

INNOVATION IM RHEIN-MAIN-VERKEHRSVERBUND



PROBEFAHRT IN DIE ZUKUNFT
EASY
ELECTRIC AUTONOMOUS FOR YOU



PROBEFAHRT-ZUKUNFT.DE

INHALT



Seite 5

Vorwort



Seite 6–7

Vorstellung des Projektes



Seite 8–19

Unsere Testfelder



Seite 20–21

Kommentare zum Projekt



Lessons Learned

Seite 22–23



Die Fahrzeuge

Seite 24–25



Seite 26–27

Testfelder in Deutschland



Seite 28

FAQ



Seite 30

Impressum

VORWORT

Der öffentliche Personennahverkehr ist zentral für die Vereinbarung von Mobilität und Klimaschutz. Ein wichtiger Baustein dafür ist das autonome Fahren. Hier ist der RMV Vorreiter und zeigt durch vielversprechende Ergebnisse im Pilotprojekt EASY („Electric Autonomous Shuttle for You“), was möglich ist. Mit EASY können unsere Fahrgäste erleben, wie es sich anfühlt, von einem Fahrzeug ohne Lenkrad bewegt zu werden. Damit ist die Mobilität der Zukunft bereits heute greifbar.

Wir sammeln mit EASY Erkenntnisse, wie autonome Fahrzeuge den ÖPNV optimal ergänzen können. Ob früh morgens, spät abends oder im ländlichen Raum, wo das ÖPNV-Angebot kleiner und die nächste Haltestelle weiter entfernt ist: Überall, wo Bus und Bahn nicht ganz passgenau für jeden Fahrgast unterwegs sein können, können

autonome Fahrzeuge als Zubringer zu größeren Mobilitätsknoten dienen und die Fläche noch besser erschließen. Noch mehr Potenzial bietet das autonome Fahren, wenn man es mit dem zweiten großen Mobilitätstrend On Demand verknüpft: Autonome On-Demand-Fahrzeuge könnten in Zukunft hervorragend die erste und letzte Meile überbrücken und in ländlichen Regionen ein flexibles ÖPNV-Angebot ermöglichen, das mit dem klassischen Busverkehr nicht machbar wäre – und das rund um die Uhr auf Abruf, ohne festen Fahrplan und über die gleiche App buchbar wie die Fahrkarte für Bus und Bahn.

In den bisherigen Testphasen hat EASY bewiesen, dass man sich mit autonomen Fahrzeugen sicher und komfortabel fortbewegen kann. 94 Prozent der Fahrgäste würden sogar ohne Operator mitfahren. Daher gehen wir nun die nächsten Schritte an: Nach den erfolgreichen Tests



auf abgesperrten Strecken wird das Shuttle nun endlich auch im öffentlichen Straßenverkehr auf Herz und Nieren geprüft. In einem weiteren Testfeld betreiben wir die autonomen Fahrzeuge auch ohne einen Operator im Fahrzeug – die Überwachung übernimmt stattdessen eine zentrale Leitstelle. Die Fahrten ohne Operator finden zuerst auf einem geschlossenen Gelände statt. Sobald die Rechtslage es erlaubt, richten wir auch hier nach erfolgreichen Tests das Augenmerk auf den öffentlichen Straßenverkehr.

EASY weist den Weg in die Zukunft: Fahren Sie mit!

Prof. Knut Ringat, RMV

VORSTELLUNG DES PROJEKTES

Das Projekt EASY

EASY (Electric Autonomous Shuttle for You) ist ein Pilotprojekt zur Erprobung autonomer Fahrzeuge und ihrem Nutzen für den öffentlichen Nahverkehr. Mit wechselnden lokalen Partnern untersucht der **RMV im gesamten Verbundgebiet**, wie und unter welchen Umständen sich autonome Fahrzeuge in den öffentlichen Nahverkehr eingliedern lassen. Die wissenschaftliche Begleitung des Pilotprojektes erfolgt durch die **University of**

Applied Sciences Frankfurt, die dabei seitens des **House of Logistics & Mobility (HOLM)** als regionale Entwicklungs- und Vernetzungsplattform unterstützt wird.

Das autonome Fahren ist ein Baustein im Rahmen der Strategie „Mobilität 2030“ des RMV und Teil der Digitalisierungsstrategie. Zukünftig wird das autonome Fahren die konsequente Ergänzung und Weiterentwicklung der intelligenten Mobilität sein.

Voll elektrisch, CO₂-frei, leise, sicher, effizient und perspektivisch als On-Demand-Lösung bietet das autonome Fahren eine vollkommen neue Möglichkeit mobil zu sein. Das RMV-Tochterunternehmen **Fahrzeugmanagement Region Frankfurt RheinMain GmbH (fahma)** hat gleich vier hochautomatisierte Shuttle gekauft. Dabei handelt es sich jeweils um zwei Fahrzeuge der Hersteller **EasyMile** und **Navya**. Diese Fahrzeuge werden auf verschiedenen Testfeldern zur Erprobung unterschiedlicher Szenarien eingesetzt.



„Autonome Fahrzeuge können Bus und Bahn hervorragend ergänzen – vor allem, wenn man sie im On-Demand-Bereich einsetzt. Deshalb sammeln wir heute schon Erkenntnisse, wie wir diese Technik am besten in den ÖPNV integrieren können.“

Prof. Knut Ringat, RMV



„Unsere Fahrgäste können direkt die Mobilität von Morgen erleben. In die Fahrzeuge einzusteigen und direkt selbst damit fahren zu können, ist der beste Weg, diese neue Technologie kennenzulernen und sich dafür zu begeistern.“

Prof. Dr.-Ing. Tom Reinhold, traffiQ

Der erste Meilenstein ist gelegt.

Ab dem 20.09.2019 waren zwei hochautomatisierte Shuttle für acht Monate am **nördlichen Mainufer in Frankfurt** im Einsatz. Innerhalb dieser Testphase haben die Fahrzeuge eine Strecke von insgesamt über 6.600 Kilometern zurückgelegt und mehr als 25.000 Fahrgäste befördert. Durch das Testfeld in Frankfurt konnten wichtige Erkenntnisse in den Bereichen Genehmigungen und Zulassungen, Planung der Testfelder und Betrieb der Fahrzeuge gewonnen werden. Darüber hinaus wurden die hochautomatisierten Shuttle bereits auf der **Hypermotion 2019**, einer

Fachmesse für zukünftige Mobilität und Logistik, sowie auf dem **Gelände der HSK Wiesbaden** erfolgreich eingesetzt. Die Erkenntnisse zeigen einen großen Bedarf zur technischen und kundenorientierten Weiterentwicklung und die drängende Erfordernis zur vollständigen Integration in den ÖPNV.

Die nächsten Meilensteine waren der Test der hochautomatisierten Shuttles am **Kloster Eberbach** und der Einsatz im öffentlichen Regelverkehr in **Bad Soden-Salmünster**. Um das vollständig autonome Fahren weiter zu erproben, wurde außerdem 2021 ein **No-Operator-Betrieb**, also die Fahrt ohne Operator im Innenraum

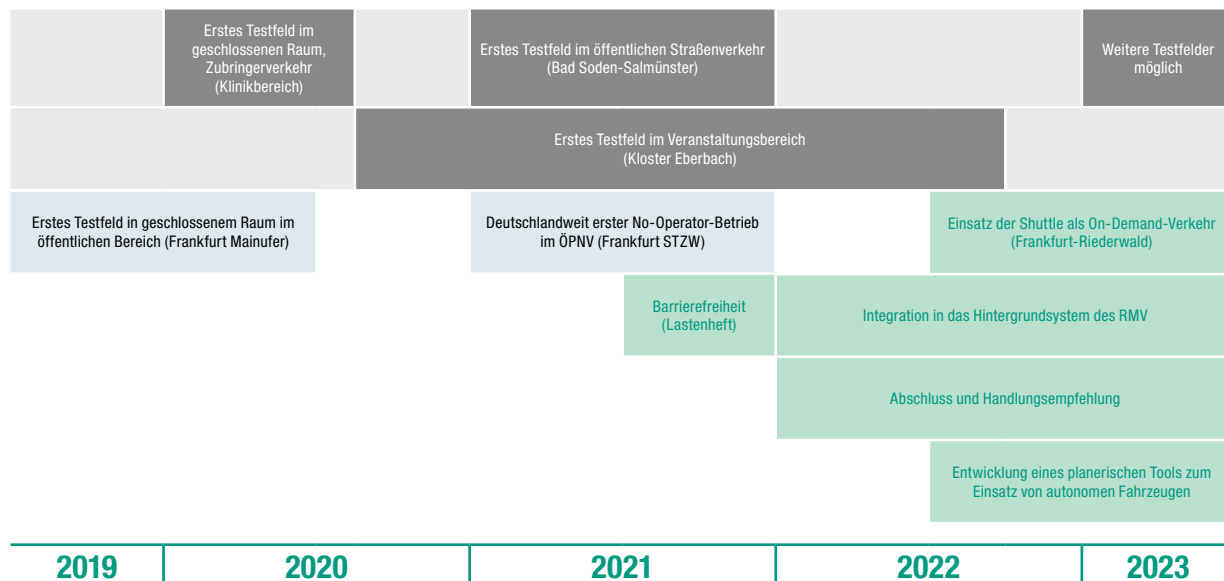
des Shuttles, auf dem Gelände Stadtbahnzentralwerkstatt der **Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main (VGF)** getestet.

Zukünftig ist die Verknüpfung von hochautomatisierten Shuttle mit einer On-Demand-Funktion und deren Erprobung im städtisch-urbanen Umfeld im Regelbetrieb unter realen Bedingungen der nächste Schritt. Angestrebt wird die vollständige Integration in das vorhandene Verkehrssystem, die Vernetzung mit dem umgebenen Verkehrsraum mittels V2X-Kommunikation und die Einbindung in die digitalen Vertriebs- und Informationskanäle des RMV.

Zielsetzung

1	Akzeptanz erforschen	→ Stadt → Region
2	Erfahrungen sammeln	→ Zu technischen und verkehrlichen Herausforderungen → Nutzungshemmnisse
3	Integration in die bestehenden Hintergrundsysteme des RMV	→ Anbindung der autonomen Shuttles in die Leitstelleninfrastruktur von Verkehrsunternehmen
4	Erforschen, wann der Einsatz autonomer Shuttles im ÖPNV möglich ist	→ Welche Weiterentwicklung ist dafür erforderlich? → Berücksichtigung gesetzlicher Rahmenbedingungen
5	Durch eigene Erfahrungen, die zukünftigen Fahrzeuge mitgestalten, z. B. beim Thema Barrierefreiheit	
6	Expertise im eigenen Verbund zu dem Thema aufbauen	

Roadmap



UNSERE TESTFELDER: FRANKFURT MAINUFER

Mit dem Start des ersten **EASY-Testfeldes am Frankfurter Mainufer** hatten die Fahrgäste im RMV-Gebiet erstmals die Möglichkeit, autonome Shuttles im ÖPNV zu erleben. Für sieben Monate begeisterten zwei der autonomen Fahrzeuge die Menschen und legten während dieser Testphase über 6.600 Kilometer auf der 700 Meter langen Strecke zurück.

Die beiden Fahrzeuge des Typs **EZ 10 Gen2** von **EasyMile** waren mit bis zu 15 km/h auf der Teststrecke unterwegs und mehr als 25.000 Fahrgäste haben die Zukunft des ÖPNV während des Testzeitraumes selbst getestet. Als erste Teststrecke des Projektes, wurden in dieser Zeit grundlegende Erfahrungen für die Planung und den Betrieb autonom fahrender Shuttle gesammelt, die als

wichtige Basis für alle weiteren EASY-Testfelder dienen.

Für das Testfeld am Frankfurter Mainufer hat sich der Verbund mit der städtischen Nahverkehrsgesellschaft **traffiQ Lokale Nahverkehrsgesellschaft Frankfurt am Main** und der **Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main (VGF)** zusammengetan.



“ **Die Teststrecke am Mainufer ist ein Aushängeschild für die Innovationskraft von Frankfurt. Die Erfahrungen, die hier mit autonomen Fahrzeugen gemacht werden, sind eine Blaupause für weitere Versuche.** “

Peter Feldmann, Oberbürgermeister der Stadt Frankfurt am Main



“ **Selbst Erfahrungen mit autonomen Fahrzeugen machen zu können, ist für ein Verkehrsunternehmen eine riesige Chance. Damit alles reibungslos läuft, stellen wir den technischen Support und das Personal zur Verfügung.** “

Michael Rüffer, VGF

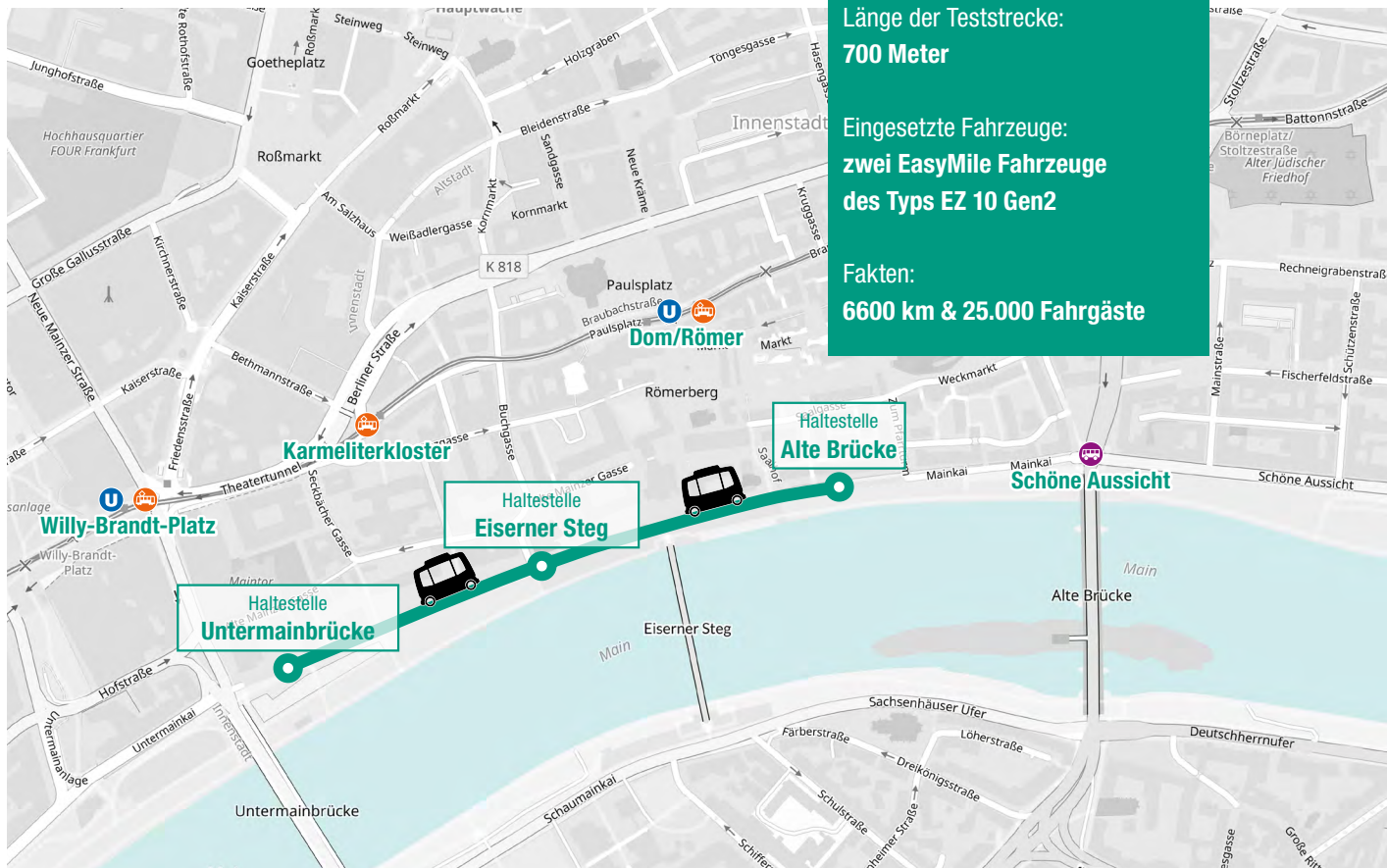
DIE TESTSTRECKE

Laufzeit der Teststrecke:
20.09.2019 – 31.07.2020

Länge der Teststrecke:
700 Meter

Eingesetzte Fahrzeuge:
zwei EasyMile Fahrzeuge
des Typs EZ 10 Gen2

Fakten:
6600 km & 25.000 Fahrgäste



© OpenStreetMap.org/CC-by-SA-Lizenz 3.0



UNSERE TESTFELDER: WIESBADEN

Ein weiterer Meilenstein wurde mit der 300 Meter langen Teststrecke auf dem **Klinikgelände der Wiesbadener Helios-Kliniken** gelegt.

Das Shuttle des Fahrzeugtypen **Arma DL3** des Herstellers **Navya** fuhr Besucherinnen und Besucher während des Testzeitraums vom Bildungszentrum der Klinik zum Neubau des Krankenhauses und zurück. Dabei wurden an den 16 Betriebstagen insgesamt 230 km mit dem autonomen Shuttle zurückgelegt.

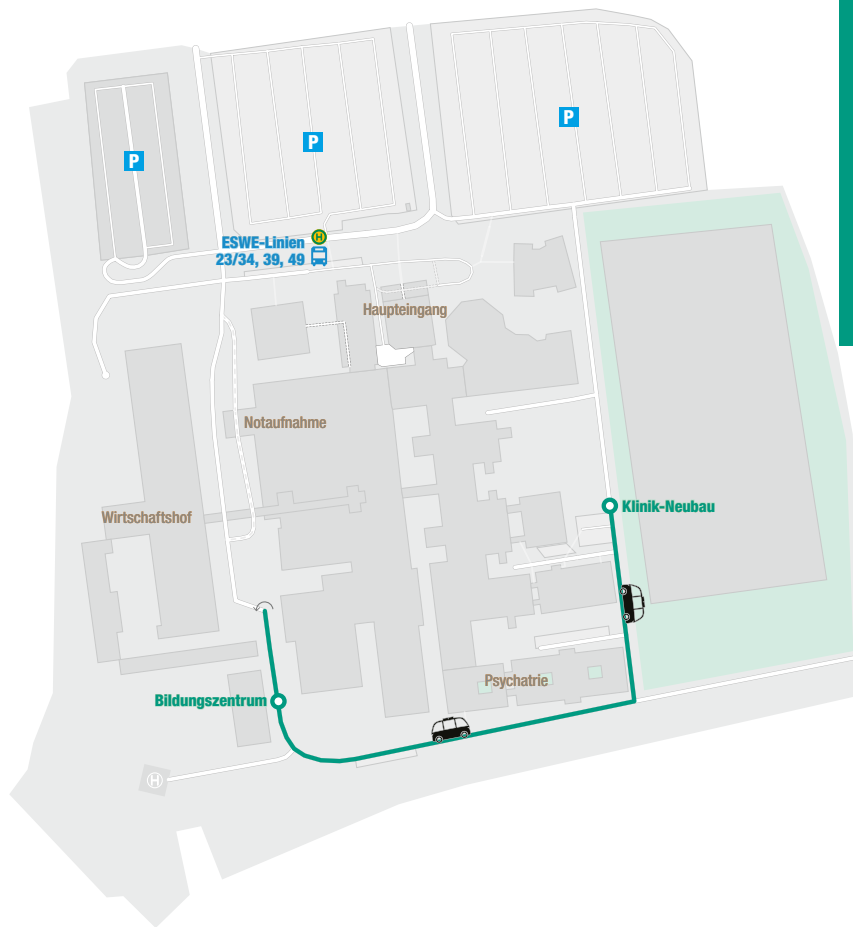
Ziel dieses Testfeldes war es, den Einsatz autonomer Shuttle auf einem geschlossenen Klinikgelände zu erproben. Dafür hat sich der Verbund mit dem Betreiber des Öffentlichen Personennahverkehrs der Stadt Wiesbaden, der **ESWE Verkehr** und den **Helios Kliniken Wiesbaden** zusammengetan.



„In Wiesbaden setzen wir auf klima- und umweltfreundliche Mobilität. Um den Menschen eine Alternative zum eigenen Auto zu bieten, wollen wir den ÖPNV weiterhin stärken. Dazu zählt vor allem auch, diesen in ländlichen Gebieten attraktiver und bedarfsorientierter zu gestalten.“

Andreas Kowol, Verkehrsdezernent Wiesbaden

DIE TESTSTRECKE



Laufzeit der Teststrecke:
11.02.2020 – 29.02.2020

Länge der Teststrecke:
300 Meter

Eingesetztes Fahrzeug:
Navya Typ Arma DL3

Fakten:
230 km & 866 Fahrgäste

© OpenStreetMap.org/CC-by-SA-Lizenz 3.0



UNSERE TESTFELDER: **KLOSTER EBERBACH**

Auf dem Gelände des beliebten Tourismus- und Freizeitziels **Kloster Eberbach** verkehrt seit dem 24.09.2020 eines der beiden **Navya Shuttle** des Typs **Arma DL3**. Dabei sollen weitere wichtige Erkenntnisse in den Bereichen Genehmigungen und Zulassungen, Planung der Testfelder und Betrieb der Fahrzeuge gesammelt werden.

Ziel der Teststrecke ist insbesondere die Erprobung des Einsatzes autonomer Shuttle im Freizeit- und Touristikbereich. Zwar befindet sich die Teststrecke auf einem geschlossenen Privatgelände, jedoch lässt sich aufgrund des regelmäßigen Fußgänger und Radfahrerverkehrs der Umgang des Shuttles mit diesen Verkehrsteilnehmern untersuchen.

Für das Testfeld hat sich der Verbund mit der regionalen Nahverkehrsgesellschaft **RTV**, der **Stiftung Kloster Eberbach** und dem **Rheingau-Taunus-Kreis** zusammengetan.



„Mit dem Angebot eines autonomen Shuttles erhöhen wir unsere Attraktivität als touristisches Ausflugsziel. Das rein elektrisch betriebene Shuttle ist zudem eine sehr nachhaltige Lösung, da der bezogene Strom im Kloster aus erneuerbaren Energien gewonnen wird.“

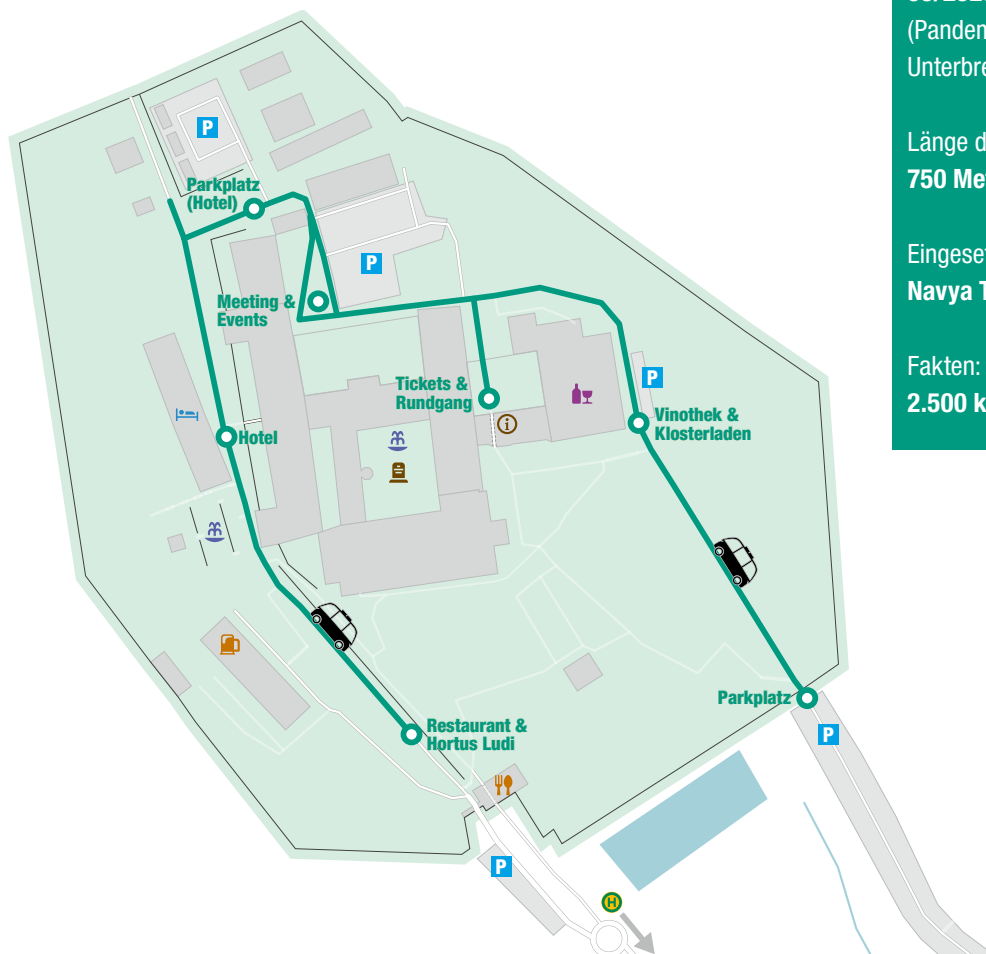
Martin Blach, Vorsitzender des Vorstandes der Stiftung Kloster Eberbach



„Kommt es irgendwann zum Einsatz von autonom fahrenden Bussen, wird das sicherlich eine große Bereicherung bei den Themen Kosten, Anbindung und Pünktlichkeit im Rheingau-Taunus-Kreis sein. Der Einsatz von autonomen Bussen wird sich positiv auf Attraktivität und Bedarfsorientierung des ÖPNV auswirken.“

Frank Kilian, Landrat des Rheingau-Taunus-Kreises

DIE TESTSTRECKE



Laufzeit der Teststrecke:
09/2020 – 09/2022
(Pandemiebedingte
Unterbrechungen)

Länge der Teststrecke:
750 Meter

Eingesetztes Fahrzeug:
Navya Typ Arma DL3

Fakten:
2.500 km & 6.500 Fahrgäste

© OpenStreetMap.org/CC-by-SA-Lizenz 3.0



UNSERE TESTFELDER: BAD SODEN-SALMÜNSTER

Die Teststrecke in **Bad Soden-Salmünster** realisiert einen weiteren besonderen Meilenstein des Projektes, da unser **EASY-Shuttle** zum ersten Mal gemeinsam mit allen anderen Verkehrsteilnehmern auf öffentlicher Straße verkehrt.

Neben dem Sammeln neuer Erkenntnisse für die Integration autonomer Shuttles in den ÖPNV,

dient das Testfeld der Erprobung von Anforderungen an die Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr. Hierfür fährt eines der **Navya Shuttle**, seit dem 16. Juni 2021 im Kurgebiet von Bad Soden-Salmünster zwischen der Salztal-Klinik und dem Parkplatz „Festplatz“. Insgesamt hält das Shuttle auf dieser Strecke an insgesamt zehn Haltestellen.

Das Testfeld in Bad Soden-Salmünster führt der Verbund gemeinsam mit der **KreisVerkehrsGesellschaft Main-Kinzig mbH**, der **Regionalverkehr Main-Kinzig GmbH**, dem **Main-Kinzig-Kreis** und der **Stadt Bad Soden-Salmünster** durch.



„**Autonome Fahrzeuge bieten ein enormes Potenzial für den ÖPNV. Insbesondere in Flächenkreisen, wo Linienbusse große Kilometerleistungen bewältigen müssen, können autonome Fahrzeuge hervorragend als Zubringer zum bestehenden öffentlichen Nahverkehr eingesetzt werden.**“

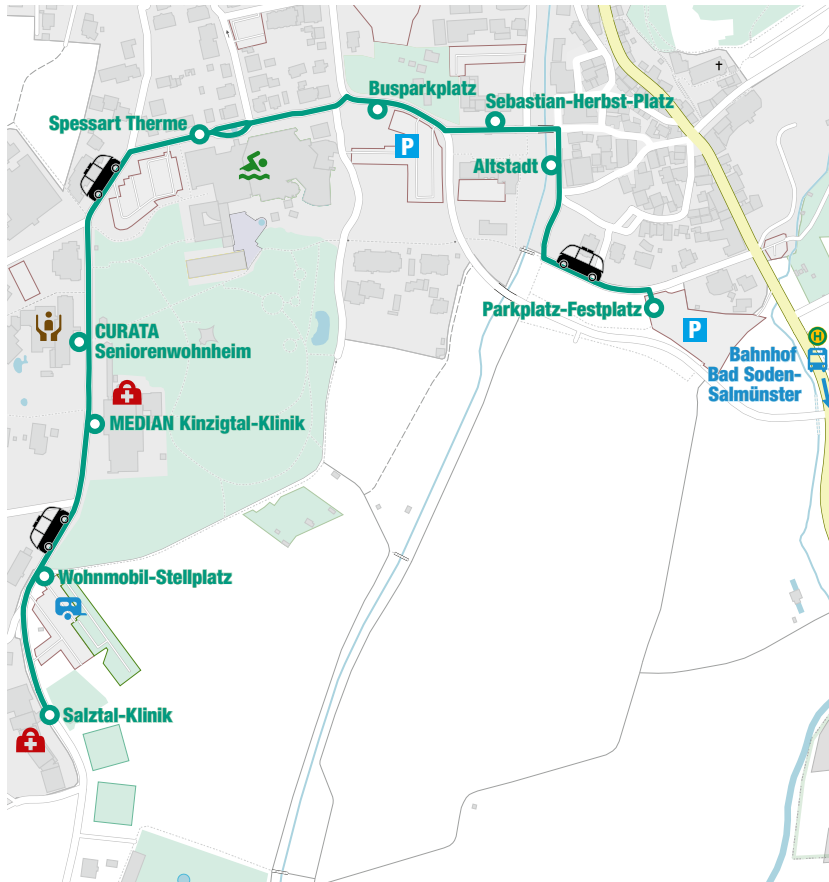
Winfried Ottmann, Verkehrsdezernent des Main-Kinzig-Kreises



„**Autonome Fahrzeuge fahren in Bad Soden-Salmünster zum ersten Mal in Hessen gemeinsam mit dem Autoverkehr auf einer öffentlichen Straße und sind dabei auch noch klimaneutral unterwegs. Das ist ein guter und richtiger Schritt in die Zukunft. Wir sind froh unseren Beitrag für mehr und klimafreundlichen ÖPNV von Morgen leisten zu können.**“

Dominik Brasch, Bürgermeister der Stadt Bad Soden-Salmünster

DIE TESTSTRECKE



Laufzeit der Teststrecke:
06/2021 – 12/2021

Länge der Teststrecke:
1,3 Kilometer

Eingesetztes Fahrzeug:
Navya Typ Arma DL3

Betriebszeitraum:
3.400 km & 3.100 Fahrgäste



UNSERE TESTFELDER: FRANKFURT STZW

Ziel des Testfeldes an der **VGF-Stadtbahnzentralwerkstatt** in Frankfurt am Main ist es, erstmals Erfahrungen im Betrieb autonomer Shuttles ohne einen Operator an Bord des Fahrzeuges zu sammeln.

Nach einer ersten Testphase, bei der sich der Operator wie gewohnt im Innenraum des Shuttles befindet, um Erfahrungen auf der Strecke zu sammeln, wird sich dieser ab der

zweiten Phase außerhalb des Shuttles in einem Raum auf dem VGF-Gelände befinden. Von dort aus kann der Operator den Betrieb beider Shuttle über einen Bildschirm beobachten und überwachen. Zunächst wird der Betrieb mit externem Operator ohne Fahrgäste stattfinden. Sobald die Operatoren genügend Erfahrungen gesammelt haben, werden die Shuttle ohne Operator auch mit Fahrgästen verkehren. Das Gelände

der Stadtbahnzentralwerkstatt eignet sich für diese Tests, da es sich um ein nicht öffentlich zugängliches Privatgelände handelt, welches mittels einer Schranke vom öffentlichen Straßenverkehr abgetrennt ist.

Für das Testfeld arbeitet der Verbund erneut mit dem Verkehrsunternehmen **VGF** zusammen.



“ **Der vollständig fahrerlose Betrieb ist ein entscheidender Schritt für den ÖPNV – Betreiber können Strecken effizienter bedienen und nachhaltige Lösungen für einen individuellen Mobilitätsbedarf schaffen. Damit wird der ÖPNV der Zukunft kundenorientiert und innovativ gestaltet.** ”

Sarah Kern, EasyMile



“ **Ein Test im No-Operator-Betrieb ist der nächste Schritt der von uns schon am Mainufer erprobten Technologie. Unsere Stadtbahnzentralwerkstatt bietet uns perfekte Testoptionen: Wir haben eine Fahrstrecke mit fünf Haltestellen eingerichtet. Die Fahrzeuge müssen an den Endpunkten wenden; je nach Bedarf können weitere reale Betriebssituationen nachgestellt werden.** ”

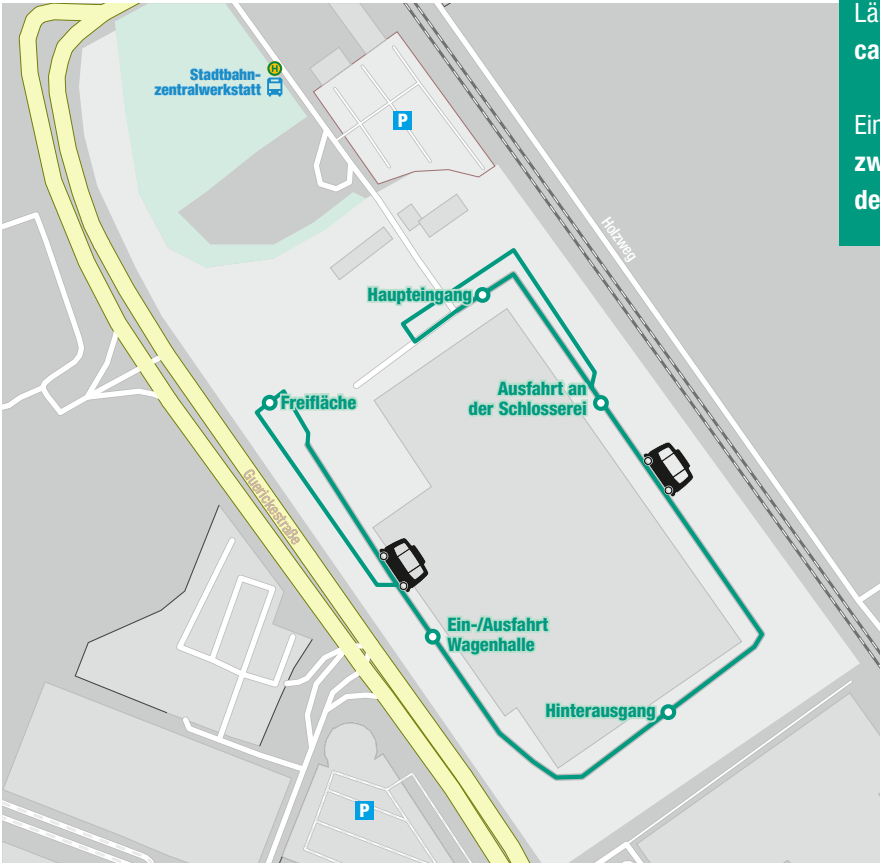
Michael Rüffer, VGF

DIE TESTSTRECKE

Laufzeit der Teststrecke:
02/20212 – 12/2021

Länge der Teststrecke:
ca. 400 Meter

Eingesetzte Fahrzeuge:
zwei EasyMile Fahrzeuge
des Typs EZ 10 Gen2



Stufenplan des Projekts

Stufe I	Fahren mit Operator mit/ohne Fahrgäste
▼	insgesamt 100 Stunden bis zur nächsten Stufe
Stufe II	Fahren mit Operator als Fahrgast ohne weitere Fahrgäste
▼	insgesamt 100 Stunden bis zur nächsten Stufe
Stufe III	Fahren ohne Operator

UNSERE TESTFELDER: FRANKFURT RIEDERWALD

Bei dem Testfeld im Frankfurter Stadtteil **Riederwald** werden die autonomen Shuttle erstmals mit einer On-Demand-Funktion verknüpft. Dabei handelt es sich um ein flexibles Verkehrsangebot, das digital per App buchbar ist. Die Shuttles können an virtuelle Haltepunkte bestellt werden, wo sie von den Fahrgästen gebraucht werden, zu der Uhrzeit, zu der sie sie benötigen. Diese Verknüpfung ist ein weiterer wichtiger Schritt hin zu einer flexiblen, geteilten und klimafreundlichen Mobilität. Darüber hinaus wird in dem Projekt die Nachfrage nach der Mitnahme von

Rollstühlen an einigen der virtuellen Haltepunkte erfüllt, wodurch der Weg zu einem barrierefreien autonomen ÖPNV geebnet wird. Mit dem Blick auf einen zukünftig komplett fehlerlosen Betrieb der autonomen Shuttle werden außerdem unterschiedliche KI-Systeme im Innenraum des Shuttles getestet, die die Sicherheit und die Kommunikation zur Leitstelle verbessern sollen.

Das Bediengebiet umfasst einen Großteil der Straßen des Stadtteils und bindet das Wohngebiet an die nahegelegene U-Bahn-Station

Schäfflestraße an. Auch ein Supermarkt, Sportanlagen und Apotheken können mithilfe des Shuttles erreicht werden.

Für das Testfeld arbeitet der Verbund erneut mit den lokalen Partner **VGF** und **traffiQ** zusammen. Zudem sind **rms**, **traffiQ** und **EasyMile** mit dem Projekt im Riederwald Teil des EU-Förderprojektes **SHOW**. Dies ermöglicht einen noch besseren Erfahrungsaustausch mit weiteren europaweiten Projekten.

Gefördert durch



„**Den gesamten Verkehr nachhaltig und unabhängig von fossilen Kraftstoffen umzugestalten, ist der Schlüssel zur Mobilitätswende. Autonome Fahrzeuge im öffentlichen Nahverkehr können ein wichtiger Baustein sein, diese Umstellung mit positiven Effekten für Menschen und Umwelt zu bewältigen.**“

Stefan Majer, Dezernent für Mobilität und Gesundheit der Stadt Frankfurt am Main



„**Autonomes Fahren wird die Mobilität vollständig verändern. Jeder weitere Entwicklungsschritt, wie jetzt in Frankfurt-Riederwald, eröffnet neue Potenziale für den öffentlichen Nahverkehr. Sie voranzutreiben und zu gestalten, ist für alle beteiligten Partner eine wichtige und spannende Herausforderung.**“

Prof. Dr.-Ing. Tom Reinhold, traffiQ

DIE TESTSTRECKE

Laufzeit der Teststrecke:
Ab November 2022

Länge der Teststrecke:
2,7 km

Eingesetzte Fahrzeuge:
Zwei EasyMile Fahrzeuge des
Typs EZ 10 Gen3b



KOMMENTARE ZUM PROJEKT

FRAGEN AN DIE OPERATOREN

Was waren die größten Herausforderungen?



“

Eigentlich die Schlechtwetterfahrten, wenn es stark geregnet hat, weil die Sensoren die Pfützen als Hindernisse erkennen und dann eine Vollbremsung eingeleitet wird.

Carsten Löher, VGF

“

“

Herausfordernd war höchstens, dass das Fahrzeug alleine fährt, weil es ungewohnt ist. Jedoch haben wir uns das angeeignet und können Probleme und Hindernisse bewältigen.

“

Raval Chopra, VGF



Wie schätzen Sie die autonomen Fahrzeuge für die Zukunft ein?



“

In manchen Gebieten ist es sinnvoll, gerade in Gebieten wo die Wege weit sind und es ältere und mobilitätseingeschränkte Menschen gibt. Im Wesentlichen als Zubringer und Wegbringer.

“

Klaus Peter Düwel, VGF

“

Eigentlich positiv, man steckt ja momentan noch in den Kinderschuhen, aber ich denke, dass das schon der richtige Weg ist für Randgebiete oder als Zubringer.

“

Carsten Löher, VGF

STIMMEN VON FAHRGÄSTEN



Guter und interessanter erster Schritt in Richtung autonomer Stadtverkehr.

Ben, 21



Ich find's toll, dass die Stadt Frankfurt das ausprobiert. Technisch habe ich keine Bedenken.

Ulrich, 48



I think this is a great way to help with the global warming.

Vanessa, 33



Habe nicht gemerkt, dass ich im autonomen Auto sitze, vollstes Vertrauen. Weiter so.

Ulrike, 68



Ich denke das hat Zukunft. Angenehm, leise, ruckelt nicht.

Karin, 60



Es macht Spaß damit zu fahren. Es ist eine neue Erfahrung und interessant.

Elena, 20



Zukunftsweisend. Tolles Projekt und sehr interessant, weiter so.

Sonja, 47



Es ist noch ein bisschen langsam, aber in der Zukunft wird es bestimmt cool sein.

Tiffany, 19



LESSONS LEARNED

Nach einem erfolgreichen Start des **EASY-Projektes in Frankfurt und Wiesbaden** konnte erstes Know-How zum Autonomen Fahren mit konkretem Bezug für den Einsatz im ÖPNV aufgebaut werden. Insbesondere das erste abgeschlossene Testfeld am Frankfurter Mainufer brachte mithilfe der wissenschaftlichen Betreuung

durch die Frankfurt **University of Applied Sciences** bereits wertvolle Erkenntnisse. Diese wurden für die Gestaltung und die Zielsetzungen der nachfolgenden Testfelder verwendet.

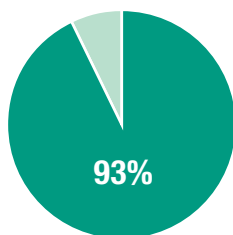
Da die Akzeptanz und die Bewertung der Fahrgäste insgesamt sehr positiv war, wird der Fokus vor allem auf die

Anforderungen an die Infrastruktur autonomer Teststrecken sowie die Wünsche und Anregungen der Fahrgäste in weiteren Testfeldern des Projekts gelegt und weiter erforscht.

ERSTE ERKENNTNISSE

Bewertung des Testbetriebs am Frankfurter Mainufer aus Sicht der Fahrgäste*

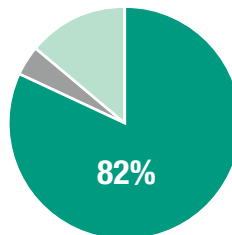
Sicherheitsgefühl der Fahrgäste
(n = 376)*



■ Positiv ■ Negativ

- Kunden haben ein positives Sicherheitsgefühl (93%).
- Dieses Ergebnis wurde zusätzlich durch einen unfallfreien Testbetrieb verdeutlicht.
- Die positiven Rückmeldungen der Fahrgäste haben die Entscheidung verstärkt, weitere Testfelder mit automatisierten Shuttles durchzuführen.

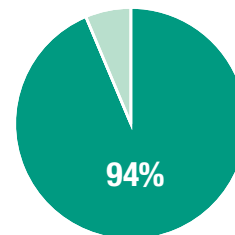
Nutzung im Straßenverkehr
(n = 372)*



■ Ja ■ Nein ■ Weiß nicht

- Der größte Teil der Befragten (82%) gab an, die selbstfahrenden Shuttles auch im regulären öffentlichen Straßenverkehr nutzen zu wollen.
- Dies führte zu ersten Tests eines autonomen Shuttles im öffentlichen Straßenverkehr im Kurgebiet von Bad Soden-Salmünster.
- Im Rahmen dieses Testfeldes werden erneut die Einschätzungen der Fahrgäste zum Einsatz autonomer Shuttle im öffentlichen Verkehr erfragt.

Anteil Mitfahrten ohne Fahrpersonal
(n=377)*



■ Ich wäre trotzdem mitgefahren.
■ Ich wäre nicht mitgefahren.

- Die deutliche Mehrheit aller Befragten (94 %) wäre trotz fehlendem Operator an Bord in einem autonomen Shuttle mitgefahren.
- Die Tests an der StZW ohne Operator wurden unter anderem aus diesen Erkenntnissen abgeleitet.
- Die Rückmeldungen der Fahrgäste im „No-Operator-Betrieb“ sollen hierzu weitere wichtige Erkenntnisse liefern.

Infrastruktur

- Ausreichende Fahrbahnbreite für den Shuttlebetrieb
→ Genügend Abstand zu parkenden PKWs lassen (falls diese auf die Strecke ragen)
- Gegebenenfalls Vorfahrtsregelung zu Gunsten des Shuttles anpassen (bspw. bei schlechter Einsicht in eine Kreuzung)
- Andere Verkehrsteilnehmer auf autonomes Fahrzeug hinweisen, z.B. um zu dichtes Überholen zu vermeiden
- Geeignete Unterstellung und Ladeinfrastruktur in der Nähe der Strecke schaffen → so können kleinere Reparaturen direkt durchgeführt und die Shuttle direkt an der Strecke geladen werden

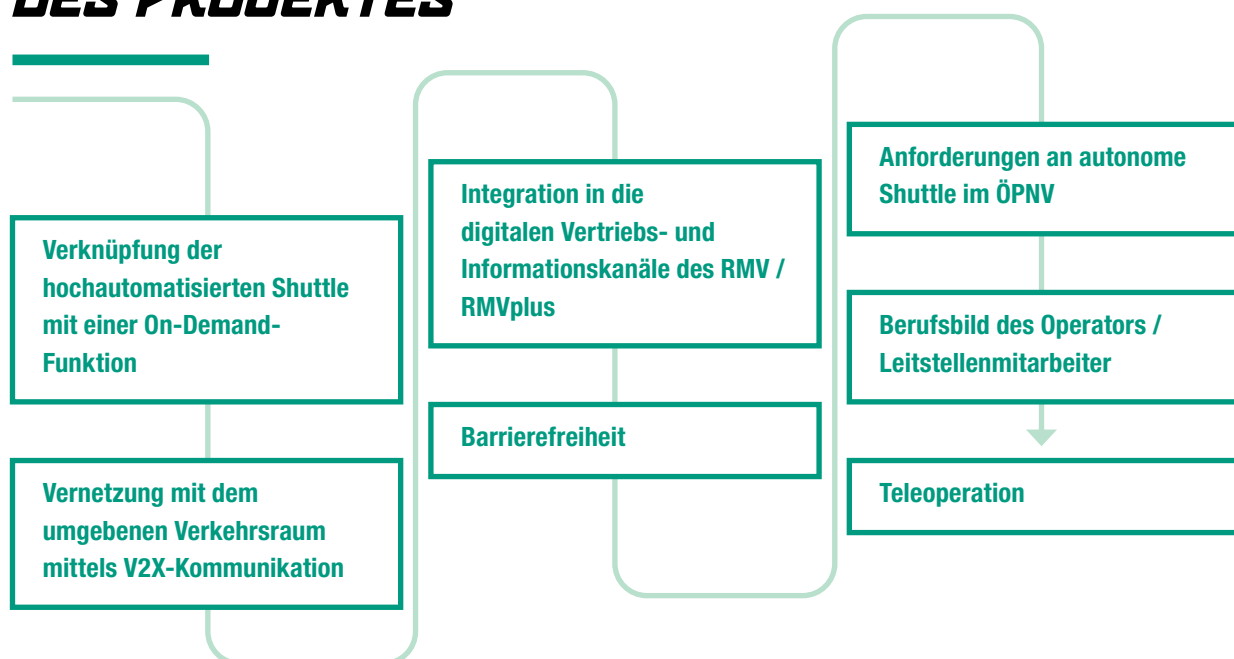
Betrieb

- Im Testbetrieb können wertvolle Informationen durch eine enge Berichterstattung der Operatoren gesammelt werden
- Der Betrieb erfolgt ohne einen festen Fahrplan, da die exakte Rundendauer variiert
- Die Mitnahme von Gepäck, Rollstühlen oder Kinderwagen ist derzeit nur eingeschränkt möglich
- Die Betriebsabläufe können durch andere Verkehrsteilnehmer beeinträchtigt werden, wie z. B. falsch parkende PKWs oder eine falsche Einschätzung des Shuttles durch Fußgänger oder Fahrräder

Fahrzeuge/Technik

- Das Platzangebot der Fahrzeuge wird von den Fahrgästen positiv bewertet
- Bisher ist es auf keinem der EASY-Testfeldern zu Unfällen gekommen
- Der Betrieb kann durch extreme Wetterverhältnisse (Schnee, Starkregen, Nebel) eingeschränkt werden
- Gelegentlich falsches Erkennen von Hindernissen, wodurch das Shuttle abbremst

WEITERE GEPLANTE MEILENSTEINE DES PROJEKTES

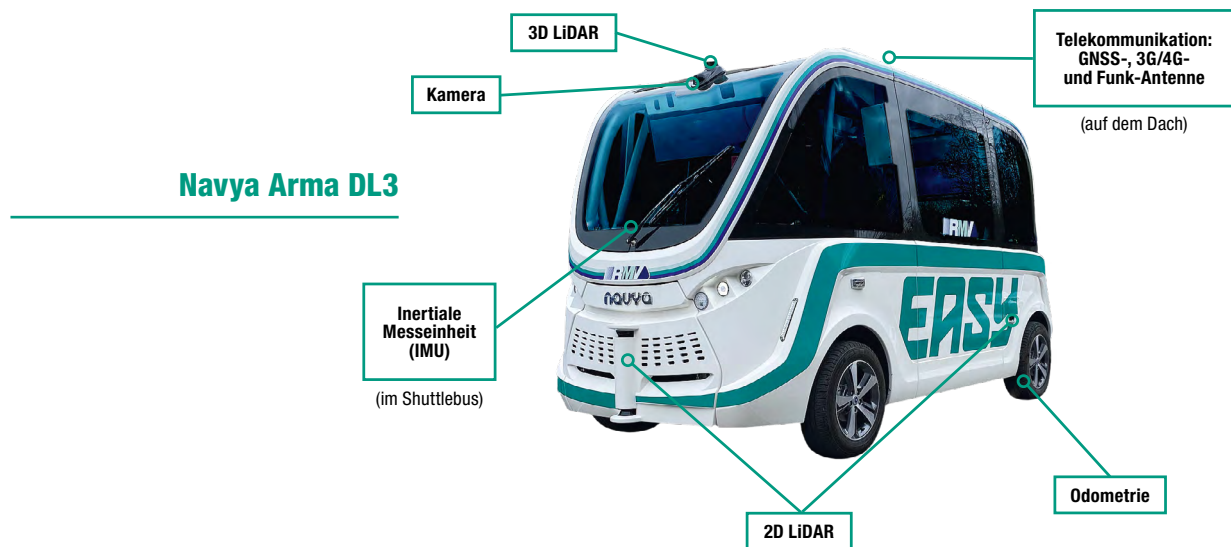
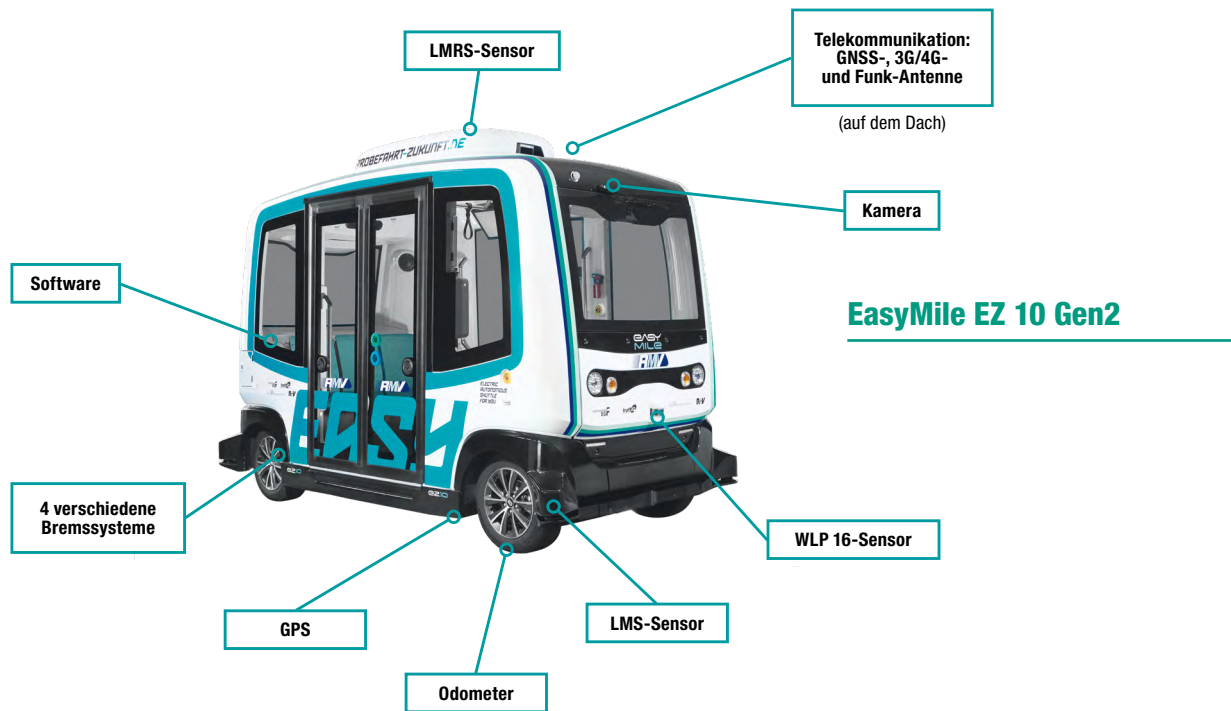


DIE FAHRZEUGE

Bei den Fahrzeugen der Hersteller **EasyMile** und **Navya** handelt es sich um hochautomatisierte Elektroshuttle, welche auf einer vorprogrammierten Strecke fahren. Von dieser Strecke

können die Fahrzeuge nicht abweichen. Durch verschiedene Sensoren erkennt das Fahrzeug alle Hindernisse, die sich auf dem Weg befinden und bleibt stehen, sobald ein

Hindernis erkannt wird. An diesem Punkt greift ein sogenannter Operator manuell ein und lenkt das Fahrzeug um das Hindernis herum.



Die Fahrzeuge besitzen **eine hohe Anzahl von technischen Lösungen** im Bereich des automatisierten Fahrens.

Grundsätzlich können die technologischen Lösungen in **Software und Hardware** unterteilt werden. Unter der Software wird die Programmierung verstanden und unter der Hardware die Sensorik, die Kamera sowie die unterschiedlichen Bremssysteme.

Um auf alle Situationen vorbereitet zu sein, besitzen die Fahrzeuge **vier verschiedene Bremssysteme**: Regenerativbremse, Hydraulische Bremse, Elektrisches Bremssystem, Fail-Safe-Bremse.

IMU (Inertial Measurement Unit)

Unter der IMU versteht sich die Messeinheit, sie ist eine Kombination aus mehreren Inertialsensoren. Dazu gehören Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren, welche im Fahrzeug verbaut sind. Diese Sensoren bilden ein Trägheitsnavigationssystem. Mit Hilfe der Trägheitsnavigation kann das Fahrzeug seine genaue Position bestimmen. Kombiniert mit dem GPS (Global Positioning System) kann das Fahrzeug die aktuelle sowie die prognostizierte Lage bestimmen.

GPS (Global Positioning System)

GPS funktioniert über Satelliten, die über codierte Radiosignale stetig ihre Position und Uhrzeit aussenden. Das Fahrzeug kann als GPS-Empfänger aus diesen Informationen wiederum den eigenen Standpunkt berechnen.

Odometer

Das Odometer misst anhand der Anzahl der Radumdrehungen eine Wegstrecke des automatisierten Fahrzeugs. Dabei wird die Anzahl

der Radumdrehungen zwischen zwei Messpunkten gezählt und zusammen mit dem bekannten Radumfang in eine Wegdifferenz umgerechnet.

Kameras

Die Kameras sind während der Fahrt nicht angeschaltet. Sie dienen dazu, in Notfallsituationen für die Leitstelle zur Verfügung zu stehen, um schnell realisieren zu können, welche Probleme es vor Ort gibt. Zukünftig sollen die Fahrzeuge so auch ohne Operator fahren können.

LIDAR-Sensoren (Light Detection And Ranging)

LIDARs sind Sensoren, mit denen die Umgebung des Fahrzeuges gescannt wird. So werden auch sich bewegende Objekte im Umfeld des Fahrzeuges erkannt, sodass das Fahrzeug reagieren kann. LIDARs senden zur Atmosphärenmessung Laserimpulse aus und detektieren das aus der Atmosphäre zurückgestreute Licht. Aus der Lichtlaufzeit der Signale wird die Entfernung zum Ort der Streuung berechnet. So können Gegenstände in der Umgebung ermittelt werden und das Fahrzeug kann seine Geschwindigkeit anpassen.

1. LMS-Sensor

Die Fahrzeuge sind mit vier LMS-Sensoren ausgestattet. Die LMS-Sensoren scannen jeweils in einem 270 Gradwinkel (30-40 Meter) die Flächen um das Fahrzeug. Dabei ergibt sich über die Sensoren ein 2D-Scan, in dem alle Störungsparameter angezeigt werden. Diese Sensoren sind besonders wichtig, um bewegliche Objekte zu erkennen und dementsprechend zu reagieren.

2. VLP 16- Sensor

Die Fahrzeuge sind mit zwei VLP 16-Sensoren ausgestattet. Der VLP 16-Sensor scannt eine Fläche in einem 110 Gradwinkel auf der horizontalen

Ebene sowie in einem 78 Gradwinkel in der vertikalen Ebene. Über den Scan 16 verschiedener Ebenen wird aus mehreren 2D-Scans ein 3D-Scan. Somit kann das Fahrzeug die Objekte in der Umgebung genauer erkennen und dementsprechend auf die unterschiedlichen Situationen reagieren.

3. LMRS-Sensor

Die Fahrzeuge haben einen LMRS-Sensor, welcher Objekte auf bis zu 200 Meter scannt. Dies ist besonders wichtig für die Streckenorientierung, da sich das Fahrzeug an feststehenden und eingescannten Objekten orientiert. Hierzu gehören insbesondere Gebäude, Bäume, Laternen, usw...

TESTFELDER IN DEUTSCHLAND

Die Karte bildet eine deutschlandweite Übersicht der autonomen Shuttle-Bus-Projekte im ÖPNV ab, die derzeit in Kooperation und Zusammenarbeit mit den Verkehrsunternehmen vor

Ort entwickelt und voran getrieben werden.

Von Sylt bis Bad Birnbach sind eine Vielzahl von Erprobungsprojekten

mit automatisierten Fahrzeugen im Realeinsatz unterwegs – auch wenn aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen heute noch ein Sicherheitsfahrer an Bord sein muss.



www.vdv.de/innovationslandkarte.aspx

BEISPIELPROJEKTE

Monheim am Rhein

Seit dem 26.02.2020 ist in der Stadt Monheim am Rhein eine Buslinie mit fünf automatisierten Fahrzeugen des Typs **EasyMile EZ 10 Gen2** fest in das Straßenbild integriert. Die Shuttles, die von der BSM (Bahnen Stadt Monheim) betrieben werden, verkehren täglich von 7:00 bis 23:00 Uhr im 15-Minuten-Takt zwischen

dem Monheimer Bahnhof und der Altstadt am Rhein. Das Besondere an dem Projekt in Monheim: Auf der mehr als zwei Kilometer langen Route fahren die Shuttles der Linie A01 ohne eigene Fahrspur zwischen Autos, Rollern und Radfahrern im öffentlichen Straßenverkehr. Das ist deutschlandweit bisher einmalig.



Bad Birnbach

Bereits seit April 2017 und somit als erstes autonomes Shuttle in Deutschland, fahren zwei Fahrzeuge des Modells **EasyMile EZ 10 Gen2** in Bad Birnbach. Das Projekt wird gemeinsam von der Deutschen Bahn und dem Regionalbus Ostbayern durchgeführt und soll das Konzept der Ersten/Letzten Meile im ländlichen Raum erproben. Hierfür wurde die Route im Oktober 2019 erweitert und verbindet nun den rund eineinhalb Kilometer entfernten Bahnhof mit der Rottal Therme und dem Ortskern.

Somit ist für alle Fahrgäste täglich von 8:00 bis 18:00 Uhr der Anschluss an alle abfahrenden und ankommenden Züge am Bahnhof Bad Birnbach sichergestellt. Das Besondere dabei ist, dass die Fahrzeuge über die Landstraße fahren müssen, um zum Bahnhof zu gelangen, wobei ein innovatives Verkehrsleitsystem zum Einsatz kommt. Mithilfe von Kameras wird das autonome Fahrzeug erkannt und die Geschwindigkeit für alle Verkehrsteilnehmer auf 30 km/h begrenzt.



Lauenburg an der Elbe

In Lauenburg an der Elbe wurde ein Testzentrum für automatisiert verkehrende Busse (TaBuLa) aufgebaut. Im Rahmen dieses Testzentrums wird mithilfe eines **Navya Arma** Fahrzeuges der Einsatz autonom verkehrender Shuttle im ländlich geprägten Raum erforscht. Hierfür verkehrt das TaBuLa Shuttle seit Herbst 2019 an fünf Tagen pro Woche für sechs bis sieben Stunden im öffentlichen Straßenverkehr auf

einem 2,5 Kilometer langen Rundkurs zwischen der Lauenburger Altstadt und der Oberstadt. Die Strecke stellt durch die geografischen Bedingungen der historischen Altstadt, wie enge Straßen und steile Wege eine anspruchsvolle Aufgabe für das Fahrzeug dar. In dem TaBuLa Shuttle können bis zu zehn Fahrgäste mitfahren. Die genaue Position des Shuttles wird während des Betriebs jederzeit in Echtzeit online auf einer Karte angezeigt.



Wozu gibt es dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt?

Mobilität wird sich in der Zukunft verändern. Deswegen ist es auch für den öffentlichen Nahverkehrsdienst wichtig innovative Fahrzeuge zu testen und sich eine Expertise in den Bereichen anzueignen. Das Ziel ist es herauszufinden, wie die automatisierten Fahrzeuge in den ÖPNV großflächig eingebunden werden können und welche Weiterentwicklungen dafür erforderlich sind.

Kann ich als Fahrgast mit dem autonomen Shuttle fahren?

Ja, jeder kann an einer unserer aktiven Teststrecken mit dem automatisierten Fahrzeug fahren. Aktuelle Informationen dazu, wo genau Sie aktuell eine Probefahrt mit unseren EASY Shuttlen machen können, finden Sie unter: www.probefahrt-zukunft.de

Was kostet es mit dem autonomen Fahrzeug zu fahren?

Nichts. Einfach einsteigen und kostenlos die Zukunft miterleben.

Ist immer eine Aufsichtsperson mit an Bord?

Im öffentlichen Straßenverkehr ist es aktuell gesetzlich vorgeschrieben, dass immer ein Operator mit im Fahrzeug sein muss. Sobald es in diesem Bereich zu einer Änderung des Gesetzes kommt, werden wir auch im öffentlichen Verkehr ohne einen Operator im Fahrzeug testen.

Können Fahrräder, Kinderwagen oder große Gepäckstücke in dem Fahrzeug transportiert werden?

Nein. Leider kann in diesem Fall die Sicherheit nicht gewährleistet werden.

Kann man das autonome Fahrzeug bei einem Notfall stoppen?

Der Operator hat immer die Möglichkeit, das autonome Fahrzeug per Nothalt zu stoppen. Selbst im Betrieb ohne Operator im Fahrzeug, kann dieser das Shuttle von der Leitstelle aus stoppen.

Wie viele Passagiere passen in das autonome Fahrzeug?

Je nach Fahrzeugtyp gibt es sechs bis acht Sitzplätze, Stehmöglichkeiten gibt es nicht.

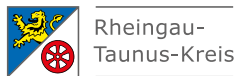
Wie sicher ist das Fahrzeug?

Die Fahrzeuge fahren vorsichtig mit einer Geschwindigkeit von bis zu 20 km/h, zudem überwacht immer ein Operator das Fahrzeug.



Weitere Informationen finden Sie unter www.probefahrt-zukunft.de oder auf Instagram [@rmv_easy](https://www.instagram.com/rmv_easy).

PARTNER



IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH
Alte Bleiche 5
65719 Hofheim am Taunus

06192/294-0

www.rmv.de

GESCHÄFTSFÜHRER UND SPRECHER DER GESCHÄFTSFÜHRUNG

Prof. Knut Ringat

GESCHÄFTSFÜHRER

Dr. André Kawai

PROJEKTLEITUNG UND KONZEPTION

Rhein-Main-Verkehrsverbund
Servicegesellschaft mbH
Am Hauptbahnhof 6
60329 Frankfurt am Main

GRAFISCHE KONZEPTION UND GESTALTUNG

HUNDERT89 East Werbeagentur GmbH
Hanauer Landstraße 291
60314 Frankfurt am Main

www.189east.com

BILDNACHWEISE

S. 9, 13:
RMV/Arne Landwehr

S. 11:
ESWE Verkehrsgesellschaft mbH

S. 15, 19, 20:
rms GmbH

S. 17:
RMV/Holger Peters

S. 26:
VDV

S. 27:
Markt Bad Birnbach/Eva Stranzinger,
Bahnen der Stadt Monheim GmbH/
Tim Kögler, DP-Lünemedia

Copyright

© 2022 Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV)

Alle Rechte, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung (auch auszugsweise), sind vorbehalten.



EASY

PROBEFAHRT-ZUKUNFT.DE