



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MB

ILM

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU
INSTITUT FÜR
LOGISTIK UND MATERIALFLUSSTECHNIK

Fachkolloquium „Automatisiertes Fahren im ÖPNV“

Vortrag: Voraussetzungen und Schritte zur Umsetzung eines Pilotbetriebes mit automatisierten Shuttlebussen

Projekt AS-NaSA – Automatisierte Shuttlebusse – Nutzenanalyse Sachsen-Anhalt
Projekt AS-UrbanÖPNV – Automatisierte Shuttlebusse – Urbaner ÖPNV



SACHSEN-ANHALT



EUROPÄISCHE UNION
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

HIER INVESTIERT EUROPA
IN DIE ZUKUNFT UNSERES LANDES.

www.europa.sachsen-anhalt.de

Sönke Beckmann (Uni Magdeburg / ILM)

Datum: 27.09.2021

Die Inhalte und Ergebnisse dieses Beitrages entstammen der Förderung von Vorhaben der Forschung, Einführung und Nutzung intelligenter Verkehrssysteme aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

AS-NaSA / Kennziffer: 307.4.3-32323/1915003002

AS-UrbanÖPNV / Kennziffer: 307.4.3-32323/1915003006

Projektteam:

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek

M.Sc. Sönke Beckmann

M.SC. Olga Biletska

Kontakt:

zadek@ovgu.de

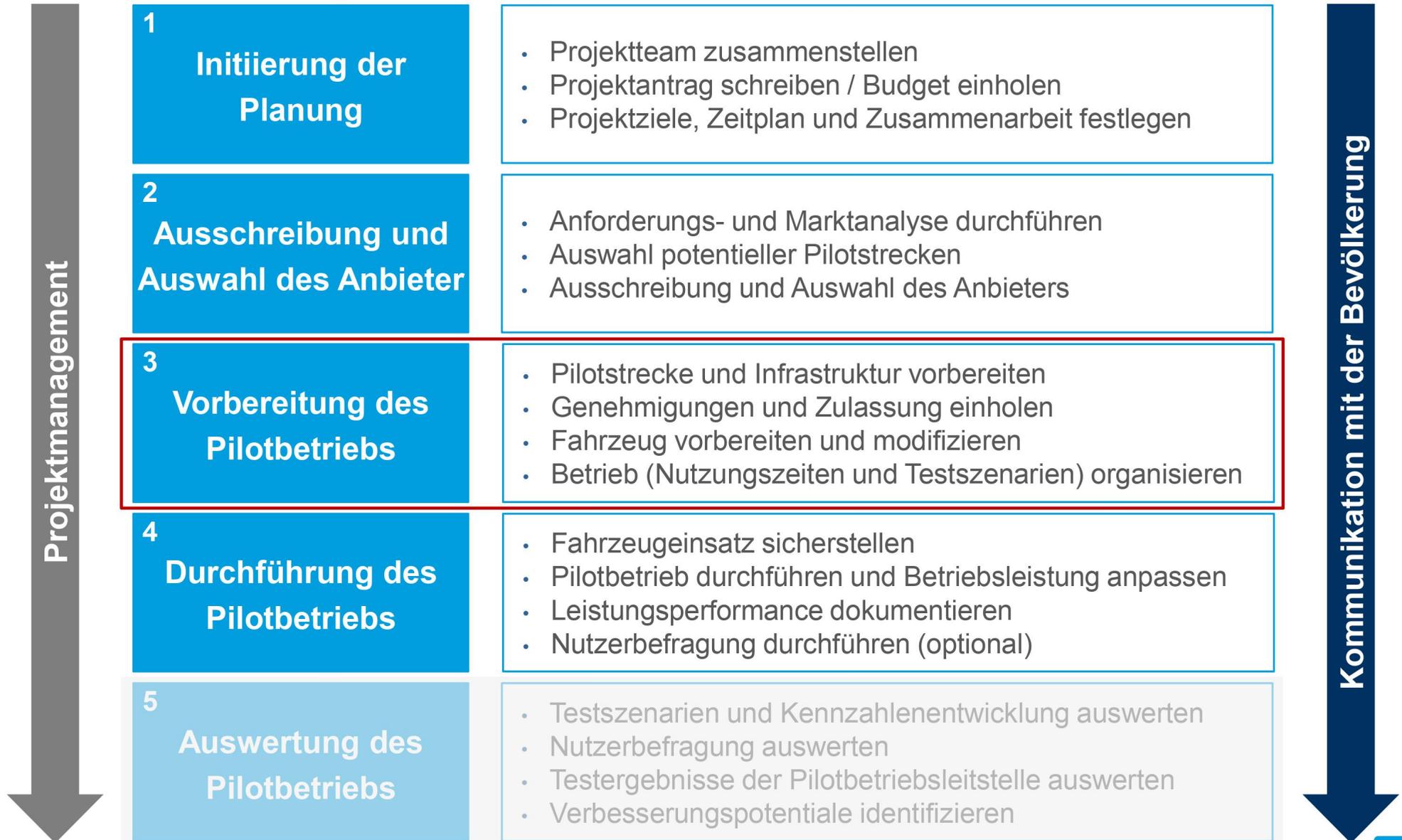
soenke.beckmann@ovgu.de

olga.biletska@ovgu.de

- 1 Übersicht der Vorgehensweise**
- 2 Initiierung der Planung**
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses**
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs**
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs**
- 6 Projektmanagement**
- 7 Kommunikation**

- 1 Übersicht der Vorgehensweise**
- 2 Initiierung der Planung**
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses**
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs**
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs**
- 6 Projektmanagement**
- 7 Kommunikation**

Implementierung eines automatisierten Shuttlebusses



- 1 Übersicht der Vorgehensweise
- 2 Initiierung der Planung
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs
- 6 Projektmanagement
- 7 Kommunikation

Initiierung der Planung (Kommune ist festgelegt)

1. Projektteam zusammenstellen

2. Projektantrag schreiben /
Budget einholen

3. Kick-Off

Projektteam:

- Verkehrsgesellschaften
- Stadt / Kommune / Land (seltener Ministerien)
- Forschungseinrichtung (universitär und außeruniversitär)
- Industrieunternehmen (bei speziellen Fragestellungen)
- Anbieter des jeweiligen Shuttlebusses
- Lokale Marketinggesellschaften (bei Bedarf)
- Technischer Prüfdienst (über Shuttlebushersteller)
- Versicherungsgesellschaft (über Shuttlebushersteller)

Budget einholen:

- Förderrichtlinien
- Eigenkapital Verkehrsgesellschaft oder Stadt
- Weitere?

Kick-Off:

- Rahmenbedingungen des Projekts
- Ziele und Inhalte des Projektes
- Projektstruktur und Organisation
- Nächste Schritte und Abschluss

- 1 Übersicht der Vorgehensweise
- 2 Initiierung der Planung
- 3 **Auswahl des automatisierten Shuttlebusses**
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs
- 6 Projektmanagement
- 7 Kommunikation

Auswahl der automatisierten Shuttlebusse

1. Anforderungs- und Marktanalyse

2. Ausarbeitung potenzieller
Pilotstrecken

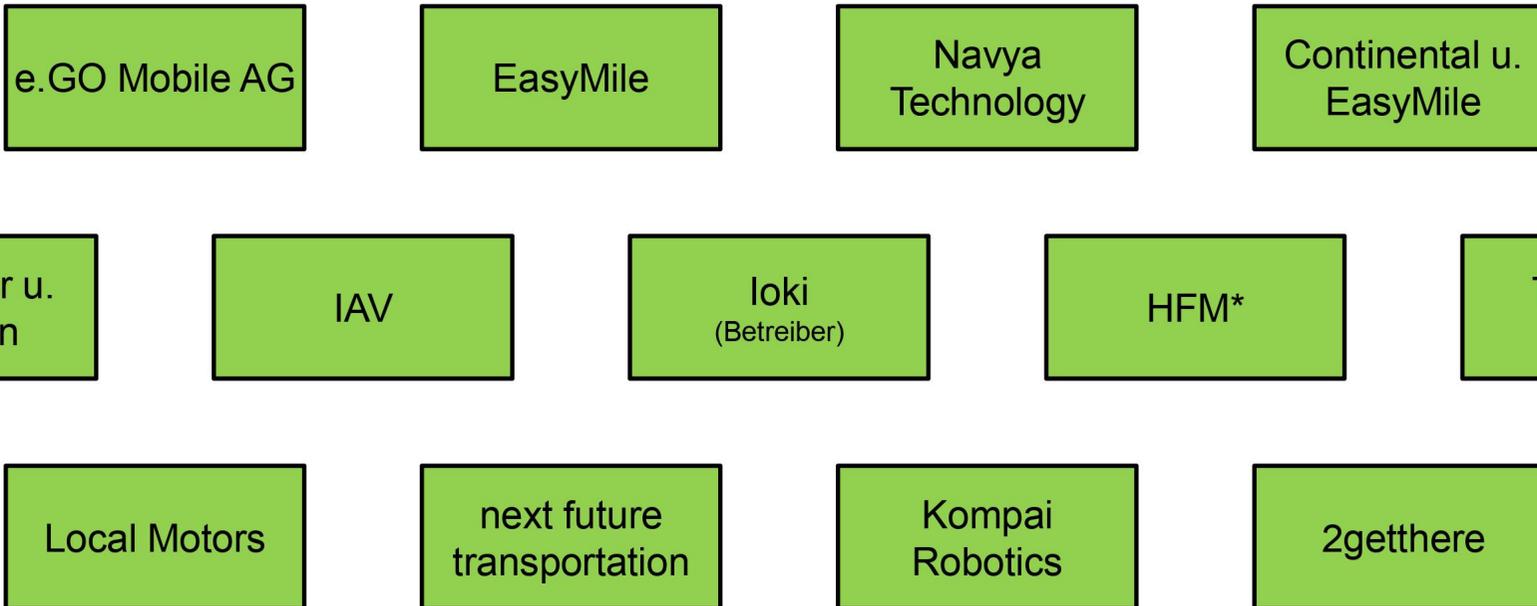
3. Ausschreibung

Deutsche Städte mit Pilotbetrieben zu autonomen Shuttlebussen (Stand 06/2020)

Aachen (4 Projekte)	Bad Birnbach	Bad Essen	Berlin (6 Projekte)	Darmstadt	Drolshagen	Enge-Sande (Sylt)
Frankfurt aM (3 Projekte)	Hamburg	Hof	Karlsruhe	Kelheim (3 Projekte)	Keitum (Sylt)	Kronach
Lahr	Lauenburg an der Elbe	Leipzig	Lennestadt- Mengen	Ludwigsburg	Lunden / Lehe	Magdeburg
Mainz	Mannheim (2 Projekte)	Marburg	Monheim am Rhein	München	Oberhausen	Osnabrück
Regensburg	Rehau	Eberbach	Soest	Stolberg (Südharz)	Wiesbaden (2 Projekte)	Wusterhausen

- Die Durchschnittslänge der Pilotstrecken liegt bei 1,97 km
- Die Durchschnittslänge der geplanten Pilotstrecken liegt bei 2,51 km
- Bei drei Strecken wurde die erste Strecke verlängert (Bad Birnbach, Drolshagen, Wusterhausen)
- In Mohnheim wurde die Strecke nach der Fertigstellung einer Baustelle verkürzt.
- Die Streckenlänge hängt von einem kontinuierlichen Betrieb des Shuttlebusses und nicht von der Technik ab

Anbieter für automatisierte Shuttlebusse



* Hanseatische Fahrzeugmanufaktur

Auswahl der automatisierten Shuttlebusse // Ausarbeitung potenzieller Pilotstrecken

Strecken	Nutzen	Länge	Min. Fahrbahn- abmessungen	Max. Steigung	Geschwindigkeits- beschränkung
Nr. 1: Bahnhof (ZOB) – Schloss	<ul style="list-style-type: none"> Schloss ist erreichbar Park-and-Ride vom Parkplatz Kaltes Tal 	5,14 km	Min. Höhe: 2 m / 2,90 m* Min. Breite: 2,08 m*	12 % – 14 %	30 km/h
Nr. 2: Bahnhof (ZOB) – Schloss – Hainfeld	<ul style="list-style-type: none"> Schloss ist erreichbar Park-and-Ride vom Parkplatz Kaltes Tal Zusätzliches ÖPNV-Angebot nach Hainfeld 	9,46 km	Min. Höhe: 2 m / 2,90 m* Min. Breite: 2,08 m*	Bis zu 21 %	> 50 km/h
Nr. 3: Bahnhof (ZOB) – Schloss – Hotel “Schindelbruch” – Auerberg Parkplatz	<ul style="list-style-type: none"> Schloss ist erreichbar Park-and-Ride vom Parkplatz Kaltes Tal Anbindung zum Hotel Zusätzliches ÖPNV-Angebot nach Auerberg 	20,39 km	Min. Höhe: 2 m / 2,90 m* Min. Breite: 2,08 m*	12 % – 14 %	> 50 km/h
Nr. 4: Bahnhof (ZOB) – Parkplatz Kaltes Tal	<ul style="list-style-type: none"> Park-and-Ride vom Parkplatz Kaltes Tal 	3,4 km	Min. Höhe: - Min. Breite: 3,30 m	Bis zu 8 %	30 km/h
Nr. 5: Bahnhof (ZOB) – Parkplatz Kaltes Tal – Parkplatz Festplatz	<ul style="list-style-type: none"> Park-and-Ride vom Parkplatz Kaltes Tal Park-and-Ride vom Parkplatz Festplatz 	5,1 km	Min. Höhe: 2 m* Min. Breite: 2,75 m* / 3,30 m	Bis zu 8 %	30 km/h

Ausschreibungsverfahren

1. Stufe

Interessensbekundung

2. Stufe

Öffentliche
Ausschreibung

Rahmenbedingungen Ausschreibung

- Volumen:
- Ausführungszeitraum:
- Mindestanforderungen: x-monatiger Testbetrieb eines automatisierten Shuttlebusses oder Kauf eines automatisierten Shuttlebusses

Leistungsanforderungen der Ausschreibung

- Vorbereitung der Infrastruktur → Input vom Anbieter
- Vorbereitung des Shuttlebusses → Anbieter
- Zulassung, Versicherung und Datenschutz → Projektteam u. Anbieter
- Vorbereitung des Ablaufs vom Testbetrieb → Projektteam und Anbieter
- Durchführung des Pilotbetriebs → Projektteam und Anbieter
- Weitere Arbeitspakete in Abhängigkeit der Projektziele

Bewertungskriterien der Ausschreibung

1. Preis (XX %):
2. Erfahrung im Einsatz des Shuttlebusses (XX %):
3. Fahrzeugsteuerung (XX %):

- 1 Übersicht der Vorgehensweise
- 2 Initiierung der Planung
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs
- 6 Projektmanagement
- 7 Kommunikation

Vorbereitung des Pilotbetriebs // Übersicht

AP 3: Vorbereitung und Durchführung des Pilotbetriebs	2020			2021												Verantw.
	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
AP 3.1: Vorbereitung Pilotbetrieb				[Timeline bar from 01.01.2021 to 06.06.2021]												
Pilotstrecke				[Timeline bar from 01.01.2021 to 05.06.2021]												
<ul style="list-style-type: none"> Streckenauswahl Streckenbegehung Streckenanalyse (SAR) Streckenauswahl u. Festlegung Infrastrukturmaßnahmen Infrastrukturmaßnahmen umsetzen 																Projektteam Alle Hersteller Projektteam Projektteam
<ul style="list-style-type: none"> 24.2.21 Site Assessment Report Streckenfestlegung Fertigstellung der Strecke 																
Genehmigung				[Timeline bar from 01.01.2021 to 06.06.2021]												
<ul style="list-style-type: none"> Rollen festlegen und Versicherung abschließen Gutachten einholen Ausnahmegenehmigung beantragen Zulassung beantragen Erlaubnis Sichtfeldeinschränkung beantragen Genehmigung zur Personenbeförderung beantragen 																Alle Alle Projektteam Projektteam Projektteam Projektteam
<ul style="list-style-type: none"> Vorort-Termin 																
Fahrzeug				[Timeline bar from 01.01.2021 to 05.06.2021]												
<ul style="list-style-type: none"> Beschaffung und Modifikation Lieferung Design festlegen und umsetzen Einmessen der Strecke Flotten Setup 																Hersteller Hersteller Hersteller Hersteller Hersteller
<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeugauftrag Fertiges Design Fahrzeugübergabe 																
Betrieb				[Timeline bar from 01.01.2021 to 05.06.2021]												
<ul style="list-style-type: none"> Anbindung RBL-System planen und umsetzen Operatorschulung Vorbereitung des Ablaufs vom Testbetriebs Maßnahmen bei Notfallsituationen 																Alle Alle Projektteam Projektteam
<ul style="list-style-type: none"> Erstinformation Vorort-Einweisung 																

Start Pilotbetrieb mit Fahrgästen (27.06.2021)

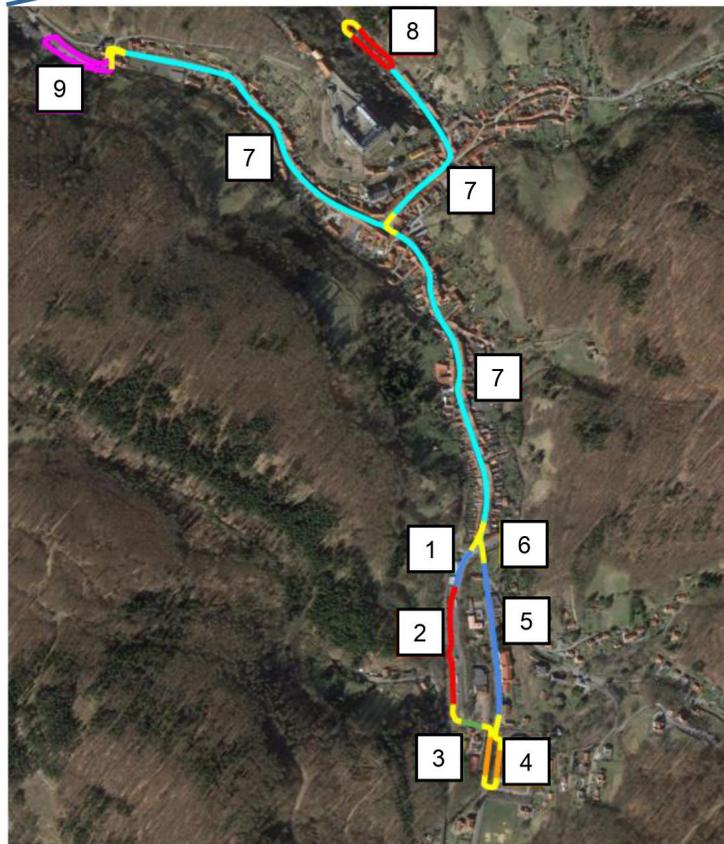
Vorbereitung der Pilotstrecke

1. Site Overview Report

2. Strecken-
begutachtung

3. Streckenauswahl /
Infrastruktur

4. Umsetzung
Infrastruktur



Darstellung der Strecke in Stolberg

Trimmen der Vegetation (auf mindestens 3,5 m Höhe)

In Abschnitt 1:

- Direkt am Bahnhof auf der linken Seite

In Abschnitt 3:

- Bei der Steigung auf der linken und rechten Seite

In Abschnitt 5:

- Kurz vor der Ausfahrt Thyrahöhe auf der linken Seite

In Abschnitt 7:

- Höhe der Rittergasse 48 auf der linken Seite (vom Markt kommende) und von der Kita zum Festplatz auf beiden Seiten

Vorbereitung des Pilotbetriebs // Pilotstrecke

Nr.	Maßnahme	Zuständigkeit / Ansprechpartner
1	Höchstgeschwindigkeit anpassen → Geschwindigkeitszonen anpassen / einrichten → Rüttelschwellen errichten	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehrsamt vom Landkreis • Untere Straßenverkehrsbehörde
2	Lichtsignalanlagen anpassen	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehrsamt vom Landkreis • Untere Straßenverkehrsbehörde
3	Streckenänderungen durchführen → Umleitungen und Einbahnstraßen implementieren → Straßenbreite erhöhen oder Mittelstreifen auftragen	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehrsamt vom Landkreis • Untere Straßenverkehrsbehörde
4	Halte- bzw. Parkverbote einrichten → Verkehrskontrollmaßnahmen erhöhen → Dialog mit Anwohner*innen führen	<ul style="list-style-type: none"> • Ordnungsamt • Projektteam
5	Trimmen der Vegetation	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt/ Gemeinde
6	Errichtung von Lokalisierungspanelen (Schilder zur Lokalisierung bei Freiflächen; Abmaße: 2m x 1m)	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehrsamt vom Landkreis • Untere Straßenverkehrsbehörde • Stadt/ Gemeinde
7	Installieren von Informationstafeln zum automatisieren Pilotbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehrsamt vom Landkreis • Untere Straßenverkehrsbehörde • Stadt/ Gemeinde
8	Haltestellen / Haltepunkte (in Abhängigkeit der Genehmigung) einrichten	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenverkehrsamt vom Landkreis • Untere Straßenverkehrsbehörde
9	Unterstand des Shuttles mit Ladepunkt	<ul style="list-style-type: none"> • Stadt/ Gemeinde

Vorbereitung des Pilotbetriebs // Genehmigung

1. Gutachten gemäß § 21 StVZO
 2. Gutachten zur Strecke gemäß § 21 StVZO
 3. Gutachten zur Ausnahmegenehmigung gemäß § 70 StVZO
- } Technischer Dienst

Nr.	Art der Genehmigung	Zuständige Behörde	Beantragung von
1	Ausnahmegenehmigung für Fahrzeug und Strecke nach §70 StVZO	Obere Straßenverkehrsbehörde (Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt)	Fahrzeughalter
2	Zulassung für den öffentlichen Straßenverkehr nach §3 Abs. 1 FZO	Örtliche Zulassungsstelle	Fahrzeughalter
3	Erlaubnis für den Einsatz aufgrund einer Sichtfeldeinschränkung nach §29 Abs. 3 Satz 2 StVO	Obere Straßenverkehrsbehörde (Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt)	Fahrzeughalter
4	Genehmigung zur Personenbeförderung entweder als a) Linienverkehr nach §42 und §43 PBefG oder als b) Gelegenheitsverkehr nach §48 und §49 PBefG im Sinne einer Experimentierklausel nach §2 PBefG	Untere Straßenverkehrsbehörde (Landkreis)	Verkehrsgesellschaft

Vorbereitung des Fahrzeugs (Aufgabe des Herstellers)

- Modifikationen festlegen
- Design festlegen
- Fahrzeuglieferung
- Strecke einmessen
- Flottensetup



Thyra Floh in Stolberg

Vorbereitung des Betriebsablaufs

1. Anknüpfung an das RBL-System

2. Operatorschulung

3. Festlegung der Betriebszeiten

4. Maßnahmen bei einer Notfallsituation

Anknüpfung an das RBL-System :

- Über Site-CC auf den Computer der Leitstelle
- Über Monitoring- und Positioning-API direkt im RBL-System
- Über einen Bordrechner direkt im RBL-System

Operatorschulung (1 Woche):

- 4 Operatoren und 1 Chief Operator

Festlegung der Betriebszeiten:

- Best-Practice-Analyse
- Zeiten des Lieferverkehrs
- Zeiten von Pflegediensten
- Höhe des Verkehrsaufkommens
- Nutzergruppe (Pendler oder Touristen)
- Größte Marketingwirkung
- Besuch durch Touristen

Maßnahmen bei einer Notfallsituation:

- Kommunikation mit Polizei und Feuerwehr
- Einbindung des Rettungsdienstes
- Katalog mit Notfallmaßnahmen

- 1 Übersicht der Vorgehensweise
- 2 Initiierung der Planung
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs
- 6 Projektmanagement
- 7 Kommunikation

Erhebung von Kennzahlen






FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU
 INSTITUT FÜR
 LOGISTIK UND MATERIALFLUSSTECHNIK

**Automatisierte Shuttlebusse – Nutzenanalyse Sachsen-Anhalt
(AS-NaSA) - Kennzahlensteckbrief**

Kennzahl: Energieverbrauch	Steckbrief-Nr.:	Monat: (mm:yy)
--------------------------------------	------------------------	-----------------------

Ergebnis:					
Tag	Start (%)	Ende (%)	Tag	Start (%)	Ende (%)
1.			17.		
2.			18.		
3.			19.		
4.			20.		
5.			21.		
6.			22.		
7.			23.		
8.			24.		
9.			25.		
10.			26.		
11.			27.		
12.			28.		
13.			29.		
14.			30.		
15.			31.		
16.					

Kommentar:

Unterschrift/ Datum:



SACHSEN-ANHALT



EUROPÄISCHE UNION
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

**HIER INVESTIERT EUROPA
IN DIE ZUKUNFT UNSERES LANDES.**

www.europa.sachsen-anhalt.de

Nutzerbefragung






FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU
 INSTITUT FÜR
 LOGISTIK UND MATERIALFLUSSTECHNIK

20% ausgefüllt

Fragebogen Automatisierter Shuttlebus in Stolberg (Südharz)

Sehr geehrte Damen und Herren,
vielen Dank, dass Sie mit dem Thyra Floh, unserem automatisierten Shuttlebus, gefahren sind. Wir würden uns freuen, wenn Sie an dieser Befragung der Otto-von-Guericke-Universität teilnehmen. Ihre Teilnahme ist sehr wichtig, denn wir wollen die Akzeptanz dieser neuen Technologie erheben und das Angebot auch in Zukunft verbessern. Die Beantwortung der Fragen ist freiwillig, anonym und wird nicht an Dritte weitergegeben.

- Ich willige ein, dass meine Angaben anonym gespeichert, ausgewertet und gegebenenfalls veröffentlicht werden.**
 - Ja
 - Nein
- Bitte geben Sie ihr Geschlecht an:**
 - Weiblich
 - Männlich
 - Divers
 - Keine Angabe
- Bitte geben Sie ihr Alter an:**
 Jahre
- Bitte geben Sie die Postleitzahl ihres Wohnortes an:**
- Wie regelmäßig nutzen Sie den PKW / das Motorrad?**
 - Täglich
 - 2-3x pro Woche
 - 1x pro Woche
 - 2-3x im Monat
 - 1x im Monat
 - Noch seltener
 - Nie

Zurück
Weiter



SACHSEN-ANHALT



EUROPÄISCHE UNION
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



VGS
SÜDHARZLINIE



MANSFELD-SÜDHARZ



Standortmarketing
Mansfeld-Südharz GmbH



SACHSEN-ANHALT

Sönke Beckmann – 2021

- 1 Übersicht der Vorgehensweise
- 2 Initiierung der Planung
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs
- 6 **Projektmanagement**
- 7 Kommunikation

Projektmanagement

Koordination

Ziele:

- Informationsaustausch zwischen alle Projektmitarbeitern gewährleisten
- Redundante Ergebnisse und Doppelarbeit vermeiden
- Alle Projektmitglieder bei der Entscheidungsfindung einbinden

Werkzeuge:

- Adressliste aller Projektmitglieder
- E-Mail-Verteiler
- Gemeinsamer Projektordner / Cloud
- Projekt-JF
- Arbeitstermine bei wichtigen Meilensteinen und Entscheidungen

Planung und Steuerung

Ziele:

- Aufgaben, Ressourcen, Termine, Budget planen
- Zeit, Kosten und Qualität der einzelnen Aufgaben überwachen
- Planung anpassen, wenn nötig

Werkzeuge:

- Projektzeitplan
- Aktionsliste

- 1 Übersicht der Vorgehensweise
- 2 Initiierung der Planung
- 3 Auswahl des automatisierten Shuttlebusses
- 4 Vorbereitung des Pilotbetriebs
- 5 Durchführung des Pilotbetriebs
- 6 Projektmanagement
- 7 **Kommunikation**

Auftaktveranstaltung / Erster Informationsabend

Inhalte:

- Vorhaben und aktuellen Stand zeigen
- Weitere Projektplanung vorstellen
- Fahrzeug vorstellen
- Zukünftige Kommunikation und Partizipation mit den Bürger abstimmen

Medium: Online-Bürgerinformation

Frequenz: Vom 23.03.2020 bis 05.04.2020

Weitere Informationsabende

Inhalte:

- Aktuellen Stand zeigen
- Vorstellung und Diskussion von:
 - Machbarkeitsanalyse
 - Streckenverlauf und deren Folgen
 - Betriebszeiten des Shuttlebus

Medium: Persönliche Bürgerinformation

Frequenz: Bei Bedarf

Kontinuierliche Kommunikation

Inhalte:

- Aktueller Projektstatus
- Nächste Schritte
- Wichtige Termine

Medium:

- Gemeindeamtsblatt
- Webseite der Stadt / vom Landkreis / Universität
- Zeitungsartikel

Frequenz: Monatlich

Events

Veranstaltungen zu:

- Vorführung des Fahrzeuges
- Eröffnungsveranstaltung zum Start des Pilotbetriebes mit Insassen

Medium: Event

Frequenz: Bei Bedarf

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

www.ilm.ovgu.de
www.as-nasa.ovgu.de
www.urban-shuttle.ovgu.de



logistik_ovgu