 % (2010)
5. Alternative Bedienungsformen auch mit geringem Kostendeckungsgrad
 1. zwischen 6 % (MultiBus Gangelt, Selfkant, Waldfeucht)
 2. und 41 % (Komfortbus Taunusstein).



Autonome Shuttlebusse als Lösung?

- Chancen
 - Deutlich höhere Leistungsfähigkeit
 - Robotaxis, RideSharing
 - bessere Lebensqualität
 - Bessere Teilhabe von Senioren
 - Alternative zum ÖPNV im ländlichen Raum
 - Keine Staus, keine Unfälle (mit Pkw)
- Herausforderungen
 - Mehr Autos statt Umweltverbund
 - Übergangsphase Mix Mensch + Maschine
 - Verantwortung, Systemausfall
 - Güterverkehr
 - Kosten

Fotos: wikimedia, zukunft mobilität, tz





Projektpartner



Förderung mit 1,58 Mio. €

VDI | VDE | IT



Projektkoordination

Untersuchung der
infrastrukturellen
Voraussetzung *



Raum- &
Strukturanalyse

Öffentlichkeitsarbeit



Nutzer- &
Stakeholder-analyse

Analyse
Finanzierungsroutine**



Fahrzeugbeschaffung *

Bereitstellung
Personal & Werkstatt

Projektziele

Durchführung eines
Probetriebs im
öffentlichen
Straßenraum

Schaffung von
Voraussetzung für
den verkehrlichen
Einsatz im ÖPNV im
Ländlichen Raum

Messung der
Nutzerakzeptanz

Auswirkungen auf
die Finanzierung des
ÖPNVs

Übertragbarkeit der
Ergebnisse
gewährleisten



Das automatisierte Shuttle

Firma/ Modell	EasyMile / EZ 10
Antrieb	Elektrisch bis zu 14 Stunden ^[1]
Geschwindigkeit	Aktuell im Einsatz: bis 20 km/h ^[2] Technisch möglich: bis 45 km/h ^[3]
Besetzung	6 Sitzplätze + 1 Operator* ^[2]
Technische Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Übernahme der Längs- und Querführung auf vorprogrammierten Strecken ^[4] • Erkennt selbständig Hindernisse
Bekannte Einsatzfelder	Bad Birnbach – Deutschland ^[2] Hernasaari – Finnland ^[4]












Wusterhausen/Dosse: 5.855 EW

- Streckencharakter
 - Innerorts Verkehr mit außerörtlichen Charakter
 - Lichtsignalanlagen und Fußgängerüberwege
 - unterschiedliche Straßenbeläge
- Anschluss zum überregionalen ÖPNV
- Gesamtlänge von 7,8 km
- Stufenweise Einführung
 - Start von Stufe 1 und 2 im Sommer 2019



Streckenlegende

Abschnitt 1	
Abschnitt 2	
Abschnitt 3	
Überföhrungs-fahrt	
Fahrtrichtung	
Haltepunkte	
Garage	

Fahrzeugzulassung



Serienfahrzeug [7]



Typengenehmigung
nach der Richtlinie
2007/13/EG

Betriebserlaubnis auf
öffentlichen Straßen



Automatisiertes Shuttle [3]

~~Typengenehmigung~~

Ausnahmegenehmigung nach §70
der StVZO mit zeitlicher und örtlicher
Begrenzung

Prüfinstitut erstellt ein Gutachten

Prüfung des
Fahrzeugs

Prüfung der örtlichen
Begrenzung (Strecke)

Zulassung über die oberster
Landesbehörde für den Einsatz des
Fahrzeug im definierten Gebiet



Programmierung der Teststrecke^[4]

Erstellung einer 3D
Karte

Festlegung einer
Fahrspur in der 3D
Karte

Speicherung der
vom System
durchzuführenden
Aktionen in der 3D
Karte

Bestimmung und
Vermessung von
Landmarkern

Funktionsweise



3D LIDAR mit Fahrspur^[5]



Künstlicher Landmarker^[4]

Durchführung im Testbetrieb^[4]

Das Shuttle fährt die festgelegte
Fahrspur ab und übernimmt die Quer-
und Längsführung

Das Shuttle erkennt Hindernisse durch
den Abgleich der eingespeicherten Karte
mit den Daten des aktuell
aufgenommenen LIDARs

Das Shuttle führt die einprogrammierten
Aktionen (Blinker, Rampe ausfahren etc.)
gemäß des eingespeicherten Ortes aus

Das Shuttle orientiert sich über die
eingespeicherte 3D Karte und durch das
„Wiedererkennen“ der eingespeicherten
Landmarker, einem differenzierten GPS
und Odometrie



Weitere Voraussetzungen

geringe Verkehrsstärke

Überholmöglichkeiten
gewährleisten

Keine Lichtsignalanlagen
oder diese kommunikations-
fähig machen

Mobilfunknetzabdeckung 3G/4G

GPS Abdeckung, Störungen
durch Häuserschluchten etc.
vermeiden

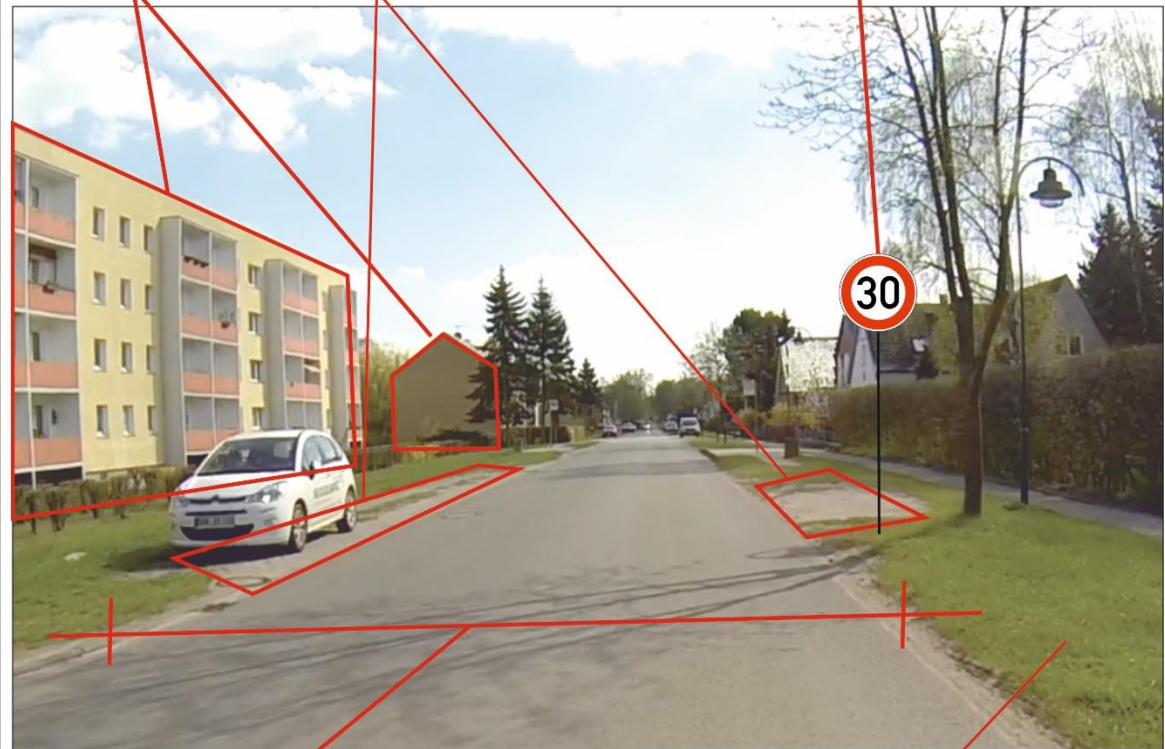
Alleen vermeiden

Gebundene Deckschicht

Landmarker

Parken im
Seitenraum

Geschwindigkeits-
begrenzung auf 30 km/h



Fahrbahnbreite > 6,0 m

Grünstreifen ermöglicht
höhere Geschwindigkeiten



Fazit aus aktuellem Projekt und Partnerprojekten

- Die automatisierten Shuttles können den ÖPNV stärken aber aktuell noch nicht ersetzen
- Operator muss(te) nicht nur aus gesetzlichen Gründen im Fahrzeug sein, sondern auch aktuell noch häufig eingreifen
- Nicht einsetzbar bei: Starkregen, Schnee, Nebel oder Temperaturen unter -15°C und über $+35^{\circ}\text{C}$
- Die Einsatzgebiete der Fahrzeuge sind eingeschränkt oder müssen infrastrukturell angepasst werden
- Einsatz außerhalb bebauter Gebiete nur mit künstlichen Landmarkern möglich



Literaturverzeichnis

- [1] Machek, Elizabeth. Low-Speed Automated Shuttles Foundational Research. 2017. http://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2017/file/evt_ws2017_s7_ElizabethMachek.pdf Letzter Zugriff: 18.10.2018
- [2] Deutsche Bahn AG (Hrsg.): Faktenblatt. Erste autonome Buslinie Deutschlands. 2018. <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/259942/a0f34a180b5e6a0898d38c3eaff32570/Faktenblatt-autonomer-Bus-data.pdf> Letzter Zugriff: 18.10.2018
- [3] EasyMile (Hrsg.): <https://easymile.com/solutions-easymile/ez10-autonomous-shuttle-easymile/> Letzter Zugriff: 04.04.2019
- [4] Rutanen, E. und Arffman, V. SOHJOA Project report autumn 2017. Autonomous robot bus experiments on public roads.
- [5] Navya (Hrsg.): <https://navya.tech/wp-content/uploads/2019/01/NAVYA-Safety-Report-01.09.2019-1.pdf> Letzter Zugriff: 04.04.2019
- [6] Zeiler, Knut (2013): Fahrspurerkennung in LIDAR-Punktwolken. Bachelor Arbeit. Freie Universität Berlin, http://www.inf.fu-berlin.de/inst/ag-ki/rojas_home/documents/Betreute_Arbeiten/Bachelor-Zeissler.pdf . Letzter Zugriff: 05.04.2019
- [7] Digital Trends (Hrsg.): *2019 Mercedes-Benz CLS450 4Matic first drive review*. 2018. <https://www.digitaltrends.com/car-reviews/2019-mercedes-benz-cls450-4matic-review/> Letzter Zugriff: 18.10.2018
- https://www.strassenplanung.tu-berlin.de/fileadmin/fg96/forschung_projekte/AutoNV_OPR_Abschlussbericht_Publikation_small.pdf