



Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg („TaBuLa“)

Gefördert durch:



Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Konzeption Testzentrum im Projekt »Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg – TaBuLa«

Julia Wolf, Clara Umland, Linsey Stohr, Liss Böckler



BIBLIOGRAFISCHE INFORMATION

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Von der Homepage des Instituts für Verkehrsplanung und Logistik ist diese Publikation auch als PDF-Datei abrufbar unter:
<http://www.tuhh.de/vpl>.

DOI: <https://doi.org/10.15480/882.3953>

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER DER SCHRIFTENREIHE
Technische Universität Hamburg (TUHH),
Institut für Verkehrsplanung und Logistik – W8
Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg
<https://www.tuhh.de/vpl>
Telefon +49 40 42878-3519
Fax +49 40 42731 41 98



SATZ & LAYOUT
Nadia Nabaoui-Engelhard, W8

TITELBILD
Dominik Pietzko

DRUCK
auf umweltfreundlichem Recyclingpapier
Auflage: 20

ECTL WORKING PAPER, Band 55, 2021
ISSN: 1616-0916

Konzeption Testzentrum im Projekt »Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg – TaBuLa«

Julia Wolf¹, Clara Umland¹, Linsey Stohr¹, Liss Böckler¹

2021

PROJEKT

Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse
im Kreis Herzogtum Lauenburg („TaBuLa“)



PROJEKTPARTNER:INNEN

Technische Universität Hamburg (TUHH), Kreis Herzogtum Lauenburg



FÖRDERUNG

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde anteilig mit
Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur
(BMVI) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser
Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



Gefördert durch:



FÖRDERKENNZIFFER

16AVF2152

PROJEKTVOLUMEN

2,25 Mio.€ (davon 1,92 Mio.€ Förderanteil durch BMVI)

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PROJEKTLAUFZEIT

01/2018 – 03/2021

LEKTORAT

Jacqueline Maaß²

¹ Interlink GmbH, Partner im Büro autoBus



² Technische Universität Hamburg



Die beiden baugleichen TaBuLaShuttles in Blau und Rot beklebt stehen im Sonnenuntergang auf dem Lösch- und Ladeplatz in der schönen Altstadt Lauenburgs.

Quelle: Tyll Diebold

KURZFASSUNG

Im Projekt „TaBuLa“ (Testzentrum für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg; Laufzeit: 01/2018 – 12/2020) wurde neben der Inbetriebnahme eines regulären automatisierten Shuttle-Verkehrs im öffentlichen Raum auf einem Gelände mit anspruchsvollen Fahrbedingungen ein weiteres ausdrückliches Ziel festgelegt: Es soll geprüft werden, ob sich diese Strecken für den Aufbau eines Testzentrums für automatisierte Fahrzeuge für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) eignen und wenn ja, wie dieses kommerziell zu betreiben wäre. Das Testzentrum soll sich bewusst nicht auf einem abgeschlossenen Gelände befinden, sondern in realer Umgebung im öffentlichen Raum liegen (im Mischverkehr und unter Einbezug von Fahrgästen), um gegenüber Tests unter Laborbedingungen Wirkungszusammenhänge und Interaktionen zwischen Verkehrsteilnehmenden sowie Fahrgästen untersuchen zu können, die über reine Funktionstest und hypothetische Konstellationen hinausgehen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde ermittelt, ob und in welcher Ausprägung ein Testzentrum unter Realbedingungen entstehen kann, wie dieses potenziell in Lauenburg/Elbe unter Nutzung der dort vorliegenden infrastrukturellen sowie betrieblichen Anforderungen sinnvoll aufgebaut und genutzt werden kann, und ob ein kommerzieller Betrieb möglich erscheint. Dies erfolgte auf Basis vorheriger Arbeiten sowie bereits bestehender Kontakte mit Hersteller:innen, Entwickler:innen, Betreiber:innen, Genehmigungsbehörden und Prüforganisationen.

Neben den gesammelten Erfahrungen aus dem Betrieb des TaBuLa-Shuttles haben Interviews mit 13 Expert:innen ermöglicht, ein Bild des Marktes und der Vorstellungen einzelner Akteursgruppen zu erlangen.

Die Untersuchungen haben insgesamt drei mögliche Schwerpunkte eines Testzentrums identifiziert:

1. Technische Tests (Realumgebung),
2. Demonstrationszwecke (Realumgebung) und
3. virtuelle Tests (Software).

Grundsätzlich gilt, dass technische und rechtliche Weiterentwicklungen im automatisierten und vernetzten Fahren maßgeblich durch die Initiierung von Realtestzentren vorangetrieben werden können. Es wurden die folgenden Kernfragen bearbeitet:

1. Wer stellt die potenzielle(n) Kund:innengruppe(n) eines Testzentrums unter Realbedingungen dar?
2. Welche technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Anforderungen an ein Testzentrum können identifiziert werden?
3. Welche Möglichkeiten und Grenzen ergeben sich aus dem Betrieb eines Testzentrums unter Realbedingungen in der Kleinstadt Lauenburg/Elbe?

Die Untersuchungen beziehen sich zwar auf die bestehende Strecke in Lauenburg/Elbe, da diese Grundlage im Projekt TaBuLa ist, die Expert:innenbefragung wurde jedoch zunächst streckenunabhängig durchgeführt, um generelle Interessenslagen und Schwerpunkte zu identifizieren. Die räumliche Übertragung der Ergebnisse wäre somit auch auf andere Gebiete vorstellbar. Es ist bezüglich des finanziellen Aufwands jedoch darauf zu achten, dass in Lauenburg/Elbe bereits Investitionen in die örtliche Infrastruktur getätigt wurden, um automatisierte Verkehre zu ermöglichen.

Vor dem Hintergrund der stetigen Entwicklungen der Branche ist anzumerken, dass diese Untersuchungen eine zeitpunktbezogene Erfassung der derzeitigen Situation am Markt im Herbst 2020 darstellen.

ABSTRACT

In the „TaBuLa“ project (test center for automated busses in Herzogtum Lauenburg district; 01/2018 – 12/2020) the main goal is to implement an automated shuttle service in public transport on a site with demanding driving conditions. Another objective is to examine whether these routes are suitable for the establishment of a test center and whether this could be operated commercially with functions yet to be defined. For this purpose, an automated minibus was operated in the technically highly demanding test environment in the town of Lauenburg/Elbe in the German Federate State of Schleswig-Holstein. The test center was chosen not to be located in a closed area, but in a real environment in public space, in mixed traffic and with the involvement of passengers to gain insight into possible interrelated effects between road users as well as passengers compared to hypothetical function testing and theoretical constellations.

In this study, it was clarified what a test center could look like under real conditions, how it could potentially be set up using the existing infrastructural and operational requirements, and if commercial operation seemed possible. This was done on the basis of previous work and existing contacts with manufacturers, developers, operators, licensing authorities and testing organizations.

In addition, interviews with 13 experts made it possible to obtain a picture of the market and the expectations of different stakeholders.

As a result of the interviews, three possible variations of test centers were identified:

1. technical tests (real environment),
2. demonstration purposes (real environment) and
3. virtual tests (software).

In general, technical and legal developments in automated and connected driving can be significantly advanced by initiating test centers in mixed traffic situations. Therefore, the following key questions were addressed:

1. Who represents the potential customer group of a test center under real conditions?
2. Which technical, legal and economic requirements can be identified for a test center?
3. What are the possibilities and limitations of operating a test center under real conditions in the small town of Lauenburg/Elbe?

Although the variations of the test center refer to the existing routes in Lauenburg/Elbe, the expert interviews were initially conducted independently of the route to explore and access general interests and focus points. The transfer of the results would therefore also be adaptable to other geo-graphical areas. It should be noted, however, that investments in local infrastructure have already been made in Lauenburg/Elbe to facilitate automated transport.

As there are constant developments and changes in the industry, it is important to note that this study represents a point-in-time recording of the current situation (fall 2020) on the market.

INHALT

1	AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG	13
2	EINFÜHRUNG	15
2.1	TaBuLa-Projekt	15
2.2	Vorarbeiten	18
2.3	Warum ein Testzentrum? – Technische, betriebskonzeptionelle und rechtliche Möglichkeiten und Grenzen	19
2.3.1	Stand der Technik	19
2.3.2	Betriebskonzeption	23
2.3.3	Operational Design Domain	24
2.3.4	Grundlagen zum Rechtsrahmen	26
2.4	Fazit	30
3	BEDARFSIDENTIFIZIERUNG TESTZENTRUM	31
3.1	Methodik und Vorgehensweise	31
3.2	Ergebnisse	33
3.2.1	Darstellung der Ergebnisse	34
3.2.2	Fazit	45
4	VARIANTENENTWICKLUNG UND KONKURRENZANALYSE	48
4.1	Entwicklung von Varianten	48
4.1.1	Variante technisches Testzentrum	48
4.1.2	Variante Testzentrum zu Demonstrationszwecken	49
4.1.3	Variante virtuelles Testzentrum	50
4.2	Konkurrenzanalyse	51
4.2.1	Methodik	51
4.2.2	Analyseergebnisse	53
4.3	Fazit	55
5	GESCHÄFTSMODELL-ENTWICKLUNG	57
5.1	Entwicklung verschiedener Geschäftsmodelle	57
5.1.1	Geschäftsmodell technisches Testzentrum	57
5.1.2	Geschäftsmodell Testzentrum für Demonstrationszwecke	65
5.1.3	Geschäftsmodell virtuelles Testzentrum	73
5.2	Fazit	79
6	UMSETZUNGSKONZEPT	81
7	FAZIT	82
	ANHANG	85
	QUELLENVERZEICHNIS	122

ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Streckenkarte inkl. Herausforderungen	16
Abbildung 2:	Automatisierungsstufen nach SAE 2019	21
Abbildung 3:	Darstellung Voraussetzungen für ein attraktives Testzentrum inkl. Klassifizierung	38
Abbildung 4:	Darstellung Umgebungsanforderungen inkl. Klassifizierung	40
Abbildung 5:	Darstellung Dienstleistungen inkl. Klassifizierung	42
Abbildung 6:	Darstellung Nutzungs- und Abrechnungskonditionen inkl. Klassifizierung	44

TABELLEN

Tabelle 1:	Ergebnisse der Vorabbefragung	18
Tabelle 2:	Investitionskostenschätzung für das technische Testzentrum	63
Tabelle 3:	Betriebskostenschätzung für das technische Testzentrum	64
Tabelle 4:	Ertragsabschätzung Testzentrum mit technischem Schwerpunkt	65
Tabelle 5:	Investitionskostenschätzung für das Testzentrum für Demonstrationszwecke	71
Tabelle 6:	Betriebskostenschätzung für das Testzentrum für Demonstrationszwecke	72
Tabelle 7:	Ertragsabschätzung Testzentrum für Demonstrationszwecke	73
Tabelle 8:	Investitionskostenschätzung für das virtuelle Testzentrum	78
Tabelle 9:	Betriebskostenschätzung für das virtuelle Testzentrum	78
Tabelle 10:	Ertragsabschätzung Testzentrum	79

GLOSSAR

AutoNV_OPR	BMVI-Projekt „Autonomer Öffentlicher Nahverkehr im ländlichen Raum“ (Landkreis Ostprignitz-Ruppin)
AVF	Automatisiertes und Vernetztes Fahren
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstelle)
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BÜ	Bahnübergang
ECE	Economic Commission for Europe
EG-FGV	Verordnung über die Europäische-Gemeinschafts-Genehmigung für Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger sowie für Systeme, Bauteile und selbstständige technische Einheiten für diese Fahrzeuge (Fahrzeuggenehmigungsverordnung der Europäischen Gemeinschaft)
EG-Vorschriften	Vorschriften der Europäischen Gemeinschaft
F&E	Forschung- und Entwicklung
FH	Fahrzeughersteller:innen
FZV	Fahrzeug-Zulassungsverordnung
GB	Genehmigungsbehörden
GNSS	global navigation satellite system (globales Navigationssatellitensystem)
GPS	Global Positioning System (globales Navigationssatellitensystem zur Positionsbestimmung)
Grund-DL	Grunddienstleistung
HD-Karten	High Definition Karten
HFM	Hanseatische Fahrzeugmanufaktur
HOCHBAHN	Hamburger Hochbahn AG
KH	Komponentenhersteller:innen
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LSA	Lichtsignalanlage
MRH	Metropolregion Hamburg
NAF-Bus	BMVI-Projekt „Nachfragegesteuerter Autonom Fahrender Bus“
ODD	Operational Design Domain
OEM	Original Equipment Manufacturer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr

PBefG	Personenbeförderungsgesetz
RSU	Road-Side-Unit
SAE	Society of Automotive Engineers (Verband der Automobilingenieure)
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
TaBuLa	BMVI-Projekt „Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg“
TaBuLa-LOG	BMVI-Projekt „Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg – Logistik“
TAVF	Projektbezeichnung für die „Teststrecke für automatisiertes und vernetztes Fahren“ in Hamburg
TEUR	Tausend Euro
TRL	Technology Readiness Level
TUHH	Technische Universität Hamburg
TÜV	Technischer Überwachungsverein
UN	United Nations
USP	Unique Selling Point (Alleinstellungsmerkmal)
VdTÜV	Verband der TÜV e. V.
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VHH	Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein
VU	Verkehrsunternehmen
V2I	Vehicle-to-Infrastructure
V2V	Vehicle-to-Vehicle (Datenkommunikation zwischen Fahrzeugen)
V2X	Vehicle-to-everything (Datenkommunikation zwischen jeglichen Einflussfaktoren/Schnittstellen/Verkehrsteilnehmenden)
VZÄ	Vollzeitäquivalent

1 AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG

Im Projekt „TaBuLa“ (Testzentrum für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg) sollen Potenziale und Hemmnisse des Einsatzes automatisierter und vernetzter Fahrzeuge im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) untersucht und geprüft werden, ob der Aufbau eines Testzentrums für automatisiert fahrende Busse sinnvoll und machbar erscheint.

Den Projektpartner:innen geht es primär um den künftigen Einsatz, die Anwendbarkeit sowie die Nutzbarkeit für den öffentlichen Personenverkehr (ÖV). Neben der Inbetriebnahme eines regulären Shuttleverkehrs im öffentlichen Raum auf einem Gelände mit anspruchsvollen Fahrbedingungen ist ausdrückliches Ziel des Projektes die Prüfung, ob sich diese Strecken für den Aufbau eines Testzentrums eignen und unter welchen Umständen dieses mit noch zu definierenden Funktionen kommerziell zu betreiben wäre. Das Testzentrum soll sich bewusst nicht auf einem abgeschlossenen Gelände befinden, sondern in realer Umgebung im öffentlichen Raum, im Mischverkehr und unter Einbezug von Fahrgästen.

Geklärt werden soll, ob und in welcher Ausprägung ein Testzentrum am Standort Lauenburg/Elbe unter Nutzung der dort vorliegenden infrastrukturellen und betrieblichen Anforderungen sinnvoll aufgebaut und genutzt und wirtschaftlich betrieben werden kann. Darüber hinaus erfolgt ein Austausch mit den benachbarten Projekten NAF-Bus und AutoNV_OPR bezüglich verschiedener Fragestellungen, unter anderem auch der des Aufbaus eines Testzentrums und der Verwertung der gesammelten Erkenntnisse in beiden Projekten.

Auf Basis vorheriger Arbeiten sowie bereits bestehenden Kontakte mit Hersteller:innen, Entwickler:innen, Betreiber:innen, Genehmigungsbehörden und Prüfungsorganisationen werden detailliertere Untersuchungen zum möglichen Aufbau eines Testzentrums durchgeführt.

Im Wesentlichen widmen sich die Untersuchungen den folgenden Kernfragen, die teilweise bereits im Projektantrag gestellt wurden und auch darüber hinausgehen:

1. Wer stellt die Kund:innengruppe(n) eines Testzentrums unter Realbedingungen dar?
2. Welche technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Anforderungen an ein Testzentrum können identifiziert werden?
3. Welche Möglichkeiten und Grenzen ergeben sich aus dem Betrieb eines Testzentrums unter Realbedingungen in der Kleinstadt Lauenburg/Elbe, insbesondere unter dem Aspekt des Mischverkehrs (mit realen Fahrgästen)?

Die Interlink GmbH, eines von drei Partnerunternehmen im Büro autoBus, wurde vom Kreis Herzogtum Lauenburg damit beauftragt, diese Untersuchungen durchzuführen und die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Testzentrums nach Beendigung des Forschungsprojektes zu evaluieren.

2 EINFÜHRUNG

2.1 TaBuLa-Projekt

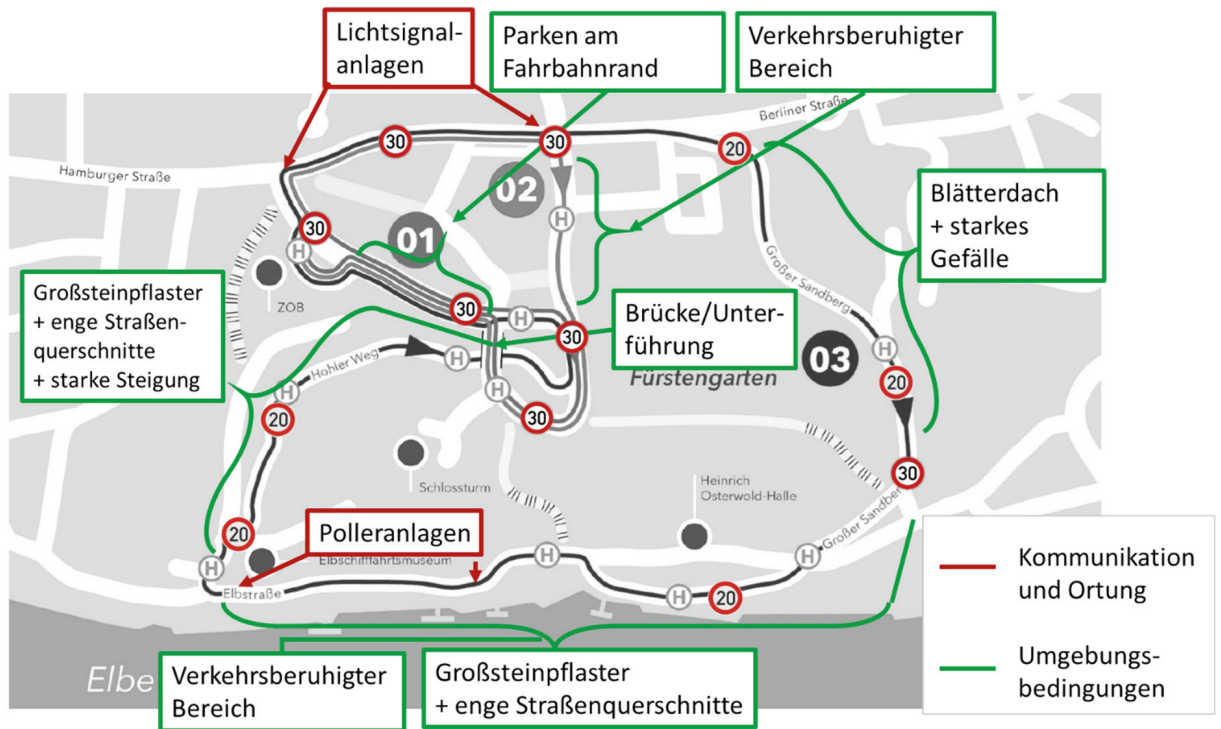
Projektbeschreibung

Im TaBuLa-Projekt werden seit Januar 2018 Akzeptanz und Einsatzmöglichkeiten automatisierter Busse im ÖPNV unter realen Bedingungen mit Fahrgästen und im Mischverkehr mit anderen Verkehrsteilnehmenden untersucht. Die Stadt Lauenburg/Elbe im Kreis Herzogtum Lauenburg steht dabei exemplarisch für die Kategorie der Kleinstädte in ländlich geprägten Räumen, so dass übertragbare und verallgemeinerbare Ergebnisse ermittelt werden können.

Seit Sommer 2019 fahren die Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH (VHH) im schleswig-holsteinischen Lauenburg Elbe erste Testfahrten auf öffentlichen Straßen; im Oktober begann schließlich die Fahrgastbeförderung. In dem vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) geförderten Gemeinschaftsprojekt der Technischen Universität Hamburg (TUHH) mit dem Kreis Herzogtum Lauenburg wird gemeinsam mit den assoziierten Partnern VHH (Betreiberin), Stadt Lauenburg/Elbe (Strecke und Infrastruktur), Siemens Mobility GmbH (Ausbau Lichtsignalanlagen), Versorgungsbetriebe Elbe GmbH (Unterstellung und Strom) und dem Büro autoBus (Begleitung, insbesondere Konzeption und Genehmigung) ein Fahrzeug in der technisch höchst anspruchsvollen Testumgebung betrieben. Der Einsatz eines zweiten Fahrzeuges ist geplant. Die Teststrecke verbindet die Alt- mit der Oberstadt und inkludiert neben Großsteinpflaster, sehr engen Gassen sowie Steigungen und Neigungen bis zu 16 %, auch die Kommunikation mit zwei Lichtsignalanlagen und einer Polleranlage.

Der Rundkurs (Strecke 3) gehört derzeit zu den anspruchsvollsten automatisiert befahrenen Strecken in Deutschland, weshalb die Idee zur Prüfung der Einrichtung eines Testzentrums in einer Realumgebung entstand. Abbildung 1 zeigt einen Auszug der Anforderungen, denen sich dort ein automatisiertes Bus-System stellen muss.

Abbildung 1: Streckenkarte inkl. Herausforderungen



Quelle: eigene Darstellung nach Agentur Boy

Ausdrückliches Ziel des Projektes ist es, neben der Inbetriebnahme eines regulären Shuttle-Verkehrs im öffentlichen Raum auf einem Rundkurs mit komplexen Fahrbedingungen, zu prüfen, ob sich das Stadtgebiet mit den vorliegenden Umgebungsanforderungen für den Aufbau eines Testzentrums für Kund:innengruppen wie Hersteller:innen, Anwender:innen und Entwickler:innen automatisierter Shuttle-Busse und ihrer Komponenten eignet. Im TaBuLa-Testzentrum könnte u. a. der reale Betrieb im ÖPNV und mit Fahrgästen im Mischverkehr getestet werden.

Um eine ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen, werden Vertreter verschiedener Akteur:innengruppen

- ▶ Fahrzeug- und Komponentenhersteller:innen,
- ▶ Genehmigungsbehörden,
- ▶ Verkehrsunternehmen

zu der Sinnhaftigkeit und dem Potenzial eines solchen Testzentrums befragt.

Bisheriger Erkenntnisstand/Erfahrungen

Um das Fahrzeug dazu zu befähigen, auf der Strecke zu fahren, mussten verschiedene Maßnahmen unternommen werden. Von der Fahrzeugbeschaffung über die Einzelbetriebserlaubnis, der Planung und Umsetzung von infrastrukturellen und verkehrlichen Maßnahmen, dem Kartographieren der Strecke bis hin zur Schulung der Fahrzeugbegleiter:innen auf das Fahrzeug und eigener Schulungsbefugnis, wurden bis zum Betriebsstart im Oktober 2019 bereits viele Erfahrungen mit dem Fahrzeugbetrieb und generell dem automatisierten Fahren im ÖPNV gemacht. Konkret wurden folgende infrastrukturelle und verkehrliche Maßnahmen umgesetzt: Installation von Kommunikationselementen an den Lichtsignalanlagen (LSA) (sog. Road-Side-Units, kurz RSU), Installation von Kommunikationselementen an den Polleranlagen, Markierungsarbeiten, Beschilderung, Verlegung von Parkplätzen, Installation von Ortungselementen und Aufstellen von Haltemasten.

Mit dem TaBuLa Shuttle wurden bisher 2.337 Kilometer zurückgelegt (Stand 14.09.2020) und 1.675 Fahrgäste befördert (Stand 19.08.2020).

In der Forschung wurden bereits Untersuchungen in folgenden Bereichen begonnen, die bis zum Ende des Projektes noch finalisiert werden:

- ▶ Akzeptanz aus Nutzer:innen-, aus Betreiber:innen- und Aufgabenträg:innenperspektive
- ▶ Einschätzung zu Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV im ländlichen und kleinstädtischen Raum
- ▶ Einflussnahmepotenzial auf die technische und bauliche Konzeption der Fahrzeuge

Wesentliche erste Erkenntnisse dabei sind:

- ▶ Nutzer:innen ebenso wie Betreiber:innen haben eine hohe Akzeptanz ggü. dem System. Es gibt viele Interessierte an der Technik und dem Fahrerlebnis mit automatisierten Shuttles.
- ▶ Die Möglichkeiten und Grenzen der Technik, der Fahrzeuge und der betrieblichen Konzeption sind an der exemplarischen Kleinstadt Lauenburg/Elbe mit ihren hohen topographischen und infrastrukturellen Anforderungen aufgezeigt worden. Insbesondere sind folgende Eigenschaften für das System herausfordernd: Neigung, Straßenbeschaffenheit, Lokalisierung, V2X-Kommunikation.

- ▶ Durch eine Vernetzung mit verwandten Projekten wie NAF-Bus und AutoNV_OPR konnte ein Austausch, vor allem zu Genehmigungsthemen und zur Betriebskonzeption, gepflegt werden.
- ▶ Die durchgeführte mikroskopische Verkehrsflusssimulation und die Videoanalysen des tatsächlichen Verkehrsablaufes haben aufgezeigt, dass ein sporadisch auftretendes automatisiertes Shuttle bei 18 km/h mit entsprechender Umgebungsgeschwindigkeit (zulässig bis 30 km/h) auf dem Abschnitt der Bundesstraße zu vernachlässigbaren Reisezeitverlusten der anderen Verkehrsteilnehmenden führt. Bereits nach einem Umlauf der auf dem Abschnitt befindlichen Lichtsignalanlagen stellt sich selbst in der Spitzenstunde der übliche Verkehrsfluss wieder ein.

2.2 Vorarbeiten

Um den Bedarf einer tiefergehenden Untersuchung zu bestätigen oder zu widerlegen, wurden im Vorfeld relevante Akteur:innengruppen identifiziert (Fahrzeughersteller:innen, Genehmigungsbehörden, Verkehrsunternehmen), von denen Voreinschätzungen eingeholt wurden. Zusätzlich wurde eine technische Prüfstelle befragt.

Dazu wurde zunächst ein Anschreiben entworfen, das im ersten Schritt den Expert:innen zugeschickt wurde und diesen erlaubte, eine erste Idee des Vorhabens zu erlangen. Im zweiten Schritt wurde eine erste mündliche Abfrage der Einschätzung eingeholt, ob ein Testzentrum für automatisierte Shuttles unter Realbedingungen grundsätzlich von Interesse wäre.

Die Ergebnisse der Vorabbefragung sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Vorabbefragung

Akteur:innengruppe	Attraktiv	Attraktiv unter bestimmten Voraussetzungen	Nicht attraktiv
Fahrzeughersteller:innen	–	✓	–
Komponentenhersteller:innen	–	✓	–
Genehmigungsbehörden	–	✓	–
Verkehrsunternehmen	–	✓	–
Technische Prüforganisation	–	–	✓

Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnissen der Vorarbeiten: Zwischenbericht zum ersten Meilenstein

Zu erkennen ist, dass die Vorabbefragung ein durchaus skeptisches Ergebnis hervorgebracht hat. Vier von fünf befragten Personen haben angegeben, dass ein Testzentrum unter bestimmten Voraussetzungen attraktiv wäre. Welche Voraussetzungen das im Einzelnen wären, wurde jedoch in der mündlichen Abfrage der ersten Einschätzung nicht weiter vertieft. In Abstimmung mit der Projektgruppe wurde darauf aufbauend eine vertiefende Befragung zum Stimmungsbild und zu konkreten Anwendungsfällen im Interesse der jeweiligen Akteur:innengruppe beschlossen, um so eine umfassende Einschätzung zu der Thematik zu erlangen und die im Projekt adressierte Forschungsfrage zu beantworten.

2.3 Warum ein Testzentrum? – Technische, betriebskonzeptionelle und rechtliche Möglichkeiten und Grenzen

2.3.1 Stand der Technik

Aus dem Mischverkehr, insbesondere in der Stadt und im Überlandverkehr außerhalb von Autobahnen, ergeben sich hohe Anforderungen an das automatisierte und vernetzte Fahren (AVF). Die größten Herausforderungen treten aktuell noch bei der Signalverarbeitung auf, beim Reagieren auf Wettereinwirkungen und Hindernisse, beim bedarfsgesteuerten Fahren und der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Straßeninfrastruktur sowie mit anderen Verkehrsteilnehmenden, so dass das AVF aus technischen Gründen derzeit noch nicht vollständig umsetzbar ist (Stand: Sommer 2020). Bisher findet eine schrittweise Entwicklung vom AVF hin zum autonomen und vernetzten Fahren statt. Der Automatisierungsgrad wird dabei meist nach der internationalen SAE-Skala¹ bestimmt.

Der Einsatz automatisierter Shuttles konzentrierte sich zunächst auf Privatgelände. Inzwischen ist eine Reihe von Einsätzen im öffentlichen Raum hinzugekommen. Für den öffentlichen Raum fehlt es den bisher konzipierten Fahrzeugmodellen an einer Typenzulassung bzw. mangelt es für die automatisierten Funktionen an einer standardisierten Regelung, so dass es vorerst noch Einzelgenehmigungsverfahren auf Basis einer der Fahrzeugklassen M (M1, M2, M3, nach 2007/46/EG)

¹ Society of Automotive Engineers (SAE) "Levels of Driving Automation" (Standard J3016)

oder als Sonderfahrzeug bedarf, die an den Einsatz auf der festgelegten Strecke und den bei Prüfung verwendeten Softwarestand geknüpft sind (siehe auch Kapitel 2.3.4).

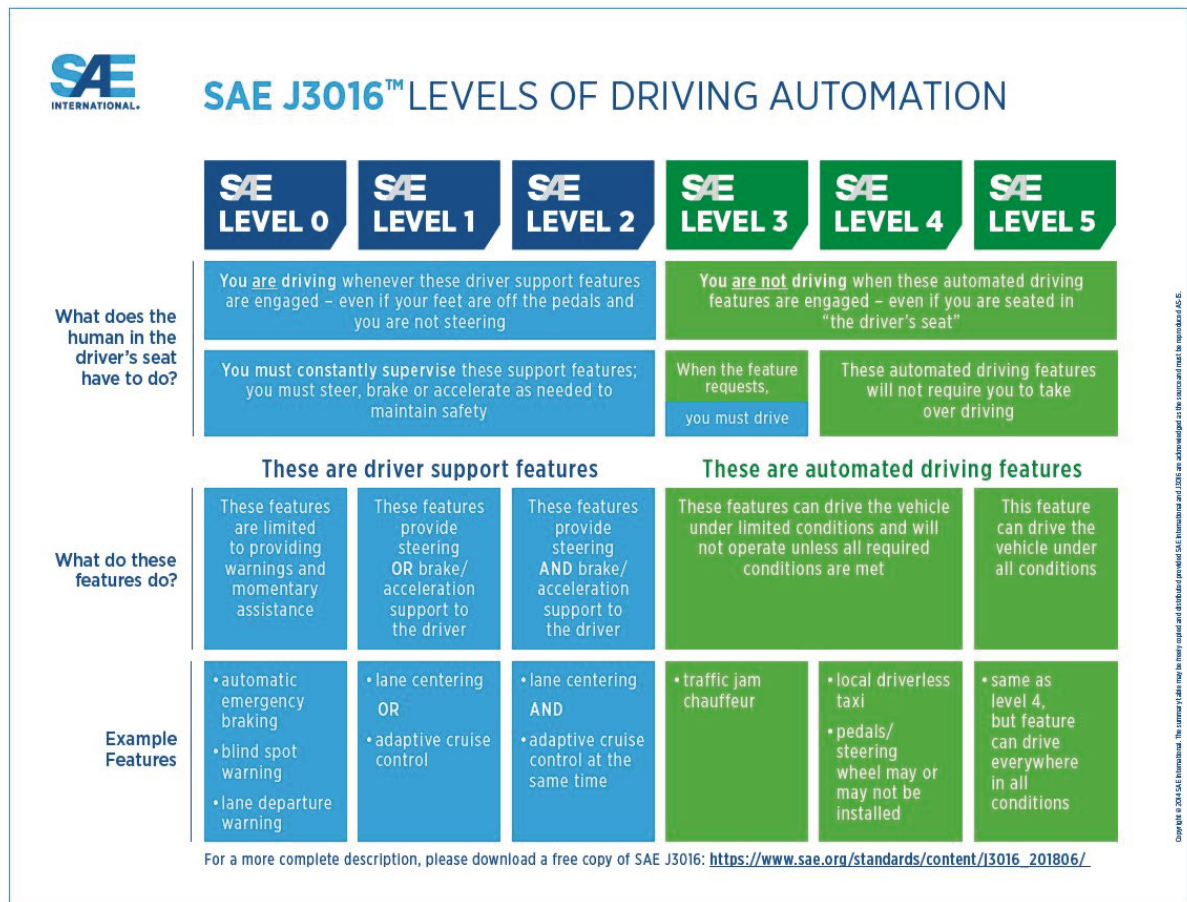
Der Betrieb mit den in 2020 verfügbaren Fahrzeugen der in Europa aktiven Hersteller:innen wie EasyMile, NAVYA, e.GO MOOVE, Hanseatische Fahrzeugmanufaktur (HFM) und Local Motors (u. a.) setzt das Kartographieren der jeweiligen Strecke und das Programmieren der jeweiligen Fahrzeugfunktionen voraus. Die Fahrzeuge fahren auf den eingemessenen Strecken in möglichst wenig komplexen Umgebungen entlang eines Referenzpfades/-schlauches. Die Hersteller:innen verbauen verschiedene Sensoren bzw. verschiedene Sensorkombinationen in ihren Modellen, z. B. GPS-Empfänger, Ultraschall, Radumlaufzähler inkl. Messeinrichtungen für Lenkwinkel, Laserscanner, Radar und Kameras. Teilweise werden die Systeme entsprechend der Anwendungsumgebung ausgerüstet. Die Umgebung wird mit diesen kontinuierlich erfasst, wodurch die Orientierung, Lokalisierung und Reaktion auf andere Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr möglich ist. Zum einen muss das Fahrzeugsystem stets seine exakte Position mit dem im Vorhinein aufgenommenen Kartenmaterial abgleichen und zum anderen bei statischen oder dynamischen Hindernissen stoppen. Ein Bordcomputer verarbeitet die Daten und wandelt sie in Befehle um, die das Fahrzeug ohne menschlichen Eingriff fahrerlos fahren lassen. Unabdingbar für einen reibungslosen Verlauf und ein ausfallsicheres System ist die Kommunikation und der Abgleich zwischen den verschiedenen Komponenten sowie zwischen einzelnen Teilkomponenten (z. B. der Sensoren untereinander).

Hergestellt wurden bisher ausschließlich Klein- und Minibusse mit bis zu 15 Fahrgastplätzen. Größere Fahrzeuge in Linienbusgröße befinden sich noch in der Entwicklung. Die Fahrzeuge verfügen über einen manuellen und einen automatisierten Fahrmodus. Der manuelle Modus wird für Fälle benötigt, in denen das automatisierte Fahrzeugsystem noch nicht (ausreichend) funktioniert oder wo der Aufwand zum Kartographieren nicht lohnt. Dies gilt beispielsweise für nicht einprogrammierte Streckenabschnitte oder bei Hindernissen auf der Strecke, die das Fahrzeugsystem nicht selbständig umfahren kann. Außerdem kann es für einige Anwendungsfälle hilfreich sein, das Fahrzeug auch flexibel manuell im SAE-Level 0 führen zu können, also nicht nur auf einprogrammierten und entsprechend vorbereiteten Strecken.

Das SAE-Level 0 entspricht dem Fahren ohne Automatisierungssystem, d.h., das Fahrzeug wird vollständig vom Fahrer gesteuert. Im Level 5 wird das Fahrzeug für eine beliebige Fahrt ausschließlich vom Automatisierungssystem gesteuert, ohne dass es noch der Intervention eines Fahrzeugführers bedarf.

Eine Übersicht über die verschiedenen Automatisierungsstufen und die Rolle von Fahrer und Automatisierungssystem in der jeweiligen Stufe bietet die Abbildung 2:

Abbildung 2: Automatisierungsstufen nach SAE 2019



Quelle: SAE International

Derzeit gibt es in Deutschland aus technischen und rechtlichen Gründen noch keinen Anwendungsfall auf öffentlichen Straßen, bei dem automatisierte Kleinbusse ohne Fahrzeugbegleiter:innen (auch Sicherheitsfahrer, Steward oder Operator genannt) fahren. Das automatisierte System muss dauerhaft von einer fahrzeugführenden Person überwacht werden. Gemäß § 1b StVG besteht für die Fahrzeugbegleiter:innen die Verpflichtung, die Fahrzeugsteuerung unverzüglich wieder zu übernehmen, wenn das System dazu auffordert oder wenn sie erkennen oder aufgrund offensichtlicher Umstände erkennen müssen, dass die Voraussetzungen für eine bestimmungsgemäße Verwendung der hoch- oder vollautomatisierten Fahrfunktionen nicht mehr vorliegen (siehe auch Kapitel 2.3.4).

Die Fahrzeuge sind demnach je nach Auslegung teil- oder hochautomatisiert im Einsatz und nur für genau definierte Strecken zugelassen. Vorgesehen ist jedoch, dass in einem eingemessenen Gebiet das Fahrzeug vollständig alle darin vorkommenden Situationen automatisch bewältigt. In diesem Fall kann es als vollautomatisiert bezeichnet werden. Erst wenn Start und Ziel nicht auf ein vorher eingemessenes Umfeld beschränkt sind, kann vom autonomen Fahren gesprochen werden.

Im automatisierten Modus ist das Umfahren von auf der Strecke befindlichen Hindernissen, wie regelwidrig parkenden Fahrzeugen oder im Weg stehende Mülltonnen, im geringen Rahmen bereits möglich. Allerdings ist das Einfahren in die Gegenfahrbahn zum autonomen Umfahren von Hindernissen noch nicht realisiert. Einfache Verkehrssituationen, wie beispielsweise gleichberechtigte Kreuzungen, erhöhtes Verkehrsaufkommen oder ordnungsgemäß parkende Fahrzeuge, werden erkannt und im Regelfall bewältigt. Im manuellen Fahrmodus fährt ein Fahrzeugbeleiter den Shuttle-Kleinbus mit einer Steuerungseinheit (z. B. Joystick, Konsole, Lenkrad), um außerhalb der vordefinierten Strecke zu fahren oder um größeren Hindernissen auszuweichen und um vorausschauend für das Fahrzeug nicht lösbare Problemsituationen zu umgehen.

Die real gefahrene Geschwindigkeit auf den Einsatzstrecken ist abhängig vom Fahrzeugmodell, vom Fahrmodus (manuell oder automatisiert), von der jeweiligen Genehmigungsbehörde zugelassenen Höchstgeschwindigkeit und von den Umgebungsbedingungen (z. B. Begrenzung auf Schrittgeschwindigkeit in einer Spielstraße). Einige Modelle verfügen über einen Fahrerarbeitsplatz mit nach vorn gerichtetem Sitz und Lenkrad oder Joystick, wodurch ein schnelleres manuelles Fahren ohne Automatisierungssystem (SAE-Level 0 oder 1) möglich ist. Die im manuellen Betrieb technisch mögliche Höchstgeschwindigkeit liegt den Hersteller:innenangaben nach bei den derzeit verfügbaren Modellen bei maximal 60 km/h. Bei anderen Modellen müssen Fahrzeugbegleiter:innen stehen und das Fahrzeug im manuellen Modus über einen kabelgebundenen Controller oder ein ähnliches Steuerelement steuern. Sie sind nicht auf den manuellen Betrieb ausgelegt, weswegen die im manuellen Modus fahrbare Höchstgeschwindigkeit zwar der von der technischen Prüfstelle zugelassenen Höchstgeschwindigkeit entspricht, jedoch möglicherweise von Seiten der Hersteller:innen aus Sicherheitsgründen sehr viel niedriger voreingestellt wird. Die zulassungsrechtlich bedingte Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge für den Betrieb in beiden Modi beträgt derzeit nur 25 km/h. Dies ist die maximale Geschwindigkeit, die für beide Fahrmodi von einer Genehmigungsbehörde zugelassen

werden könnte. Eine Anhebung ist tendenziell absehbar und wird sich parallel sowohl zur rechtlichen und technischen Entwicklung erhöhen, wie dies mit den bisher erworbenen Erfahrungen in Zukunft für den Umgang mit diesen Systemen zu erwarten ist. In den aktuellen Testbetrieben in Deutschland wurden allerdings maximal 20 km/h genehmigt, da ebenfalls die Komplexität der Einsatzumgebung von den Behörden in den Genehmigungsprozess einbezogen wird. Das bedeutet allerdings nicht, dass das Fahrzeug im Realbetrieb auf der gesamten Strecke 20 km/h fährt. Bevor eine Strecke von Seiten der Hersteller:innen kartographiert und einprogrammiert werden kann, muss sie detailliert untersucht werden. Dabei wird auch die vom automatisierten System zu fahrende Geschwindigkeit auf jedem einzelnen Streckenabschnitt ermittelt und festgelegt. Als Faustregel gilt, dass die Fahrzeuge schneller fahren können, umso besser die Umgebungsbedingungen sind, also je breiter die Straßen, zuverlässiger der GPS-Empfang, geringer die Verkehrsstärke usw.

Darüber hinaus spielen der Datenschutz und die IT-Sicherheit eine große Rolle für alle Beteiligten, insbesondere bezüglich etwaiger Eingriffe in die Fahr- und Lenkbewegungen des Fahrzeugs. Bei den aktuell verfügbaren Systemen ist ein Eingriff von außen nicht möglich, nur die Fahrdaten und der Fahrzeugzustand kann zentral abgelesen werden. Der Einblick in das Fahrzeug per Video besteht als zu- und abschaltbare Option.

2.3.2 Betriebskonzeption

Auf die derzeit möglichen Betriebskonzepte mit automatisierten Shuttle-Kleinbussen hat der technische Stand große Auswirkungen. Kein verfügbares System kann bisher im öffentlichen Raum bedarfsorientiert und unabhängig von festen Linienführungen Punkte in einer Region anfahren (etwa vergleichbar mit einem Taxi-Service). Hierfür bedarf es u. a. zugelassener Korridore, einer (ggf. automatisch operierenden) Dispositionszentrale und einer entsprechenden Kommunikation mit und zwischen den Fahrzeugen sowie den Kund:innen.

Die aktuell laufenden Einsätze mit automatisierten Shuttles sind meist für Strecken zwischen etwa zwei und fünf Kilometern (gesamter Umlauf) konzipiert, die häufig als Ringlinien angelegt werden. Die definierten Haltestellen, die im automatisierten Modus angefahren werden, müssen im Vorhinein einprogrammiert werden. Im Regelfall erfolgt die Fahrt im Linien-Modus mit Zwangshalt an jeder Haltestelle. Die Fahrzeuge halten

dabei an jeder definierten Haltestelle und ermöglichen die Türöffnung für einen Fahrgastwechsel, unabhängig vom tatsächlichen Bedarf. Es ist vereinzelt möglich, auf einem Touchscreen im Fahrzeug Haltewünsche zu tätigen, so dass nicht an Haltestellen gehalten wird, an denen kein Haltewunsch besteht (Linien-Modus mit Bedarfshalt).

Betriebszeiten von bis zu 9 Stunden ohne Zwischenladung sind, abhängig vom Energiemanagement und insbesondere von den klimatischen Bedingungen sowie dem Einsatz von Nebenverbrauchern im Fahrzeug, möglich.

Automatisiert fahrende Shuttles können aufgrund technischer Grenzen und rechtlicher Rahmenbedingungen aktuell noch nicht auf allen Straßen bzw. nicht in hoch komplexen Umgebungen eingesetzt werden. Deswegen bestehen bestimmte Anforderungen an die in Frage kommenden Strecken.

2.3.3 Operational Design Domain

Der spezifische Anwendungsfall, für den eine automatisierte Funktion oder ein automatisiertes System im ordnungsgemäßen Betrieb ausgelegt ist, wird auch als Operational Design Domain (ODD) bezeichnet. Der Einsatz kann auf bestimmte Straßentypen, Geschwindigkeitsbereiche oder andere Umgebungsbedingungen (Wetter, Tages-/Nachtzeit usw.) beschränkt werden.

Die ODD wird von den jeweiligen Hersteller:innen und der mit dem Gutachten beauftragten Technischen Prüfstelle festgelegt. Es gibt noch keine festen Standards, denn die automatisierten Shuttle-Kleinbusse unterscheiden sich je nach Fahrzeugtyp und eingesetzter Software. In Abhängigkeit von den sich ständig in Entwicklung befindlichen Funktionen sind u. a. folgende Faktoren auszumachen, die analysiert und im Lastenheft für die Beschaffung der Fahrzeuge und die Vorbereitung des Einsatzes berücksichtigt werden müssen: GPS- und Mobilfunkempfang, Straßen- und Fahrbahnbreite, Differenzgeschwindigkeiten zu anderen Verkehrsteilnehmer:innen bzw. erlaubte Höchstgeschwindigkeit, Kommunikation mit Straßeninfrastruktur (z. B. Lichtsignalanlagen, Bahnübergänge, Schranken- und Polleranlagen), Verkehrsstärke, Bestand an Orientierungspunkten für den Kartenabgleich der Sensorik, in den Pfad hereinragende Grünpflanzen, Verfügbarkeit einer klimatisierten Unterstellung und Lademöglichkeit, Neigungen der Strecke, Fahrbahnbelag sowie am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge.

Einfache geordnete Verkehrsverhältnisse mit wenig potenziellen Störfaktoren und einer nutzbaren Breite von drei Metern (bei Zweirichtungsverkehr von sechs Metern) wirken sich vorteilhaft auf den Betrieb aus, da die Fahrzeuge passiv fahren und auf jede potenzielle Störung reagieren. Die Anforderung an die Straßenbreiten ergibt sich aus der Sicherheitszone rund um das Fahrzeug, welche sich wiederum aus den Sensoren ergibt. Je nach Anwendungsumgebung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs sowie der umgebenden bzw. entgegenkommenden Fahrzeuge kann diese angepasst werden, darf aber ein bestimmtes Minimum nicht unterschreiten.

Außerdem darf die Differenzgeschwindigkeit zum übrigen Verkehr nicht zu groß sein, um die Akzeptanz bei allen Verkehrsteilnehmer:innen so hoch wie möglich und das Gefährdungspotenzial für Geschwindigkeit, Verfügbarkeit und Komfort des automatisierten Verkehrs so gering wie möglich zu halten. So ist der Einsatz auf Strecken mit einer Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h unproblematisch, höhere Geschwindigkeiten erfordern derzeit jedoch eine Einzelfallbetrachtung. Topografisch schwierige Verhältnisse und verkehrstechnisch komplexe Situationen können zur Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Störsereignissen führen. Je besser die Bedingungen auf der Strecke, umso höher ist die umsetzbare Geschwindigkeit im Betrieb. Dennoch gilt es die Systeme stetig zu fordern und weiterzuentwickeln, sodass komplexere Szenarien in den nächsten Jahren umsetzbar werden.

Eine weitere Herausforderung stellen extreme Witterungsbedingungen dar. Folgende Witterungsbedingungen können in Einzelfällen dazu führen, dass bei Einsatz der heute verfügbaren Fahrzeuge der Betrieb nicht stattfinden kann oder bisweilen sogar eingestellt werden muss:

- ▶ Außentemperaturen unter -10°C oder über $+40^{\circ}\text{C}$,
- ▶ Gewitter,
- ▶ Hagel,
- ▶ überfrierende Nässe/Glatteis,
- ▶ Überschwemmungen,
- ▶ andauernder Schauer, Starkregen,
- ▶ Nebel, Rauch oder Dunst,
- ▶ Schneefall und
- ▶ starke Windböen.

2.3.4 Grundlagen zum Rechtsrahmen

Die Umsetzung von Verkehren mit automatisierten Fahrzeugen ist nicht nur eine Frage der Technik, sondern im besonderen Maße auch des Rechts. Relevante Bereiche betreffen deren Nutzung auf öffentlichen Straßen, die bestehenden Fahrzeugbau- und Verhaltensvorschriften sowie die Haftung. Dabei gibt es Vorschriften, die für alle Kraftfahrzeuge gelten und solche, die speziell für automatisierte Fahrfunktionen entwickelt wurden. Für den Einsatz im ÖPNV sind außerdem die personenbeförderungsrechtlichen Aspekte zu beachten. Um mit automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Straßenraum Fahrgäste befördern zu können, müssen sie für den Betrieb auf den vorgesehenen Strecken zugelassen und die geschäftsmäßige Personenbeförderung ist genehmigungspflichtig. Im folgenden Kapitel werden die für das Vorhaben relevanten Vorschriften des Straßenverkehrs- und Personenbeförderungsrechts behandelt.

Automatisierte Fahrfunktionen

Der Betrieb hoch- und vollautomatisierter Fahrzeuge wurde in der Bundesrepublik mit dem Achten Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 16.06.2017 für den Fall ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung unter der Voraussetzung erlaubt, dass sie den gesetzlichen Vorgaben in § 1a Abs. 3 StVG entsprechen. Dem Gesetz nach muss ein/e Fahrer:in anwesend sein, der stets Fahrzeugführer:in bleibt; auch dann, wenn nicht er/sie eigenhändig das Fahrzeug steuert, sondern die Steuerung durch das Automatisierungssystem erfolgt. Das Gesetz regelt damit (noch) nicht die fahrer:innenlose Fahrfunktion, die technisch keine:n Fahrer:in mehr erfordert. Der Betrieb autonomer Fahrzeuge ist weiter unzulässig. Nach aktueller Rechtsauslegung muss der/die Fahrzeugführer:in jederzeit wahrnehmungsbereit sein und das nicht nur nach Aufforderung durch das System, sondern auch „wenn er/[sie] erkennt oder auf Grund offensichtlicher Umstände erkennen muss, dass die Voraussetzungen für eine bestimmungsgemäße Verwendung [...] nicht mehr vorliegen“ (vgl. §1b StVG).

Zukünftig müssen sich Fahrzeugführer:innen voraussichtlich nicht mehr im Fahrzeuginnenraum befinden, sondern können per Fernzugriff durch eine Leitstelle (unter Beachtung hoher Sicherheitsanforderungen) in Ausnahmefällen eingreifen bzw. Manöver freigeben. Diese Regelung ist Gegenstand des aktuellen Diskurses über die nächsten möglichen Schritte der Fahrzeugautomatisierung.

Fahrzeugzulassung

Für die rechtliche Beurteilung ist zunächst entscheidend, ob das automatisierte Fahrzeug auf einer öffentlichen oder nicht öffentlichen Verkehrsfläche genutzt werden soll. Eine Fahrzeugnutzung auf nicht öffentlich zugänglichem, betrieblichem oder privatem Gelände erfordert keine Zulassung des Fahrzeugs, außer der/die Verantwortliche/Eigentümer:in des Geländes gibt die Anwendung der StVZO vor. Verkehrsflächen, auf denen der allgemeine Verkehr geduldet wird, sind mit oder ohne entgeltlicher Zufahrtsbeschränkung als öffentlich zu qualifizieren. Bei der Nutzung im öffentlichen Verkehrsraum, wie beispielsweise Wegen, Plätzen und Straßen, die dem allgemeinen Verkehr gewidmet sind, findet das Straßenverkehrsrecht Anwendung. Auf öffentlichen Verkehrsflächen dürfen gemäß § 1 StVG i. V. m. § 3 FZV Kraftfahrzeuge mit bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit über 6 km/h nur in Betrieb gesetzt werden, wenn sie von der zuständigen Behörde zum Verkehr zugelassen sind. Auch auf automatisierte Klein- und Minibusse (auch Shuttle-Busse oder People-Mover genannt) trifft dies zu.

Das Verfahren zur Erlangung einer Zulassung ist mehrstufig und erfordert zunächst die Erlangung einer Betriebserlaubnis, durch welche festgestellt wird, ob das Fahrzeug den einschlägigen Bauvorschriften entspricht, insofern also vorschriftsmäßig ist. Es gibt verschiedene Arten von Betriebserlaubnisverfahren, die auf nationalen und EU-Vorschriften basieren: Betriebserlaubnis für Einzelfahrzeuge (§ 21 StVZO), Allgemeine Betriebserlaubnis (§ 20 StVZO), Europäische Typgenehmigung (§ 3 EG-FGV), EG-Kleinserien-Typengenehmigung (§ 9 EG-FGV) und EG-Einzelgenehmigung (§ 13 EG-FGV).

Der Prozess für automatisierte Shuttle-Busse ist derzeit im Vergleich zur regulären Zulassung eines serienmäßig homologierten Fahrzeuges mit Mehraufwand verbunden. Die Fahrzeuggenehmigung wird derzeit in der Regel als Betriebserlaubnis für Einzelfahrzeuge nach § 21 StVZO erteilt, zum einen, weil die Fahrzeuge bauartbedingt unter der Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h bleiben (dies ist bei Neufahrzeugen die Grenze für die Anwendung von EU-Recht, vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 1 EG-FGV. Zum anderen erfordern die konkreten Gegebenheiten der zu bedienenden Einsatzgebiete nach dem gegenwärtigen Stand der Technik regelmäßig eine Abstimmung mit den jeweiligen technischen Möglichkeiten, sodass die Vorschriftsmäßigkeit der Fahrzeuge nur streckengebunden festgestellt werden kann (auf Basis von detaillierten strecken- und fahrzeugbezogenen Risikoanalysen).

Grundlage für die Einzelbetriebserlaubnis ist ein Nachweis über die Vorschriftsmäßigkeit mittels eines Gutachtens eines/einer amtlich anerkannten Sachverständigen einer technischen Prüfstelle (z. B. TÜV® oder Dekra). Ein solches Gutachten bescheinigt, dass das Fahrzeug den

Anforderungen nationaler, europäischer² und multilateraler Regelungen³ für Fahrzeuge entspricht bzw. in den Fällen, wo es den Vorschriften nicht entspricht, unter Auflagen Ausnahmen erteilt werden können. Die Vorschriftsmäßigkeit der automatisierten Fahrfunktionen ist stets an die zu befahrende Strecke geknüpft und kann nur mit Ausnahmen (gem. § 70 StVZO) erteilt werden, da die technische Ausstattung nicht in jedem Fall mit den Bauvorschriften vereinbar ist (z. B. elektrische Lenkung und Bremsung). Die Betriebserlaubnis gilt dann ausschließlich für das Einzelfahrzeug auf der zuvor festgelegten Strecke. Für das Fahrzeug muss zudem eine dem Pflichtversicherungsgesetz entsprechende Kfz-Haftpflichtversicherung bestehen. Im Anschluss an den Genehmigungsprozess, den Antrag auf Zuteilung eines Kennzeichens, die Abstempelung der Kennzeichenschilder und die Ausfertigung einer Zulassungsbescheinigung erfolgt die Zulassung. Es handelt sich um vom Einzelfall abhängige Verfahren. Dies bedingt Unterschiede in der Genehmigungspraxis der jeweils zuständigen Stellen auf Ebene von Gemeinde, (Land-)Kreis und Bundesland.

Der Prüfaufwand für den Einsatz im öffentlichen Raum ist durch diese Anforderungen und die notwendige Abstimmung zwischen Hersteller:innen, Technischer Prüfstelle und Behörden aktuell noch sehr aufwendig. An einheitlichen Standards arbeiten jedoch bereits verschiedene Akteur:innen. In absehbarer Zeit werden die ersten Dual-Mode-Fahrzeuge mit Serienhomologation auf den Markt kommen, welche als fahrergesteuerte Elektrobusse konzipiert werden, bei denen die automatisierte Funktion optional aktiviert werden kann. Durch die Möglichkeit der Typengenehmigung, bei welcher der Prototyp einer Produktionsreihe technisch begutachtet und genehmigt wird, wird der fahrzeugbezogene Aufwand sinken und der Zulassungsaufwand sich nur noch auf die Vorrichtungen der automatisierten Steuerung beschränken. Details hierzu wurden noch nicht veröffentlicht.

2 Verordnung (EU) 2018/858 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 715/2007 und (EG) Nr. 595/2009 und zur Aufhebung der Richtlinie 2007/46/EG.

3 Zumeist betrifft dies die Bauvorschriften der UN/ECE-Regelungen, die im Rahmen des Genfer Abkommens über die Annahme einheitlicher technischer Vorschriften für Radfahrzeuge, Ausrüstung und Teilen für Radfahrzeuge sowie die gegenseitige Anerkennung von Zulassungen auf der Basis dieser Vorschriften erlassen worden sind. UN/ECE-Regelungen für automatisierte Fahrzeuge fehlen bisher weitgehend.

Personenbeförderung

Gemäß § 1 Abs. 1 PBefG sind entgeltliche oder geschäftsmäßige Beförderung von Personen genehmigungspflichtig, wenn sie mit Kraftfahrzeugen erfolgen und keine Ausnahme nach § 1 Abs. 2 PBefG⁴ vom Anwendungsbereich vorliegt. Ein Verkehrsunternehmen, das mit Straßenfahrzeugen wie automatisierten Shuttle-Bussen Personen befördern möchte, muss im Besitz einer Genehmigung für diesen Verkehr sein. Bei der Beförderungsleistung gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Betrieb durchzuführen: Linienverkehr (§§ 42 und 43 PBefG) und Gelegenheitsverkehr (§ 46 PBefG).

Ein Linienverkehr gemäß § 42 besteht bei einer zwischen bestimmten Ausgangs- und Endpunkten eingerichteten, regelmäßigen Verkehrsverbindung, auf der Fahrgäste an bestimmten Haltestellen ein- und aussteigen können. Sonderformen, wie Verkehre von Schüler:inenn oder Marktbesucher:innen, die unter Ausschluss anderer Fahrgäste stattfinden, werden im § 43 aufgegriffen. Als Formen des Gelegenheitsverkehrs gelten Verkehre mit Taxen, Ausflugsfahrten, Ferienziel-Reisen und Verkehre mit Mietomnibussen/-wagen. Entspricht ein Personenbeförderungskonzept nicht in allen Merkmalen einer bestimmten Verkehrsart/-form, kann gemäß § 2 Abs. 6 PBefG auch eine Genehmigung entsprechend den Vorschriften des PBefG erlassen werden, denen die Beförderung am meisten entspricht. Durch die Erprobungsklausel in § 2 Abs. 7 PBefG ist es zudem möglich, Abweichungen von den bestehenden rechtlichen Regelungen zu beantragen. Voraussetzung ist, dass es sich bei der zu genehmigenden Personenbeförderung um eine neue Verkehrsart oder ein neues Verkehrsmittel handelt. Dies ist allerdings nur befristet für eine Dauer von höchstens vier Jahren möglich. Gegenwärtig erfolgt die Personenbeförderung mit automatisierten Shuttles auf einer festgelegten Route, von der im automatisierten Betrieb auch keine Abweichung möglich ist. Naheliegend ist es daher, den Betrieb automatisierter Shuttles dem Linienverkehr nach § 42 PBefG zuzuordnen.

Ebenfalls einschlägig ist die Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft). Die Verordnung gilt für Unternehmen, die Fahrgäste mit Kraftfahrzeugen befördern, soweit sie den Vorschriften des Personenbeförderungsgesetzes unterliegen.

4 Eine Ausnahme liegt vor, wenn die Beförderung unentgeltlich erfolgt und das Fahrzeug bauartbedingt nur für max. 6 Personen geeignet ist. Entgeltlich ist die Aktivität auch dann, wenn der Fahrgast kein Fahrgeld bezahlen muss, aber die Beförderung den wirtschaftlichen Interessen des Beförderers dient, diesem also wirtschaftliche Vorteile bringt bzw. ihn solche für die Zukunft erwarten lässt.

Der/Die Unternehmer:in ist dafür verantwortlich, dass die Vorschriften dieser Verordnung eingehalten und die hierzu behördlich erlassenen Anordnungen befolgt werden. Er/Sie hat dafür zu sorgen, dass das Unternehmen ordnungsgemäß geführt wird und dass sich die Fahrzeuge und Betriebsanlagen in vorschriftsmäßigem Zustand befinden. Gem. § 43 BOKraft ist es möglich, in bestimmten Einzelfällen oder allgemein für bestimmte Antragstellende, von allen Vorschriften dieser Verordnung Ausnahmen zu genehmigen.

2.4 Fazit

Im vorigen Abschnitt wurde der aktuelle Stand der Entwicklungen zum automatisierten Fahren aufgezeigt und die Ergebnisse der Vorabbefragung dargestellt. Es zeigt sich, dass unter den Akteur:innengruppen Interesse an einem Testzentrum besteht, jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen. Im weiteren Verlauf der Arbeiten gilt es schließlich, diese Voraussetzungen zu ermitteln und die Anwendungsfälle, die von Interesse sein könnten, zu spezifizieren. Dies wird über verschiedene Primärdatenerhebungen wie Expert:innengespräche und Workshops umgesetzt, sodass aktuelle und exklusive Informationen generiert werden.

Außerdem wird deutlich, dass es noch viele zukünftig attraktive Anwendungsfälle und Einsatzszenarien gibt, die nicht in den geltenden gesetzlichen Rahmen passen. Darunter fällt beispielsweise die Remotesteuerung, bei der die Fahrzeuge bei komplexen Situationen, die vom Fahrzeug nicht selbstständig bewältigt werden können, durch eine:n Mitarbeiter:in aus der Leitstelle gesteuert werden können und der/die Begleitfahrer:in nicht mehr im Fahrzeug anwesend sein müsste.

Anwender:innen und Hersteller:innen können in einem Testzentrum unter erleichterten Bedingungen Tests durchführen, die Bevölkerung an die Fahrzeuge heranführen und so automatisierte Shuttles als Verkehrsmittel etablieren. Weiterhin helfen Testzentren oder Testfelder dabei Ergebnisse zu generieren, die als Grundlage zur Gesetzgebung genutzt werden können und so die Einsatzmöglichkeiten dieser Fahrzeuge Schritt für Schritt auszuweiten.

3 BEDARFSIDENTIFIZIERUNG TESTZENTRUM

Aufbauend auf den Voruntersuchungen wird eine Bedarfsidentifizierung durch vertiefende Befragung zum Stimmungsbild und zu konkreten Anwendungsfällen im Interesse der jeweiligen Akteur:innengruppe durchgeführt.

Eine sorgfältige Aufnahme des Bedarfs für ein Testzentrum sowie die Identifizierung der Nutzen:innengruppe(n) sind Voraussetzungen für eine passfähige Entwicklung des potenziellen neuen Angebotes. Wesentlich ist die Identifikation der Anforderungen potenzieller Nutzer:innen/Kund:innen des Testzentrums und welchen Umfang die anzubietenden Dienstleistungen haben müssen, um attraktiv zu sein und am Ende einen Nutzen zu generieren. Das Ziel besteht insofern darin, mit Hilfe von Expert:inneninterviews und Gesprächen mit relevanten Institutionen Grundlagen für die Konzeption des Testzentrums unter Realbedingungen zu schaffen, sodass ein attraktives Angebot und ein Mehrwert für die identifizierten Nutzer:innengruppen entstehen.

3.1 Methodik und Vorgehensweise

Zur Bedarfsidentifizierung wurde das qualitative Expert:inneninterview als Form der Primärdatenerhebung gewählt, sodass der aktuelle Stand der jungen, schnell wachsenden und wandelnden Branche exklusiv erfasst werden kann.

Grundsätzlich wird bei einer Befragung zwischen geschlossenen und offenen Fragen unterschieden. Bei der Datenerhebung mit geschlossenen Fragen werden, im Gegensatz zur Datenerhebung mit offenen Fragen, mehrere Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Dies erfolgt beispielsweise unter Verwendung von Skalen.

Ferner wird der Standardisierungsgrad der Interviews in vollstandardisiert, teilstandardisiert und frei unterschieden. Lediglich eine Kombination aus vollstandardisiertem und teilstandardisiertem Interview finden in dieser Untersuchung Anwendung. Beim teilstandardisierten Interview wird durch Leitfragen ein Befragungsgerüst vorgegeben, das aber Zwischenfragen erlaubt. In diesen Untersuchungen wurde ein Interviewleitfaden entwickelt, der sowohl offene teilstandardisierte als auch geschlossene standardisierte Fragen unter der Verwendung von Skalen umfasst.

In Anhang 1 ist der entwickelte Interviewleitfaden einzusehen. Um zunächst einen umfassenden Einstieg in das Thema zu ermöglichen, beinhaltet der Leitfaden eine Kurzvorstellung des Projektes sowie die Definition von Labor- und Realumgebungen. Zusätzlich wurden bei der Entwicklung dieses Leitfadens die relevanten Faktoren und Merkmale zur Entwicklung eines Geschäftsmodells eingeschlossen, um umfassende Antworten zur Konzeption zu erhalten. Folgende Punkte sind dabei eingeflossen:

- ▶ Geschäftsidee: Produkt/Dienstleistung,
- ▶ Markt und Wettbewerb (z. B. Kund:innen und Konkurrenz),
- ▶ Marketing (z. B. Angebot, Preis, Vertrieb),
- ▶ Organisation und Mitarbeiter:innen,
- ▶ Risiken und Chancen,
- ▶ Finanzen.⁵

Um einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Sichtweisen der Akteur:innen der Branche zu erlangen und die optimale Schnittmenge der Perspektiven zu garantieren, wurden jeweils Vertreter:innen von Institutionen aus den Akteur:innengruppen der Fahrzeughersteller:innen, Genehmigungsbehörden und Verkehrsunternehmen befragt. Bei der Auswahl der zu befragenden Genehmigungsbehörden auf Landesebene und Verkehrsunternehmen wurde sich intern auf die räumliche Begrenzung der Metropolregion Hamburg geeinigt. Die Fahrzeughersteller:innen wurden so ausgewählt, dass sowohl Unternehmen, die sich im europäischen Markt als Fahrzeughersteller:innen verstehen, als auch Komponentenhersteller:innen inkludiert sind.

Die Befragung erfolgte in mündlicher Form bei persönlichen Terminen, Telefon- oder Videokonferenzen. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der Auflagen zur Covid-19-Pandemie Expert:innengespräche ab dem 16. März 2020 ausschließlich per Telefon- oder Videokonferenz stattfinden konnten. Es ist außerdem darauf hinzuweisen, dass die Interviewten das Idealbild eines Testzentrums unter Realbedingungen aus ihrer Sicht darstellen sollten, unabhängig von den vorherrschenden Bedingungen in Lauenburg/Elbe. Zudem ging es gezielt um den Aufbau eines Testzentrums unter Realbedingungen, nicht unter Laborbedingungen.

5 Quelle: Existenzgründungsportal des BMWi, Businessplan – Gliederung. Online abrufbar unter: <https://www.existenzgruender.de/DE/Gruendung-vorbereiten/Businessplan/Gliederung/inhalt.html>, abgerufen am 18.05.2020.

Kritisch zu betrachten ist dennoch die Zahl der Interviewten von lediglich 13 Akteur:innen, wovon bereits zehn Erfahrungen mit automatisierten Shuttles sammeln konnten und daher bereits mit dem Thema vertraut sind. Die Repräsentanz der Kenngrößen ist daher begrenzt und es konnte lediglich eine erste Marktabschätzung erfolgen. Auch die räumliche Begrenzung auf die Metropolregion Hamburg (MRH) (bei VU und GB) kann als Einschränkung gesehen werden, sofern die Repräsentanz der Ergebnisse betrachtet wird. Für die Entwicklungen zum automatisierten Fahren in Norddeutschland kann dies jedoch wieder von Vorteil sein, da genau die regionalen Akteur:innen ihre Einschätzungen und Erfahrungen eingebracht haben.

Im Gegensatz zur qualitativen Erhebung wäre eine quantitative Erhebung zu diesem Thema nur erschwert durchführbar, da der Markt noch sehr jung, dynamisch und wandelbar ist und daher noch nicht alle Marktteilnehmer:innen klar identifiziert werden können. Außerdem kann mit einer quantitativen Erhebung mit standardisierten Fragebögen nicht der Zweck der Datenerhebung, in diesem Fall konkrete Geschäftsmodelle zu formulieren, abgebildet werden.

Vor dem Hintergrund der stetigen Entwicklungen und Veränderungen der Branche, ist anzumerken, dass diese Untersuchungen eine zeitpunktbezogene Erfassung der derzeitigen Situation am Markt darstellen. Vor der Nutzung der Inhalte ist darauf zu achten, dass deren Aktualität von grundlegender Bedeutung ist und sie gegebenenfalls ergänzt und angepasst werden müssen.

3.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden auf Basis der durchgeführten Interviews die Ergebnisse der Expert:innengespräche thematisch zusammengefasst dargestellt. Folgende Themenbereiche konnten dabei ermittelt werden:

- ▶ Erfahrungen mit automatisierten Shuttles
- ▶ Zweck eines Testzentrums unter Realbedingungen
- ▶ Kund:innen-/Zielgruppe(n)
- ▶ Anlass/Zeitpunkt der Tests
- ▶ Zugang zu einer Testumgebung unter Real- oder Laborbedingungen
- ▶ Voraussetzungen für ein attraktives Testzentrum
- ▶ Umgebungsanforderungen
- ▶ Vorteile Testzentrum unter Realbedingungen

- ▶ Nachteile und Risiken Testzentrum unter Realbedingungen
- ▶ Dienstleistungsangebot Testzentrum
- ▶ Nutzungs- und Abrechnungskonditionen
- ▶ Vernetzung/Netzwerk
- ▶ Gütermithnahme

Die Darstellung erfolgt je nach Fragentyp im Fließtext, in Stichpunkten oder grafisch.

3.2.1 Darstellung der Ergebnisse

Erfahrungen mit automatisierten Shuttles

Von den insgesamt 13 befragten Institutionen hatten zehn bereits Erfahrungen mit automatisierten Shuttles. Diese wurden meist im Zusammenhang mit Forschungs- und Entwicklungsprojekten (F&E-Projekten) gesammelt. Im Detail ergibt sich folgende Unterteilung:

- ▶ Fahrzeughersteller:innen: 4/4 Erfahrung durch Konstruktion
- ▶ Genehmigungsbehörden: 3/4 Erfahrung im Zulassungsprozess von automatisierten Shuttles in ihrem Zuständigkeitsbereich bzw. durch Unterstützung dessen (meist F&E-Projekte)
- ▶ Verkehrsunternehmen: 3/5 Erfahrung durch eigene F&E-Projekte mit automatisierten Shuttles

Zweck eines Testzentrums unter Realbedingungen

Der grundlegende Zweck wurde von allen Akteur:innengruppen im Testen vom Realbetrieb der Fahrzeuge identifiziert, da unvorhergesehene Situationen nur dann auftreten. Zusätzlich sehen die Fahrzeughersteller:innen und Genehmigungsbehörden einen wichtigen Zweck des Testzentrums im Sammeln von Betriebserfahrung mit den automatisierten Fahrzeugen. Wegen Mehrfachnennung hervorzuheben ist außerdem die Möglichkeit für die Hersteller:innen der Fahrzeuge, durch ein Testzentrum neue Kund:innen zu gewinnen (z. B. durch Demos oder durch die Möglichkeit, die Fahrzeuge direkt zu testen oder zu vergleichen).

Zusätzlich wurde vereinzelt genannt, dass mit Hilfe eines Testzentrums autonomes bzw. automatisiertes Fahren für die Öffentlichkeit zugäng-

lich gemacht sowie Innovation und Technik mitgestaltet werden können. Als wichtiges Element wurden Zulassungstests und die Standardisierung von Fahrzeug und Infrastruktur benannt, denn nur ein Testzentrum kann beispielsweise die gesamte Bandbreite an intelligenten Infrastrukturbestandteilen abbilden.

Kund:innen-/Zielgruppe(n)

Als größte Zielgruppe wurden von den Befragten die Fahrzeughersteller:innen und die Verkehrsunternehmen hervorgehoben. Komponentenhersteller:innen, Genehmigungsbehörden, Infrastrukturhersteller:innen und Kommunen wurden zwar ebenfalls genannt, jedoch vergleichsweise nicht so häufig.

Herauszustellen ist, dass die Zielgruppe der Fahrzeughersteller:innen nur zwei Mal von den befragten Fahrzeughersteller:innen selbst benannt wurde, jedoch sowohl die Genehmigungsbehörden als auch die Verkehrsunternehmen diese ganz klar im Fokus sehen.

Außerdem wurden die Genehmigungsbehörden zwar als Kund:innen-/Zielgruppe benannt, jedoch führen diese keine eigenen Tests durch und wären dadurch nur eine indirekte Zielgruppe. Die Ergebnisse von durchgeführten Tests seien für die Gesetzgebung und Entwicklung entsprechender Regularien maßgeblich und von großer Bedeutung. Daher besteht bei den Genehmigungsbehörden ein persönliches bzw. institutionelles Interesse, die Ergebnisse aus solchen Tests zu verwerten.

Anlass/Zeitpunkt der Tests⁶

Grundsätzlich empfinden alle Akteur:innen Tests zu jeder Zeit als sinnvoll. Dabei zu beachten ist, dass diese zwar generell möglichst früh, jedoch die Realtests so spät wie möglich durchgeführt werden sollten, um ein gewisses Sicherheitsniveau zu gewährleisten.

Als Anlässe für Tests werden Softwareupdates, Zulassungs- und Standardisierungsprozesse sowie das Zusammenwirken von Soft- und Hardware gesehen. Allgemeiner Konsens ist, dass z. B. Tests von Softwareupdates zunächst in Laborumgebungen erfolgen sollten, bevor die Tests in der Realumgebung folgen. Dennoch ist wichtig, dass sie in Realumgebungen stattfinden können, denn die Tests mit automatisierten Shuttles können aufgrund der Technik und den finanziellen Ressourcen

⁶ Hinweis: Enthaltung zweier Genehmigungsbehörden

der am Markt befindlichen Hersteller:innen nicht im gleichen Prozess erfolgen, die die Automobilindustrie heute verfolgt.

Zugang zu einer Testumgebung unter Real- oder Laborbedingungen⁷

Zehn von 13 Befragten haben aus ihrer institutionellen Perspektive Zugang zu einer Testumgebung unter Real- oder Laborumgebungen. Diese sind meist F&E-Projekte oder Testumgebungen technischer Prüfstellen. In allen Umgebungen, egal ob Labor- oder Realumgebung, können nur bestimmte und gezielte Tests durchgeführt werden. Meist geht es dabei darum, ein konkretes Szenario bzw. eine bestimmte Strecke fehlerarm zu betreiben.

Die Tests werden meist von den Hersteller:innen oder Projektbeteiligten selbst durchgeführt und nicht an Externe vergeben. Dies liegt häufig daran, dass die eigene Erkenntnisgewinnung wichtig für die Entwicklung ist oder gar keine Möglichkeit besteht, Tests extern zu vergeben. Es wird von den Befragten erwartet, dass bei Marktwachstum auch externe Tests denkbar wären.

Zu einer möglichen Beauftragung der Tests an das Testzentrum gibt es geteilte Meinungen. Auf der einen Seite würden zwar Tests an Externe abgegeben werden, sofern dies angeboten werden würde. Auf der anderen Seite werden jedoch bewusst eigenständig gezielte Tests gemacht, um Erfahrungen zu sammeln, was nur durch eine eigene Testdurchführung gewährleistet werden kann.

Mögliche Anwendungsfälle in denen gezielt das Testzentrum die Tests als Dienstleistung für Externe durchführt wurden benannt:

- ▶ Test für Verkehrsunternehmen, da Verkehrsunternehmen meist vollständig getestete und zugelassene Fahrzeuge benötigen und sich i. d. R. nicht in großem Umfang an Forschungs- und Entwicklungsvorhaben beteiligen.
- ▶ Tests für Genehmigungsbehörden, um spezielle Fragestellungen zu untersuchen.
- ▶ Tests für Fahrzeughersteller:innen in bestimmten Bereichen, die sie selbst nicht abdecken können oder wollen.

7 Hinweis: Enthaltung zweier Genehmigungsbehörden

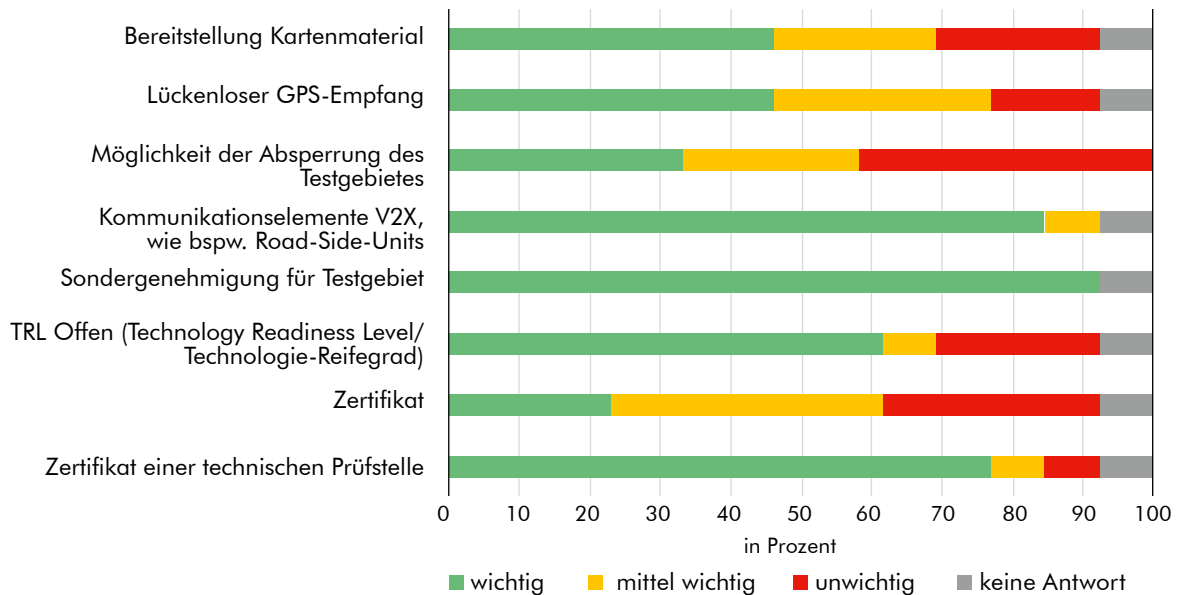
Voraussetzungen für ein attraktives Testzentrum

Die Voraussetzungen für ein attraktives Testzentrum wurden sowohl in einer offenen als auch geschlossenen Fragestellung mit unterschiedlichen Kategorisierungen abgefragt.

In der offenen Fragestellung haben sich folgende Voraussetzungen herausgestellt, die zur Steigerung der Attraktivität eines Testzentrums beitragen würden (Auflistung nach Anzahl der Nennungen):

- ▶ Verfügbarkeit von Echtzeit-Kartenmaterial
- ▶ Klare Regelungen zur Haftung und anderen rechtlichen Rahmenbedingungen
- ▶ Vorhalten und Nutzbarkeit jeglicher Bestandteile intelligenter Infrastruktur
- ▶ Aufbau eines virtuellen Testzentrums unter gleichen und/oder erweiterten Bedingungen zur Nutzung im Vorfeld oder anstatt der realen Nutzung
- ▶ Kooperation mit technischem Dienst bzw. technischer Prüfstelle
- ▶ Uneingeschränkter Zugang zum Testzentrum
- ▶ Erlangen eines international anerkannten Zertifikats
- ▶ Ermöglichen einer Parametrisierung (Strecke und Anforderungen) zur Leistungsbeschreibung
- ▶ Zukunftsorientierte Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung
- ▶ Datenhoheit der Kund:innen gewährleisten, hohe Datensicherheit
- ▶ Abbilden möglichst aller Gefäßgrößen

Nach der offenen Fragestellung wurden zusätzlich die in der folgenden Abbildung 3 dargestellten Punkte/Faktoren abgefragt und durch die Befragten zugeordnet.

Abbildung 3: Darstellung Voraussetzungen für ein attraktives Testzentrum inkl. Klassifizierung

Quelle: eigene Darstellung nach Expert:innengesprächen

Es wird deutlich, dass die folgenden Merkmale zur Attraktivität eines Testzentrums unter Realbedingungen maßgeblich beitragen würden: Straßenseitige Sondergenehmigung als Teil des momentan durch zwei Komponenten bestimmten Zulassungsverfahrens für das Testgebiet (siehe Kapitel 2.3), Nutzbarkeit von Kommunikationselementen für Vehicle-to-X (V2X) wie z. B. Road-Side-Units (RSU) die zur straßenseitigen Kommunikation von Fahrzeug und LSA genutzt werden, Ausstellung eines Zertifikates durch eine technische Prüfstelle für das Absolvieren bestimmter Tests im Testzentrum oder als Teil des Zulassungsprozesses sowie Offenheit bei Technologie-Reifegrad (Technology Readiness Level-TRL).

Als nicht besonders wichtig für die Attraktivität eines Testzentrums wurden hingegen die Möglichkeit der Absperrung des Testgebietes eingeordnet sowie die Ausstellung eines allgemeinen Zertifikates, welches nur das Absolvieren bestimmter Tests im Testzentrum bescheinigt und so als Gütesiegel dienen könnte.

Umgebungsanforderungen

Die erforderlichen Umgebungsanforderungen für ein Testzentrum wurden sowohl in einer offenen als auch geschlossenen Fragestellung mit verschiedenen Kategorisierungen abgefragt.

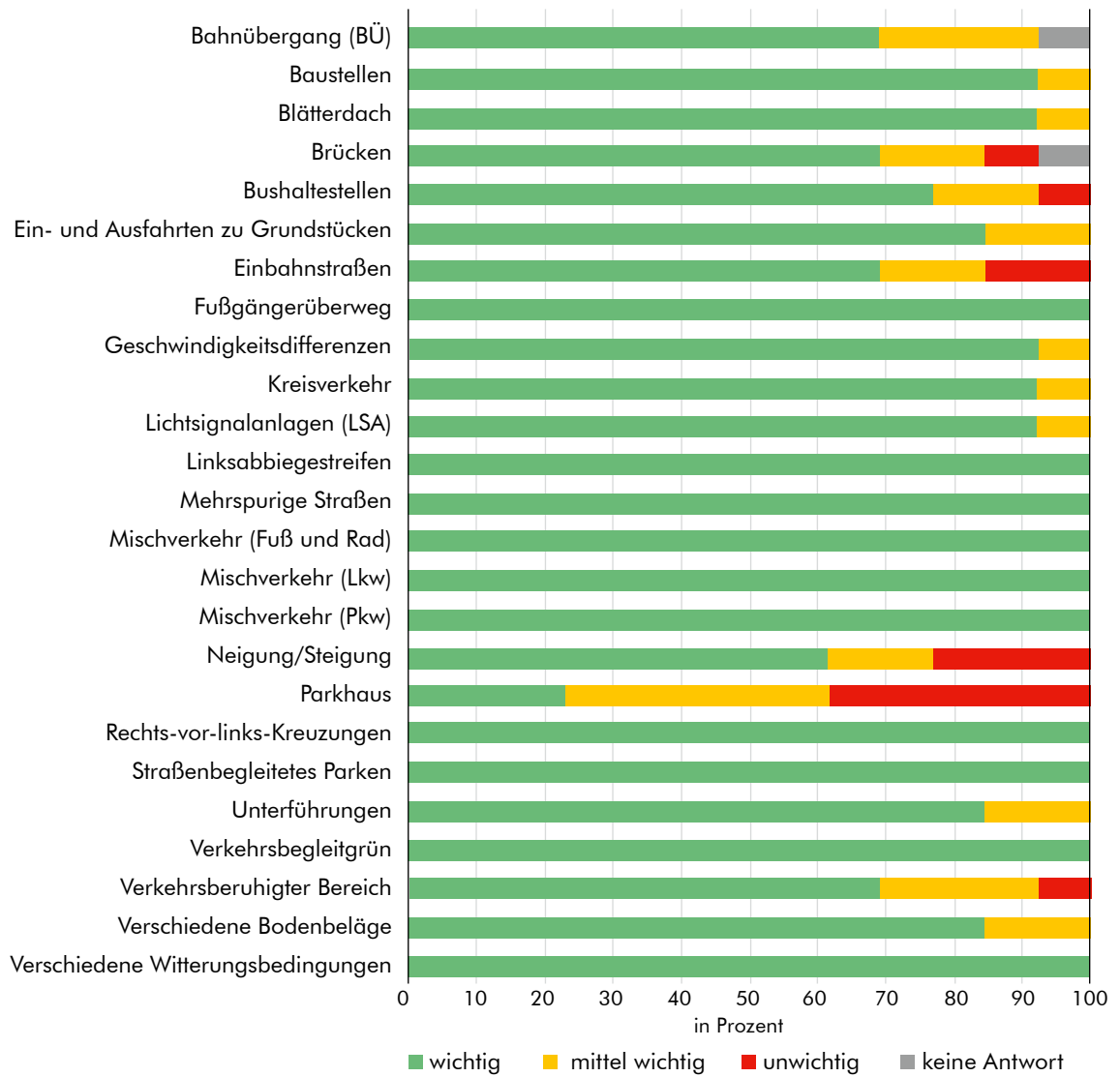
In der offenen Fragestellung haben sich folgende Anforderungen und Merkmale auf der Teststrecke als wichtig herausgestellt (Auflistung nach Anzahl der Nennungen von häufig nach weniger häufig):

- ▶ Fahren von Einsatzfahrzeugen (Polizei, Feuerwehr, Krankenwagen etc.) auf Teststrecke
- ▶ Jegliche Bestandteile intelligenter Infrastruktur werden vorgehalten
- ▶ Gegenverkehr freigegeben für Fahrräder in Einbahnstraßen
- ▶ Nutzbarkeit eines flächendeckenden 5G
- ▶ Zukunftsorientierte Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung
- ▶ Virtuelle Haltestellen im Planungssystem/Dispositionssystem
- ▶ Verschiedene Störsignale, Cyber Sicherheit, Auswertung auf Teststrecke vorhanden/könnten simuliert werden
- ▶ Speziellere Anforderungen z. B. Poller Elbstraße
- ▶ Kreuzungen mit und ohne klare Sicht
- ▶ Verkehrsregelung durch Handzeichen
- ▶ Intelligente Verkehrsschilder auf Teststrecke vorhanden
- ▶ V2X-Kommunikation auf Teststrecke vorhanden
- ▶ „Blanke Straßen“ ohne Lokalisierungspunkte im Testzentrum vorhanden
- ▶ Intelligente Baustellenerkennung kann getestet werden
- ▶ Brücken in verschiedenen Ausführungen sind vorhanden

Nach der offenen Fragestellung wurden zusätzlich die in der folgenden Abbildung 4 dargestellten Punkte/Faktoren abgefragt und durch die Befragten eingeordnet.

Die Abbildung 4 zeigt auf, dass zunächst die meisten Umgebungsanforderungen von allen Akteur:innen als wichtig bewertet wurden. Lediglich das Befahren eines Parkhauses, die topografische Anforderung der Neigung und Steigung sowie Einbahnstraßen und verkehrsberuhigte Bereiche wurden als weniger wichtig bewertet, jedoch dennoch überwiegend als relevant eingestuft.

Abbildung 4: Darstellung Umgebungsanforderungen inkl. Klassifizierung



Quelle: eigene Darstellung nach Expert:innengesprächen

Vorteile Testzentrum unter Realbedingungen

Von allen Akteur:innen benannt wurde der wesentliche Vorteil der Unvorhersehbarkeit im Realbetrieb. Dies impliziert ebenfalls, dass Situationen entstehen, die unter Laborbedingungen nicht abgebildet werden können.

Weiterhin wurden genannt:

- ▶ Autonomes bzw. automatisiertes Fahren ist zugänglich für die Öffentlichkeit.
- ▶ Schneller Fortschritt kommt mit Betrieb unter Realbedingungen.
- ▶ Genehmigungsprozess wird durchlaufen.

Nachteile und Risiken Testzentrum unter Realbedingungen

Die genannten Nachteile und Risiken waren (Listung nach absteigender Anzahl der Nennungen):

- ▶ Erhöhtes Unfallrisiko
- ▶ Irritation anderer Verkehrsteilnehmer:innen
- ▶ Es kann keine Testumgebung geboten werden, die allgemein und repräsentativ genug ist
- ▶ Keine Replizierbarkeit
- ▶ Größere Gefäßgrößen erzeugen höheres Eskalationsrisiko
- ▶ Schlechte Presse für automatisierte Shuttles bei Vorfällen
- ▶ Haftungsfrage unklar
- ▶ Schwierigkeiten bei Interaktion mit nicht vernetzten Verkehrsteilnehmer:innen
- ▶ Feedback von Fahrgästen ist wichtig, aber Feedback aus Lauenburg ist nicht repräsentativ
- ▶ Testzentrum nur temporär sinnvoll

Dienstleistungsangebot Testzentrum⁸

Das geeignete Dienstleistungsspektrum eines Testzentrums wurde sowohl in einer offenen als auch geschlossenen Fragestellung mit Klassifizierungen abgefragt.

In der offenen Fragestellung haben sich folgende Dienstleistungen als wichtig herausgestellt (Auflistung nach Anzahl der Nennungen):

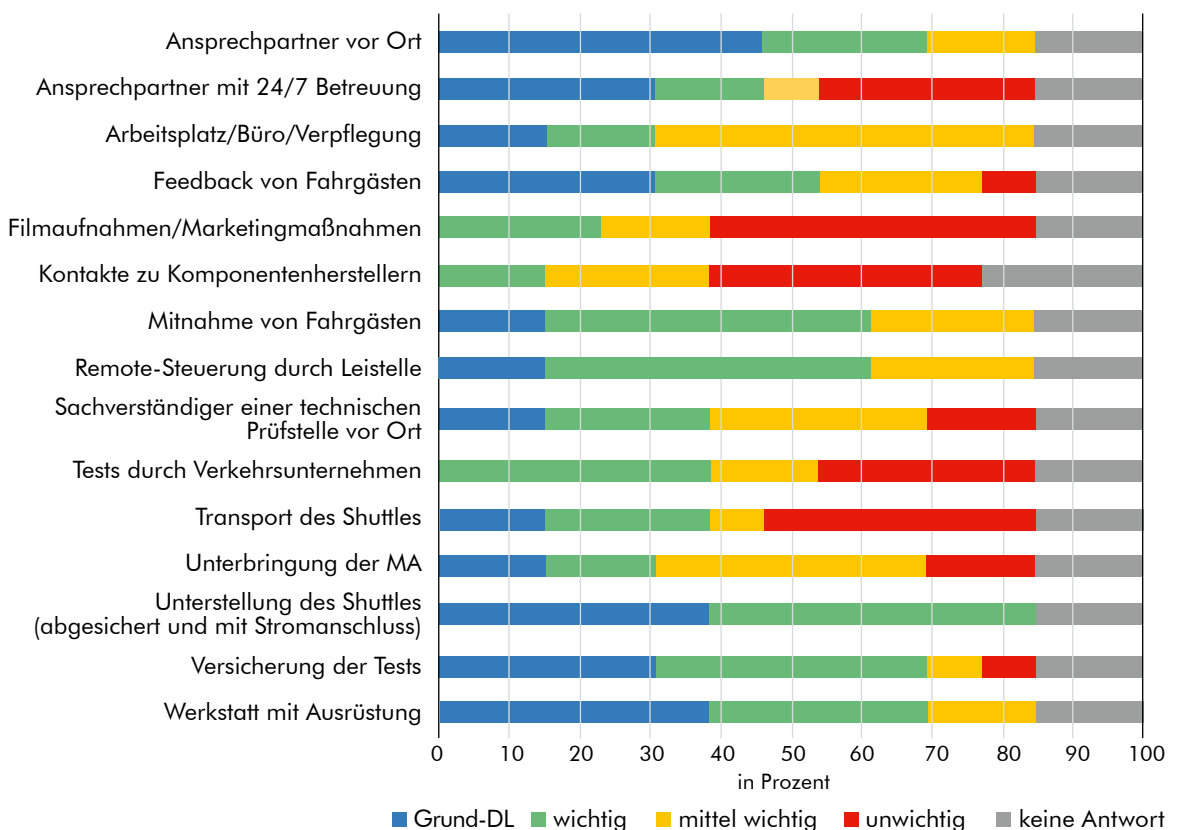
- ▶ Ansprechpartner vor Ort während des Testzeitraums (tagsüber, nachts)

⁸ Hinweis: Enthaltung zweier Genehmigungsbehörden

- ▶ Kontakt zu behördlichem Kompetenzteam
- ▶ Zukunftsorientierte Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung
- ▶ Sicheres WLAN
- ▶ Besondere Sicherung der Fahrzeuge
- ▶ Unterstellung auch für größere Fahrzeuge

Nach der offenen Fragestellung wurden zusätzlich die in der folgenden Abbildung 5 dargestellten Punkte/Faktoren abgefragt und durch die Befragten zugeordnet. Als neue Kategorie wurde hier die „Grunddienstleistung“ (Grund-DL) eingeführt, die aufzeigen soll, welche Dienstleistungen unabdingbar sind.

Abbildung 5: Darstellung Dienstleistungen inkl. Klassifizierung



Quelle: eigene Darstellung nach Expert:innengesprächen

Die Abbildung 5 zeigt auf, dass folgende Dienstleistungen überwiegend als Grunddienstleistung oder besonders wichtig eingestuft wurden (Listung nach Anzahl der Nennung):

- ▶ Unterstellung der Fahrzeuge (abgesichert und mit Stromanschluss)
- ▶ Ansprechpartner:innen vor Ort
- ▶ Werkstatt mit Ausrüstung
- ▶ Versicherung der Tests
- ▶ Remotesteuerung durch Leitstelle
- ▶ Mitnahme von Fahrgästen

Als unwichtig oder weniger wichtig wurden folgende Dienstleistungen eingestuft:

- ▶ Kontakte zu Komponentenhersteller:innen
- ▶ Filmaufnahmen/Marketingmaßnahmen
- ▶ Transport des Shuttles

Nutzungs- und Abrechnungskonditionen⁹

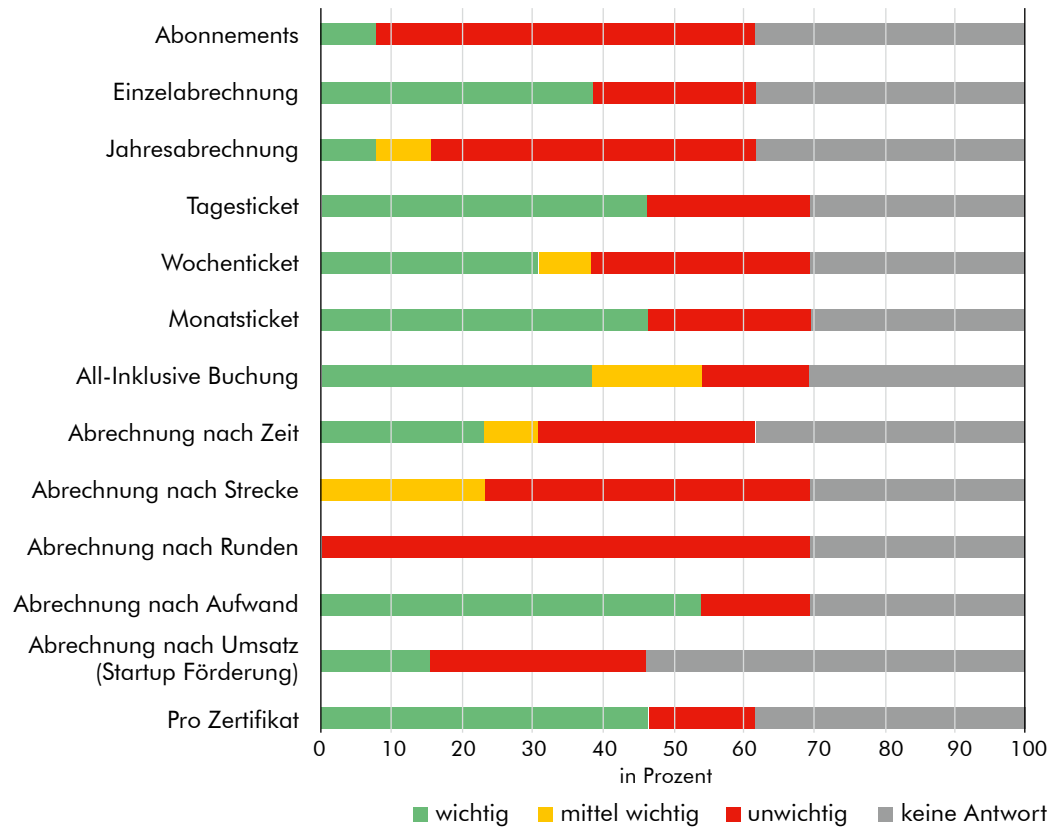
In der offenen Fragestellung hat sich die Abrechnung nach Leistung als besonders wichtig herausgestellt. Ebenfalls zu erwähnen ist, dass die generelle Zahlungsbereitschaft für das Testzentrum nur vorhanden ist, wenn es für den jeweiligen Kund:innen aus Gesamtkostensicht lohnend ist.

Die folgende Abbildung 6 zeigt ebenfalls die abgefragten Nutzungs- und Abrechnungskonditionen inkl. der Kategorisierung.

Hervorzuheben ist, dass die Abrechnung nach Aufwand, pro Zertifikat sowie Zeittickets als sinnvolle Nutzungs- und Abrechnungskonditionen eingestuft wurden. Die Einzelabrechnung der Leistung wird dabei bevorzugt.

Als irrelevant eingestuft wurden die Abrechnung nach den zurückgelegten Runden oder Strecke.

9 Hinweis: Enthaltung von vier Genehmigungsbehörden

Abbildung 6: Darstellung Nutzungs- und Abrechnungskonditionen inkl. Klassifizierung

Quelle: eigene Darstellung nach Expert:innengesprächen

Vernetzung/Netzwerk

Alle Befragten empfinden die Vernetzung unter den Kund:innen bzw. Nutzer:innen des Testzentrums als wichtig. Die Zahlungsbereitschaft für das Netzwerk wird als gering angesehen und die Netzwerkaktivitäten sollten inklusive sein.

Als Ausgestaltungsmöglichkeiten eines Netzwerks wurden genannt (Listung nach Anzahl Nennungen):

- ▶ Digitale Plattform
- ▶ Netzwerktreffen
- ▶ Netzwerktreffen mit Themenbezug z. B. zu Standardisierungsthemen, Cluster etc.
- ▶ Austausch mit und zwischen Genehmigungsbehörden

Gütermitnahme

In der ergänzenden Frage wurde Bezug auf das Folgeprojekt TaBuLa-LOG genommen. Es wurde zum größten Teil Interesse bekundet, die Gütermithnahme im ÖPNV in Zukunft zu testen, jedoch stellt dieses Thema derzeit keine Priorität in der Entwicklung der automatisierten Fahrzeuge oder der Angebote mit diesen dar und würde daher nur als Ergänzung zu relevanten Tests gesehen werden.

Als wichtige und adressierende Bestandteile im geteilten Personen- und Güterverkehr wurden beispielsweise gleichzeitiger Einsatz und Disposition verschiedener Fahrzeuge/Komponenten des Systems (z. B. Shuttle, Transportbehälter und Roboter) sowie deren Zusammenwirken und die Priorisierung der Besetzung im geteilten Personen- und Güterverkehr genannt.

3.2.2 Fazit

Die gewählte Methodik der Datenerhebung hat großen Aufschluss über den tatsächlichen Bedarf in den einzelnen Akteur:innengruppen gebracht und teilweise schon konkrete Ansätze für ein mögliches Angebotsportfolio im Testzentrum aufgezeigt.

Im Laufe der Interviews hat sich gezeigt, dass sowohl die Infrastrukturerhersteller:innen als auch Kommunen durchaus relevante Akteur:innen für das Testzentrum darstellen, weshalb deren Perspektiven bei Konkretisierung der Überlegungen genauer untersucht werden sollten.

Die Bestandsaufnahme zur Bedarfsidentifizierung eines Testzentrums hat einen Überblick gegeben, welche Idealvorstellung am Markt herrscht. Die identifizierten Anforderungen, Voraussetzungen und Wünsche sind teilweise eindeutig, teilweise noch genauer zu spezifizieren.

Folgende Punkte wurden als Chance eines Testzentrums unter Realbedingungen identifiziert:

- ▶ Realtests bieten die größten Entwicklungs- und Testmöglichkeiten
- ▶ Sammeln von Betriebserfahrung
- ▶ Neukund:innengewinnung für Fahrzeughersteller:innen
- ▶ Mitwirken/Erwirken von Zulassung und Standardisierung
- ▶ Tests vieler Bestandteile intelligenter Infrastruktur im Testzentrum
- ▶ Zugang zu Behörden, technischen Prüfstellen und sonstigen Zulassungsprozessen
- ▶ Herstellerunabhängige Tests des zeitlich parallelen Einsatzes und der Disposition mehrerer, auch verschiedener Fahrzeuge
- ▶ Hersteller:innenunabhängige Tests der Remote-Steuerung durch eine Leitstelle

Grundsätzlich ist hervorzuheben, dass Zulassungs- und Standardisierungsvorhaben in einem Testzentrum momentan rechtlich ausgeschlossen sind. Es ist nicht möglich, wie häufig in den Interviews gewünscht, durch das Absolvieren des Testzentrums eine Zulassung zu erhalten.

Es ist darauf zu verweisen, dass besonders folgende Punkte in den Interviews als Herausforderungen im Aufbau eines solchen Testzentrums genannt wurden:

- ▶ Testzentrum nur temporär sinnvoll
- ▶ Eigene Testzentren der Technischen Prüfstellen
- ▶ Keine Replizierbarkeit
- ▶ Abbildung aller Gefäßgrößen im Testzentrum erforderlich
- ▶ Angebot aller notwendigen Tests in einem Testzentrum nicht möglich
- ▶ International anerkanntes Zertifikat oder Zulassungstest durch Tests im Testzentrum
- ▶ Möglichkeit einer hersteller:innen unabhängigen Fahrzeugdisposition
- ▶ Unklare Haftungsfrage
- ▶ Zahlungsbereitschaft für Testzentrum, nur wenn aus Gesamtkostensicht lohnend

Auffällig häufig wurden während der Interviews folgende Merkmale oder Punkte genannt:

- ▶ Fahrzeughersteller:innen als Zielgruppe des Testzentrums
- ▶ Vorteil der Unvorhersehbarkeit im Realbetrieb
- ▶ Zahlungsbereitschaft für das Testzentrum nur, wenn aus Gesamtkostensicht lohnend
- ▶ Verkehrsunternehmen beschaffen nur vollständig getestete Fahrzeuge
- ▶ zukunftsorientierte Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung
- ▶ Interesse an einem digitalen Netzwerk über beispielsweise eine Plattform
- ▶ viel Öffentlichkeitsarbeit, um die übrigen Verkehrsteilnehmer:innen für die automatisierten Fahrzeuge zu sensibilisieren, sodass die Häufigkeit von Irritationen und somit das Unfallrisiko sinkt

Ein wichtiger ebenfalls häufig genannter Punkt in den Interviews war, dass es vorteilhaft wäre, einen virtuellen Zwilling des Testzentrums für

Tests vor den Realbedingungen zu haben. Dort könnten unter virtuellen Bedingungen, aber mit Echtzeitdaten erste Tests durchgeführt werden. Dadurch würde das Risiko bei Tests unter Realbedingungen noch weiter gesenkt werden. Außerdem könnte man eine virtuelle Umgebung sehr schnell anpassen und Neuheiten der Infrastruktur oder gar weitere Umgebungen einbauen und ergänzen, sodass die virtuelle Umgebung immer auf dem neusten Stand wäre.

Das Ziel, Grundlagen für die Konzeption des Testzentrums unter Realbedingungen zu schaffen, konnte gemeinsam mit den Expert:innen erreicht werden, sodass ein attraktives Angebot und ein Mehrwert für die identifizierten Nutzer:innengruppen entstehen kann. Dieses Angebotsportfolio einschränkende Faktoren stellen die rechtlichen Rahmenbedingungen und die hohen Kosten bei geringer Zahlungsbereitschaft dar. Die Einbeziehung der relevanten Faktoren und Merkmale zur Entwicklung eines Geschäftsmodells ermöglichen in den nächsten Schritten, zunächst die identifizierten Varianten des Testzentrums zu beschreiben und schließlich denkbare Geschäftsmodelle grob abzustecken.

4 VARIANTENENTWICKLUNG UND KONKURRENZANALYSE

Bei der Variantenentwicklung für ein Testzentrum werden auf Basis der zuvor ermittelten Ergebnisse drei mögliche Ausgestaltungsvarianten aufgezeigt. Dies erfolgt unter Einbezug der identifizierten Zielgruppen und Nutzungsoptionen bzw. Dienstleistungen je Variante.

Zudem wird das Angebot der Konkurrenten zu den entwickelten Varianten näher untersucht, sodass vor der Geschäftsmodellentwicklung die Marktsättigung eingeschätzt werden kann und die wesentlichen Alleinstellungsmerkmale (engl. Unique Selling Point – kurz: USPs) für das eigene Vorhaben entwickelt werden können.

4.1 Entwicklung von Varianten

4.1.1 Variante technisches Testzentrum

Diese Variante eines Testzentrums verfügt über einen technischen Schwerpunkt für Fahrzeug-, Infrastruktur- und Komponentenhersteller:innen sowie indirekt für Genehmigungsbehörden. Im Kern sollen hierbei den am EU-Markt vorhandenen Fahrzeughersteller:innen und Infrastrukturersteller:innen gebündelte Tests ermöglicht und ein großes Portfolio herausfordernder Umgebungsanforderungen vorgehalten werden. So könnten Schnittstellen vom Fahrzeugsystem zu Infrastruktureinheiten und anderen Verkehrsteilnehmenden sowie ggf. auch die zukunftsorientierte Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung getestet werden. Außerdem könnten so Problemlösungen und Kompetenzbündelung bzgl. Standardisierung und Zulassung ermöglicht werden.

Folgende Dienstleistungen sind als Angebot eines technischen Testzentrums denkbar und als Ergebnis der Bedarfsidentifizierung ermittelt worden:

- ▶ Gebündelte Tests für Fahrzeughersteller:innen und Infrastrukturersteller:innen
- ▶ Tests von Schnittstellen und ggf. auch der zukunftsorientierten Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung
- ▶ Problemlösung, Netzwerkaktivitäten und Kompetenzbündelung bzgl. Standardisierung und Zulassung

- ▶ Vorhalten möglichst vieler variabler Umgebungsanforderungen, die für die derzeitige Technologie eine Herausforderung darstellen
- ▶ Unterstützung bei Fahrtests
- ▶ Mitnahme von Fahrgästen und dadurch u. a. Nutzer:innen-akzeptanzuntersuchungen
- ▶ Unterstellung der Fahrzeuge (abgesichert und mit Stromanschluss)
- ▶ Ansprechpartner:innen mit Betreuung während der Tests
- ▶ Werkstatt mit Ausrüstung
- ▶ Remotesteuerung durch Leitstelle ermöglichen
- ▶ Verfügbarkeit von Echtzeit-Kartenmaterial
- ▶ Kooperation mit technischem Dienst oder technischer Prüfstelle
- ▶ Ermöglichen einer Parametrisierung (Strecke und Anforderungen) zur Leistungsbeschreibung
- ▶ Kontakt zu behördlichem Kompetenzteam
- ▶ Arbeitsplatz/Büro, Verpflegung
- ▶ Vernetzung (digitale und persönliche Treffen)

Als politisch interessierte Stakeholder für ein technisch orientiertes Testzentrum, durch das automatisiertes und vernetztes Fahren der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird, wurden identifiziert:

- ▶ Bund (BMVI)
- ▶ Bundesländer: (Hamburg,) Schleswig-Holstein, Niedersachsen
- ▶ Stadt Lauenburg/Elbe
- ▶ ggf. Kreis Herzogtum Lauenburg wg. Zulassung
- ▶ Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)
- ▶ Verband der Technischen Überwachungs-Vereine (VdTÜV)

4.1.2 Variante Testzentrum zu Demonstrationszwecken

Das Testzentrum für Demonstrationszwecke bietet Fahrzeughersteller:innen und Verkehrsunternehmen sowie indirekt Kommunen als Aufgabenträger:innen und Genehmigungsbehörden die Möglichkeit, dass die Verkehrsunternehmen die am europäischen Markt verfügbaren Fahrzeuge vor Ort testen können, auch in Zusammenhang mit der Infrastruktur und möglichst vielen variablen Umgebungsanforderungen. So können auch Fahrzeughersteller:innen Kund:innengewinnung über Demonstrationstage betreiben.

Folgende Dienstleistungen sind als Angebot eines Testzentrums zu Demonstrationszwecken denkbar und als Ergebnis der Bedarfsidentifizierung ermittelt worden:

- ▶ Netzwerkaktivitäten
- ▶ Vergleich von Fahrzeug-Modellen und deren ÖPNV-Eignung
- ▶ Betriebstests verfügbarer Fahrzeuge durch Verkehrsunternehmen
- ▶ Betriebstests verfügbarer Fahrzeuge durch Verkehrsunternehmen in Zusammenhang mit der Infrastruktur
- ▶ Demos zur Kund:innengewinnung für Fahrzeughersteller:innen
- ▶ Unterstützung der Verkehrsunternehmen bei der Auswahl eines Fahrzeugs
- ▶ Vorhalten möglichst vieler variabler Umgebungsanforderungen, die für die derzeitige Technologie eine Herausforderung darstellen und ggf. entsprechende Gebietsausweitung, um diese zu schaffen
- ▶ Unterstellung der Fahrzeuge (abgesichert und mit Stromanschluss)
- ▶ Ansprechpartner:innen mit Betreuung während der Tests
- ▶ Werkstatt mit Ausrüstung
- ▶ Mitnahme von Fahrgästen und dadurch u. a. Nutzer:innen-akzeptanzuntersuchungen
- ▶ Remotesteuerung durch eingerichtete Leitstelle
- ▶ Verfügbarkeit von Echtzeit-Kartenmaterial
- ▶ Parametrisierung (Strecke und Anforderungen) zur Leistungsbeschreibung
- ▶ Kontakt zu behördlichem Kompetenzteam
- ▶ Arbeitsplatz/Büro, Verpflegung

Politisch interessierte Stakeholder:

- ▶ Bundesländer: (Hamburg,) Schleswig-Holstein, Niedersachsen
- ▶ ggf. Kreis Herzogtum Lauenburg wg. Zulassung
- ▶ Kommunen als ÖPNV-Aufgabenträger:innen

4.1.3 Variante virtuelles Testzentrum

Das virtuelle Testzentrum ist eine Softwareplattform für Simulationszwecke für Fahrzeughersteller:innen, Verkehrsunternehmen, Infrastrukturhersteller:innen, Komponentenhersteller:innen sowie indirekt Kommunen als Aufgabenträger:innen und Genehmigungsbehörden. Schwerpunkt ist

der Erkenntnisgewinn bezüglich der Fahrzeugentwicklung, der Infrastrukturentwicklung sowie der Komponentenentwicklung im Zusammenspiel mit diversen simulierten Umgebungsanforderungen und vor allem mit weiteren Fahrzeugen (V2V) oder Infrastruktur (V2X). So kann die Aktualität der Systeme bereits vor der realen Implementierung geprüft werden, da eine Möglichkeit besteht, die neusten System-Schnittstellen zu schaffen und so eine Sicherung/Verbesserung der Marktposition zu erlangen.

Folgende Dienstleistungen sind als Angebot eines virtuellen Testzentrums denkbar und als Ergebnis der Bedarfsidentifizierung ermittelt worden:

- ▶ Verfügbarkeit von V2X-Komponenten und damit verbundener Vernetzung zwischen Fahrzeugen, Infrastruktur-Einheiten und cloudbasierten Anwendungen im virtuellen Raum
- ▶ Uneingeschränkter Zugang (einzige Hürde ist die API)
- ▶ Bündelung und Auswertung wichtiger Umgebungsanforderungen auf digitaler Ebene
- ▶ Zugang zu virtuellem Flottenmanagementsystem inkl. Verkehrslenkung
- ▶ Vernetzung (digital und persönliche Treffen)

Politisch interessierte Stakeholder:

- ▶ Bund (BMVI)
- ▶ VDV, VdTÜV
- ▶ Kommunen als Aufgabenträger:innen

4.2 Konkurrenzanalyse

4.2.1 Methodik

Für die Einschätzung der Sinnhaftigkeit und Konkurrenzfähigkeit eines Testzentrums in Lauenburg/Elbe ist es wichtig, eine Analyse der Konkurrenz durchzuführen. Dabei wird auf folgende Fragen eingegangen: Sind die vorhandenen Testzentren der Prüforganisationen und der Hersteller:innen geeignet, alle Anforderungen zu erfüllen? Welchen Mehrwert

kann ein Testzentrum in Lauenburg/Elbe bieten? Sind perspektivisch Entwicklungen zu erwarten, die einer Einrichtung eines Testzentrums entgegenstehen könnten?

Unter einer Konkurrenzanalyse oder auch Wettbewerbsanalyse versteht man die Ermittlung der Anbieter:innen einer bestimmten Ware oder Dienstleistung in einem zuvor definierten Absatzmarkt, die direkte Konkurrent:innen darstellen. Darüber hinaus werden indirekte Konkurrent:innen identifiziert, die bedürfnisfremde oder entfernt verwandte Waren oder Dienstleistungen anbieten. Ferner werden Substitute ermittelt, die möglicherweise das ursprüngliche Produkt ersetzen könnten.

Die Konkurrenzanalyse wurde mit der Sekundärdatenerhebung durchgeführt. Bei der Sekundärdatenerhebung wird auf bereits bestehendes Material zurückgegriffen, wie Webseiten von Unternehmen/Projekten oder auch Artikeln aus diversen Zeitschriften. Zudem wurde die Auswahl der Konkurrent:innen auf den europäischen Raum begrenzt und nur die wichtigsten näher betrachtet.

Die zu untersuchenden Kriterien der Konkurrent:innen umfassen grob:

- ▶ Wirtschaftliche Struktur
- ▶ Position am Markt
- ▶ Organisation des Unternehmens/Projekts
- ▶ Angebotsportfolio
- ▶ Beziehungen zu Kund:innen, Lieferant:innen und zugehörige Kommunikationsstrukturen

Die Identifizierung der Strukturen und somit auch der Stärken und Schwächen der Konkurrenz ermöglichen langfristige Entscheidungen bezüglich einer Positionierung am Markt zu treffen und so Wettbewerbsvorteile zu generieren.¹⁰

Generell werden die Konkurrent:innen in drei Kategorien unterschieden:

- ▶ Direkte Konkurrent:innen: Gleiches Produkt, gleiche Kund:innen
- ▶ Indirekte Konkurrent:innen: Ähnliches Produkt, gleiche Kund:innen
- ▶ Substitute: Komplett abweichendes Produkt, gleiche Kund:innen

¹⁰ Vgl. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/konkurrenzanalyse-37329>, abgerufen am 18.05.2020.

Da es grundsätzlich keine Testfelder in Deutschland gibt, die auf den ÖPNV spezialisiert sind, wurden in dieser Untersuchung auch Testfelder als direkte Konkurrent:innen deklariert, die sich im öffentlichen Raum befinden und automatisiertes und vernetztes Fahren im Allgemeinen und im Individualverkehr umfassen.

Ferner wurden nur aus einer Vielzahl von Konkurrent:innen (siehe Anhang 13) einige ausgewählt und einer detaillierten Betrachtung unterzogen, um den Umfang der Analyse einzugrenzen. Dabei wurden lediglich diejenigen ausgewählt, die den ÖPNV inkludieren. Es ist darauf zu verweisen, dass es kein Projekt mit dem Schwerpunkt auf ÖPNV gibt. Der für die identifizierten Konkurrent:innen angefertigte Steckbrief ist in Anhang 2 und Anhang 3 zu finden.

4.2.2 Analyseergebnisse

Folgende Konkurrent:innen konnten identifiziert werden und wurden einer detaillierten Betrachtung unterzogen:

- ▶ Direkte Konkurrent:innen:
 - ▶ Teststrecke für automatisiertes und vernetztes Fahren in Hamburg (TAVF)
 - ▶ KoMoD/KoMoDnext in Düsseldorf
 - ▶ Digitale Testfeld Dresden
 - ▶ Testfeld Niedersachsen für automatisierte und vernetzte Mobilität (Braunschweig, Hannover und Hildesheim)

- ▶ Indirekte Konkurrent:innen:
 - ▶ Asta Zero (Schweden)
 - ▶ DEKRA-Gelände in der Lausitz
 - ▶ TÜV Süd

- ▶ Substitute:
 - ▶ PTV Planung Transport Verkehr AG mit dem Produkt PTV Vissim
 - ▶ IPG Automotive GmbH

Die in Anhang 4 bis Anhang 12 befindlichen Steckbriefe der einzelnen oben genannten Konkurrent:innen zeigen im Wesentlichen folgende wichtige Ergebnisse:

- ▶ Die ausgewählten Testzentren befinden sich auf einem privaten, abgeschlossenen Bereich oder im öffentlichen Raum.
- ▶ Es gibt kein Testzentrum, welches explizit für den Einsatz eines automatisierten Fahrzeugs im ÖPNV-Bereich ausgerichtet ist. Einzig das Projekt KoMoD hat eine ÖPNV-Priorisierung, aber keinen Schwerpunkt.
- ▶ Zulassungs- bzw. Prüfbehörden können selbst ein Testfeld vorweisen und gehören zu den indirekten Konkurrent:innen. Diese befinden sich jedoch nicht im öffentlichen Raum, sondern auf privatem Gelände.
- ▶ Das DEKRA-Testgelände ist ein privater Bereich ohne Mischverkehr mit Fußgänger:innen, Radfahrer:innen, etc. Dadurch lassen sich keine Alltagssituationen testen.
- ▶ Einige direkte Konkurrent:innen sind aus Förderprogrammen entstanden (KoMoD/KoMoDnext, TAVF, Niedersachsen). Daraus resultiert eine zeitlich beschränkte Nutzung des Testzentrums. Hierbei sind keine Informationen über die Nutzung der Testzentren gegenüber Dritter erhältlich. Das Digitale Testfeld in Düsseldorf (KoMoDnext) und TAVF werden als für Dritte zugänglich beworben.
- ▶ Es sind keine Preise für die Nutzung der Testzentren (direkter Konkurrent:innen) veröffentlicht.
- ▶ Die Auswahl der Teststrecken im öffentlichen Raum für den Realbetrieb wurde unterschiedlich gewählt. Darunter zählen Autobahnabschnitte und innerstädtischer Bereich, ausschließlich innerstädtischer Bereich, Autobahnabschnitte in Kombination mit Landes- und Bundesstraßen.
- ▶ Nicht nur kurze Streckenabschnitte stehen zum Testen zur Verfügung, sondern auch längere Strecken wie beispielsweise in Niedersachsen. Dort beträgt die Teststrecke 280 km.
- ▶ Im Digitalen Testfeld Dresden sind zum Teil Strecken mit straßenbündigen Bahnkörpern (Straßenbahnen) vorhanden.
- ▶ Die V2X- bzw. V2I-Kommunikation spielt bei den meisten Konkurrent:innen eine große Rolle.
- ▶ Die direkten Konkurrent:innen nutzen für die Infrastruktur den neuen Mobilfunkstandard 5G, LTE, 4G aber auch WLAN.
- ▶ LSA spielen bei den direkten Konkurrent:innen auch eine Rolle.
- ▶ Wenige Konkurrent:innen beschäftigen sich mit dem Thema IT-Sicherheit.

- ▶ Die meisten Testfelder bieten keine explizierten Dienstleistungen an, wie beispielsweise das AstaZero in Schweden. Daher wird davon ausgegangen, dass in den Testfeldern im öffentlichen Raum kaum eine Betreuung und Service garantiert wird.
- ▶ Mit Hilfe der Simulationssoftware der Substitute können virtuelle Prüfstände bzw. digitale Zwillinge von Testzentren erstellt werden. Dadurch ist es möglich, verschiedene Szenarien zu testen. Auch das Simulieren von verschiedenen Sensormodellen ist möglich. Dies garantiert jedoch keine Übertragbarkeit in den Realbetrieb.
- ▶ Nicht nur verschiedene Szenarien können mit einem Simulationstool simuliert werden, sondern auch das Verhalten der Fahrzeuge mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden sowie Verkehrsmittel und Verkehrsteilnehmer:innen. Beispielsweise ist das mit dem Produkt PTV Vissim möglich.

In Deutschland gibt es noch weitere Digitale Testfelder für das automatisierte und vernetzte Fahren im Realverkehr. Eine Auflistung dieser ist im Anhang 13 zu finden.

4.3 Fazit

Es konnte aufgezeigt werden, dass die USPs eines Testzentrums unter Realbedingungen in Lauenburg/Elbe der ÖPNV-Schwerpunkt, der Service sowie die herausfordernde Strecke (Anforderungen an die Technik), die Fahrgastmitnahme und der Mischverkehr (oder dies in Kombination) wären. Kein anderes Testzentrum unter Realbedingungen weist diese Merkmale derzeit auf. Die Fahrzeuge könnten für den Einsatz im ÖPNV verglichen und Fahrgäste befördert werden. Die einzigartige Vor-Ort-Infrastruktur in Lauenburg/Elbe stellt die heutige Technologie vor viele Herausforderungen.

Es kommt hinzu, dass Tests mit automatisierten Shuttles aufgrund der Technik und der finanziellen Ressourcen der am Markt befindlichen Hersteller:innen nicht dem gleichen Prozess folgen können, den die Automobilindustrie heute verfolgt und vor allem die Interaktion der Fahrzeuge mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen nur im realen Mischverkehr getestet werden kann.

Die Expert:innengespräche haben aufgezeigt, dass Standardisierung, Zulassung und Haftung wesentliche Bereiche sind, die noch Entwicklung und vor allem Kooperation mit Behörden und technischen Prüfstellen erfordern, um in einem Testzentrum vorangebracht zu werden. Wie oben

bereits beschrieben, können z. B. Zulassungsverfahren nach heutigem Stand nicht durch das Absolvieren von Tests in Einem erfolgen. Aus diesem Grund wurden zu den Zwischenergebnissen ein Workshop mit behördlichen Vertreter:innen und ein Expert:innengespräch mit einem Vertreter einer technischen Prüfstelle veranstaltet. Wesentliche Ergebnisse für die Entwicklung von Geschäftsmodellen der Testzentren sind u. a., dass Ergebnisse aus Pilotversuchen und Testzentren wesentliche Voraussetzungen darstellen, um rechtliche Grundlagen zu schaffen, da diese auf den Ergebnissen und Erfahrungen aufbauen. Weiterhin ist es wichtig, durch den Realbetrieb von automatisierten Fahrzeugen Akzeptanz anderer Verkehrsteilnehmer:innen zu stärken. Alle Testzentren mit gleichem oder ähnlichem Fokus sollten untereinander im Austausch stehen, sodass der Know-How-Transfer sichergestellt wird. Zusätzlich wird eine feste Verankerung der Aktivitäten zu Innovationsthemen in den Behörden benötigt (bundesweit, landesweit und auch in BASt und VdTÜV) und die öffentliche Hand sollte als Verwerter:in der Ergebnisse und als Sprachrohr in die deutschlandweite und europaweite Politik dienen. Nur gemeinsame Kooperation über die Institutionen hinaus und das Durchbrechen individueller Interessen kann eine Struktur schaffen, die vorher genanntes ermöglicht. Ferner wurde benannt, dass Typgenehmigungen für automatisierte Fahrzeuge wahrscheinlich erst mittelfristig erfolgen werden.

Der USP des ÖPNV wurde als äußerst wichtig für zukünftige Aktivitäten eingestuft.

5 GESCHÄFTSMODELL-ENTWICKLUNG

5.1 Entwicklung verschiedener Geschäftsmodelle

Im nächsten Schritt werden die drei ermittelten Varianten zu Geschäftsmodellen für das „TaBuLa-Testzentrum für automatisierten und vernetzten Busverkehr“ weiterentwickelt. Dabei werden die Aspekte grob beschrieben, die zur Planung und Umsetzung des kommerziellen Betriebes eines Testzentrums auf den vorhandenen Strecken in Lauenburg/Elbe erforderlich sind. Dazu gehören die Geschäftsidee, Markt und Wettbewerb, Marketing, Organisation und Mitarbeiter:innen, Risiken und Chancen und Finanzen (Ertragsabschätzung und Kapitalbedarf).¹¹ Damit wird eine Entscheidungsgrundlage für die weitere Vorgehensweise geschaffen.

Es werden die verschiedenen Aspekte jeweils beschrieben, Doppelungen in den Textpassagen sind hier nicht zu vermeiden.

5.1.1 Geschäftsmodell technisches Testzentrum

Geschäftsidee und Kund:innennutzen

Die angebotenen Dienstleistungen bestehen in der Nutzung der ausgebauten Strecken für Fahrzeug- und Komponententests sowie der Werkstatt und der Büroräume. Die Strecken sind bereits für das automatisierte Fahren hergerichtet und zur Weiterentwicklung der Soft- und Hardware kann das Nutzungsverhalten von Fahrgästen eingebracht werden. So können Betriebserfahrungen im Realbetrieb gesammelt werden, was insbesondere für Zulassung und Standardisierung von Fahrzeug und Infrastruktur zuträglich ist. Außerdem werden Netzwerkaktivitäten angeboten. Durch die Vernetzung mit anderen Unternehmen aus verschiedenen beteiligten Branchen, können Synergien genutzt werden. Das Testzentrum ist hersteller:innenunabhängig und offen für alle technologischen Entwicklungsstufen. Die Technologieoffenheit begünstigt außerdem den Markteinstieg für Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) oder Start-Ups durch Reduzierung der Barrieren für Tests. Große Fahrzeughersteller:innen (Original Equipment Manufacturer – OEM)

11 Quelle: Existenzgründungsportal des BMWi, Businessplan – Gliederung. Online abrufbar unter: <https://www.existenzgruender.de/DE/Gruendung-vorbereiten/Businessplan/Gliederung/inhalt.html>, abgerufen am 18.05.2020.

haben oft ihre eigenen Testfelder unter Laborbedingungen. Die Besonderheit im Vergleich zu anderen Testfeldern stellt der ÖPNV-Schwerpunkt dar, es ist das einzige Testzentrum mit diesem Fokus. Die öffentliche Verwaltung im Kreis Lauenburg/Elbe verfügt durch das Projekt TaBuLa(-LOG) über eine Expertise bezüglich Genehmigungsfragen, unterstützt das Vorhaben und gestaltet es mit, wodurch bürokratische Hürden vermindert werden. Außerdem wird die Technologie von der Bevölkerung akzeptiert, was die Umsetzung eines Testzentrums „vor der eigenen Haustür“ einfacher gestaltet. Für die Nutzung des Testzentrums werden Entgelte fällig, je nach Länge als Einmalbeitrag, Abonnements oder Mitgliedsbeitrag. Außerdem werden entgeltpflichtige Fachveranstaltungen durchgeführt.

Der Nutzen für die Kund:innen bzw. Nutzer:innen des Testzentrums (beschrieben in Kapitel 3.2.11) ergibt sich aus dem Erkenntnisgewinn zur eigenen Entwicklung von Fahrzeug/-system oder Infrastruktur-Komponenten und dem Beitrag zur Risikominimierung. Durch die Lage im öffentlichen Raum werden die Erfolge sichtbar und es kann eine Vergleichbarkeit hergestellt bzw. der öffentliche Dialog vertieft werden. Durch den direkten Zugang zu Expert:innen in den Bereichen Zulassung und ÖPNV sowie dem zugehörigen Netzwerk können Standards mitgestaltet und die Kund:innenbedürfnisse von zukünftigen Fahrgästen ermittelt werden. Im Testzentrum bieten sich die Möglichkeiten, die eigenen Entwicklungen an die neusten System-Schnittstellen (V2X) anzupassen, sowie eine hersteller:innen unabhängige Plattform zur zukunftsorientierte Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung zu testen (beispielsweise von Bestmile).

Marktübersicht

Die potenziellen Kund:innen sind Fahrzeug-, Infrastruktur- und Komponentenhersteller:innen aus der Europäischen Union mit Schwerpunkt Deutschland und Frankreich. Als indirekte Zielgruppe gehören dazu auch Genehmigungsbehörden. Die Ergebnisse der Tests seien für die Gesetzgebung und Entwicklung entsprechender Regularien von großer Bedeutung. Daher besteht bei den Genehmigungsbehörden ein institutionelles Interesse. Durch das Angebot im Testzentrum werden folgende Bedürfnisse bzw. Probleme abgedeckt: Die Umsetzung des autonomen Fahrens ist sehr komplex und es sind viele verschiedene Bestandteile erforderlich (Hard- und Software der Fahrzeuge, Telekommunikation, Straßeninfrastruktur, HD-Karten, usw.) Im Realbetrieb muss das Fahrzeugsystem vielfältige Anforderungen/Fahrsituationen sicher bewältigen. Im Testzen-

trum können Daten und Erfahrungswerte gesammelt werden, um die Produkte und Dienstleistungen weiterzuentwickeln. Verkehrsunternehmen wollen vollständig entwickelte und getestete Fahrzeuge einsetzen, aber noch fehlt es an technischen Normen, auf deren Grundlage höher automatisierte Fahrzeuge eine Typenzulassung erhalten könnten. Gleichzeitig gibt es nicht genügend geeignete und ausgerüstete Strecken, um an der Weiterentwicklung von Fahrfunktionen arbeiten zu können.

Es handelt sich um einen Nischenmarkt für Geschäftskund:innen, die im Bereich automatisiertes/autonomes und vernetztes Fahren mit Klein- oder Minibussen tätig sind oder sich dieses Feld erschließen wollen. Dazu gehören sowohl junge, innovative Unternehmen als auch etablierte aus den Branchen Industrie und Maschinenbau, Automobil- und Fahrzeugbau, Telekommunikation und Informationstechnologie. Der Markt der in Europa aktiven Fahrzeughersteller:innen beschränkt sich aktuell noch auf wenige Unternehmen. Wegen der geringen Menge an Marktteilnehmern können diese als Großkund:innen gelten und somit als sehr wichtige Kund:innen zum erfolgreichen Implementieren eines Testzentrums. Über Referenzkund:innen verfügt das Testzentrum in seiner aktuellen Form nicht, weil der Aufwand für den Einsatz eines automatisierten Shuttle-Busses zu hoch ist, als dass sich ein nicht bezahlter Testbetrieb lohnen würde bzw. besteht von Betreiber:innen des ÖVs eine Nachfrage nach bezahlten Testeinsätzen. Tests für neue Funktionen führen die Fahrzeughersteller:innen auf ihren eigenen Testgeländen im privaten Raum durch. Demnach wird das kurz- und langfristige Umsatzpotenzial als gering eingeschätzt. Eine Zahlungsbereitschaft ist nur dann gegeben, wenn sich dies aus Gesamtkostensicht lohnt, also eine generelle Betriebserlaubnis für den öffentlichen Raum damit verbunden wäre o. ä. Dies lässt sich mit der aktuellen Gesetzeslage jedoch nicht darstellen.

Am Markt gibt es weitere Testzentren, diese sind im Kapitel 4.2 aufgezeigt. Bei der Variante des technischen Testzentrums ist insbesondere die direkte Konkurrenz zu betrachten. Deren Stärke ist, dass die Teststrecken der Konkurrenz im öffentlichen Raum unterschiedliche Streckenabschnitte abdecken. Beispielsweise Autobahnabschnitte und innerstädtischer Bereich, ausschließlich innerstädtischer Bereich, Autobahnabschnitte in Kombination mit Landes- und Bundesstraßen. Wiederholende Tests unter gleichen Bedingungen sind möglich.

Eine große Schwäche der Konkurrenz ist, dass keines der Testzentren ausschließlich auf den ÖPNV ausgerichtet ist. Des Weiteren bieten die meisten keine zusätzlichen Dienstleistungen an. Somit ist keine Betreuung gewährleistet.

Standort

Der Standort Lauenburg/Elbe bietet den Vorteil, dass die Gegebenheiten vor Ort herausfordernd, aber für die Technologie aktuell bereits zu bewältigen sind (u. a. Anforderungen aus starken Neigungen, Bundesstraße mit hoher Verkehrsstärke, Ansteuerung von Poller- und Lichtsignalanlagen). Zudem wurde im Projekt TaBuLa(-LOG) bereits gezeigt, dass diese gut geeignet sind für Tests zum automatisierten Fahren mit Shuttles im ÖPNV. Dank der guten Anbindung an Hamburg ist die Stadt schnell erreichbar und die Verfügbarkeit von Hotels/Pensionen und Restaurants eignet sich für berufliche Aufenthalte. Aufgrund eines Streckenabschnitts vor der einmaligen Altstadtkulisse bietet sich außerdem ein attraktives Bild des Fahrzeugbetriebes für Marketingzwecke. Die Strecken liegen im öffentlichen Raum, was eine Fahrzeugzulassung erforderlich macht. Lauenburg/Elbe steht repräsentativ für Kleinstädte und suburbane Gebiete, Umgebungsanforderungen aus anderen Raumkategorien wie Autobahn oder urbane Zentren (mehrspurige Straßen) sind nicht gegeben. Jedoch könnten die Strecken auf den ländlichen Raum ausgeweitet werden, sobald die Fahrzeuge höhere Geschwindigkeiten als 25 km/h bewältigen können und dürfen. Durch den Austausch mit weiteren Testfeldern anderer Raumkategorien ständen zudem auch Ergebnisse mit anderen Umgebungsanforderungen zur Verfügung.

Unternehmensorganisation

Im neu zu gründenden Unternehmen wird die strukturelle und die operative Organisation getrennt. Durch den Förderbedarf und das öffentliche Interesse am Testzentrum ergibt sich der Einbezug einer öffentlichen Stelle in die Gestaltung und strategische Entscheidungen (auf Ebene Land Schleswig-Holstein oder Metropolregion Hamburg). Diese wird sich politisch und organisatorisch beteiligen, die Ergebnisse verwerten und die Schnittstelle zum Bund bilden. Die operative Geschäftsführung soll durch eine geeignete Betreiberfirma erfolgen (z. B. Stadtbetriebe Lauenburg AöR oder Versorgungsbetriebe Elbe GmbH). Als Rechtsform bietet sich die Gesellschaft mit beschränkter Haftung an.

Der Personalbedarf besteht in drei Mitarbeiter:innen und einem Netzwerk an Spezialist:innen, die bei Bedarf konsultiert werden können (Jurist:innen, Normgeber:innen wie BAST, TÜV/DEKRA etc.). Die eigenen Mitarbeiter:innen sollten über die folgenden Qualifikationen verfügen:

- ▶ Nutzer:innen- und Netzwerkmanagement (0,5 Vollzeitäquivalent (VZÄ))
 - ▶ Bachelorabschluss im Bereich Kommunikation, BWL, Politik o. ä.
 - ▶ Erfahrungen im Netzwerk-/Clustermanagement
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

- ▶ Technische Betreuung (Werkstatt, Strecke; 1 VZÄ)
 - ▶ Kfz-Mechaniker:in o. ä.
 - ▶ Erfahrungen Elektromobilität
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

- ▶ Geschäftsführung (0,5 VZÄ)
 - ▶ Masterabschluss Ingenieurwesen, Verkehrswesen o. ä.
 - ▶ Erfahrungen mit neuer Mobilität, Personal- und Geschäftsführung
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

Die beiden operativen Mitarbeiter:innen des Testzentrums müssen bzgl. Infrastrukturlösungen und Fahrzeugdispositionssoftware geschult werden und können somit die erforderlichen Kompetenzen aufbauen.

Umsetzungsschritte und Zeitplanung

Für die Detailplanung und die formale Gründung sind etwa sechs Monate Vorlauf vorzusehen. Der Start der Aktivitäten des Testzentrums sollte im direkten Anschluss an das aktuell laufende Projekt TaBuLa-LOG erfolgen, ab Ende 2021. Einige Vorarbeiten wurden im Rahmen von TaBuLa bereits geleistet (siehe Abbildung 1). Für zukünftige Vorhaben sind die Ansprechpartner:innen bereits bekannt und sind im Thema. Bis zum Start müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- ▶ Angebotene Dienstleistungspakete konkretisieren und bepreisen,
- ▶ Finanzielle Mittel einholen,
- ▶ Formale Gründung des Unternehmens,
- ▶ Betriebsstätte finden und einrichten (Werkstatt und Büro),
- ▶ Personal finden und einstellen,
- ▶ Partnerschaften schließen (mit Infrastrukturhersteller:innen , technischen Prüfstellen, Genehmigungsbehörden),
- ▶ V2X-Infrastruktur installieren (basierend auf den Partnerschaften),
- ▶ Ggf. Strecken für weitere Umgebungsanforderungen erweitern und
- ▶ Kommunikationsmittel erstellen (Logo, Website, Flyer, Newsletter).

Genehmigungserfordernisse

Für verkehrliche Maßnahmen, wie zusätzliche Beschilderung oder Fahrbahnmarkierungen auf Straßen der Stadt und des Landes, müssen straßenverkehrsrechtliche Anordnungen eingeholt werden. Im Fall neuer Infrastrukturelemente ist die Erfordernis einer Baugenehmigung ggf.

unter Beachtung des Denkmalschutzes zu prüfen und ggf. einzuholen. Im Fall von Baustellenzuständen müssen verkehrsbehördliche Anordnungen eingeholt werden. Für die im Testzentrum zum Einsatz kommenden Fahrzeuge gilt bis auf weiteres das Erfordernis einer Einzelbetriebs-erlaubnis gem. §21 StVZO i. V. m. einer Ausnahmegenehmigung gem. § 70 StVZO und § 47 FZV, um die Zulassung für den öffentlichen Raum zu erhalten. Eine Änderung des Rechtsrahmens (StVG) hin zu einem erlaubten Betriebsbereich, der für Lauenburg/Elbe beantragt werden könnte, wäre vorteilhaft und wird voraussichtlich mittelfristig umgesetzt. Ebenso in Aussicht gestellt wird die Zulässigkeit einer fernsteuernden Betriebsführerschaft, für welche das TaBuLa-Testzentrum eine ideale Umgebung für erste Testeinsätze bietet.

Chancen und Risiken

Die Chancen, die die weitere Entwicklung des Unternehmens positiv beeinflussen könnten, liegen darin, dass die umweltfreundlichere Umstellung des Verkehrssystems durch automatisierte, vernetzte und geteilte Angebote einen deutlichen Trend darstellt und dies auch längerfristig zu erwarten ist. Durch die Digitalisierung eröffnen sich neue Möglichkeiten, die zu einer gesteigerten Qualität der Mobilität beitragen können. Es gilt, den Verkehr effizienter, emissionsärmer und sicherer zu gestalten – und dass bei steigendem Mobilitätsbedarf. Die volle Automatisierung und die Vernetzung von Kraftfahrzeugen kann zu den Zielen einer nachhaltigen Verkehrswende beitragen, weswegen viel in die Weiterentwicklung der Technologie investiert wird. Gleichzeitig stellt sich die Entwicklung der autonomen Fahrfunktionen als sehr komplex heraus, so dass noch viele Jahre Forschung und Entwicklung erforderlich sein werden. Die Gesetzesgrundlagen könnten sich außerdem dahingehend positiv verändern, dass nicht nur einzelne Strecken, sondern ganze Betriebsbereiche für das automatisierte Fahren zugelassen werden. Lauenburg könnte so ein Betriebsbereich werden, was die Tests im öffentlichen Straßenraum deutlich vereinfachen bzw. kostengünstiger machen wird.

Als Risiko steht dem gegenüber, dass die Nachfrage nach den angebotenen Dienstleistungen ausbleibt, weil die Kosten gegenüber dem Nutzen zu hoch sind. Die Fahrzeughersteller:innen automatisierter Klein- und Minibusse könnten alle ihre Tests weiterhin auf dem eigenen Firmengelände wahrnehmen und bezahlte Einsätze dazu nutzen, um die Fahrfunktionen und den Fahrzeugaufbau weiterzuentwickeln. Demnach ist das Vorhaben voraussichtlich nur temporär und mit einem hohen Förderanteil umsetzbar.

Finanzierung

Für die Anfangsinvestitionen zur Unternehmensgründung und die Betriebskosten wird der Kapitalbedarf abgeschätzt. Der Gesamtkapitalbedarf für Anschaffungen und Vorlaufkosten für den Unternehmensstart beläuft sich voraussichtlich auf etwa 686 TEUR (siehe Tabelle 2). Dazu zählen die Gründungskosten, die Ausstattung der Betriebsstätten, Ergänzungen der Straßeninfrastruktur und Software-Kosten.

Tabelle 2: Investitionskostenschätzung für das technische Testzentrum

Investitionskosten			
Kostenart	Beschreibung	Euro	Anmerkungen
Gründungskosten	Organisatorisches, Formales	15.000	Beratung, Anmeldungen/ Genehmigungen, Eintrag ins Handelsregister, Notar, Sonstiges
Ausstattung Bürräume	Bildschirme, Tastatur und Maus	5.000	5 Arbeitsplätze
	Computer	5.000	3 volle Arbeitsplätze
	Drucker	1.000	
	Möbel	20.000	
Ausstattung Werkstatt	Prüfstand	500.000	
	Werkzeuge	10.000	
	Möbel	10.000	
Ausstattung Garage	Ladestationen	10.000	
	Möbel	5.000	
Straßeninfra- struktur	Landmarker	3.000	
	Mobile Baken etc.	15.000	
	Markierung	15.000	
	Beschilderung	5.000	
	Poller	5.000	
	Umbau Haltestellen	30.000	2 Stück
	GNSS-Basisstation	12.000	
Software	Disposition	20.000	
Gesamt		686.000	

Die Betriebskosten werden auf ungefähr 462 TEUR pro Jahr geschätzt (siehe Tabelle 3). Dazu zählen Personalkosten, Miete, externe Dienstleistungen, Stromkosten für die Fahrzeuge, Werbekosten und solche für die geplanten Netzwerkaktivitäten, Softwarelizenzen, Versicherungen sowie Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe. Es wird davon ausgegangen, dass die zu testenden Fahrzeuge für das Testzentrum selbst kostenfrei zur Verfügung stehen.

Tabelle 3: Betriebskostenschätzung für das technische Testzentrum

Betriebskosten			
Kostenart	Beschreibung	Euro pro Jahr	Anmerkungen
Personalkosten	Nutzer:innen- und Netzwerkmanagement	40.000	0,5 VZÄ
	technische Betreuung (Werkstatt, Strecke)	80.000	1 VZÄ
	Geschäftsführung	65.000	0,5 VZÄ
Miete Betriebsstätten	Büroräume	30.000	
	Werkstatt	30.000	
	Garage	12.000	
Externe Dienstleistungen	Hausmeister, Reinigung etc. der Betriebsstätte	20.000	
Stromkosten		10.000	
Werbung		50.000	
Softwarelizenzen	Disposition	12.000	
	Prüfstand	15.000	
	Arbeitsmittel	3.000	Microsoft Office usw.
HD-Karte		12.000	
Versicherungen		20.000	
Netzwerk- aktivitäten	Eigene Veranstaltungen	50.000	
	Externe Aktivitäten (Teilnahme an anderen Netzwerken)	10.000	
Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	Bürobedarf und Print	2.000	
	Werkstatt (Reinigungsmittel)	1.200	
Gesamt		462.200	

Dem gegenüber stehen die erwarteten Erträge, für deren Abschätzung von einer schrittweisen Zunahme der Kund:innen über die ersten drei Jahre ausgegangen wird. Da die Zahlungsbereitschaft in den Interviews als niedrig angegeben wurde, wurde ein Ansatz von 5 TEUR pro Quartal pro Kund:in gewählt.

Es ist eine deutliche Differenz zwischen Kosten und Erträgen zu erkennen. Nicht einmal die Betriebskosten können gedeckt werden, aber vor allem nicht die Investitionskosten oder beides zusammen.

Tabelle 4: Ertragsabschätzung Testzentrum mit technischem Schwerpunkt

	1. Jahr				2. Jahr				3. Jahr			
	Quartal				Quartal				Quartal			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kund:innen	2	5	5	5	7	7	10	10	12	12	12	15
Umsatz/ Kund:innen [in Tausend]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Umsatz [in Tausend]	10	25	25	25	35	35	50	50	60	60	60	75
Umsatz pro Jahr in Euro	85.000				170.000				255.000			

5.1.2 Geschäftsmodell Testzentrum für Demonstrationszwecke

Geschäftsidee und Kund:innennutzen

Die angebotenen Dienstleistungen bestehen in der Nutzung der ausgebauten Strecken für Fahrzeugtests und -demonstrationen. Potenzielle Betreiber:innen von Verkehren mit automatisierten Bussen können die am europäischen Markt verfügbaren Fahrzeuge vor Ort testen, auch in Zusammenhang mit der Infrastruktur, einer Leitstelle mit Dispositionssoftware und möglichst vielen variablen Umgebungsanforderungen. Auf diesem Wege können Fahrzeughersteller:innen über Demonstrationstage neue Kund:innen gewinnen. Außerdem können Werkstatt und Büroräume genutzt werden. Die Strecken sind bereits für das automatisierte Fahren hergerichtet und zur Weiterentwicklung der Soft- und Hardware kann das Nutzungsverhalten von Fahrgästen eingebracht werden. So können

Betriebserfahrungen im Realbetrieb gesammelt werden, was insbesondere für Zulassung und Standardisierung (von Fahrzeug und Infrastruktur) zuträglich ist. Außerdem werden Netzwerkaktivitäten angeboten. Durch die Vernetzung mit anderen Unternehmen aus verschiedenen beteiligten Branchen, können Synergien entstehen. Das Testzentrum ist hersteller:innenunabhängig und offen für alle technologischen Entwicklungsstufen. Die Technologieoffenheit begünstigt außerdem den Markteinstieg für KMU oder Start-Ups durch Reduzierung der Barrieren für Tests. Große OEM haben oft ihre eigenen Testfelder unter Laborbedingungen. Die Besonderheit im Vergleich zu anderen Testfeldern stellt der ÖPNV-Schwerpunkt dar, es ist das einzige mit diesem Fokus. Die öffentliche Verwaltung im Kreis Lauenburg/Elbe verfügt durch das Projekt TaBuLa(-LOG) über eine Expertise bezüglich Genehmigungsfragen, unterstützt das Vorhaben und gestaltet es mit, wodurch bürokratische Hürden vermindert werden. Außerdem wird die Technologie von der Bevölkerung akzeptiert, was die Umsetzung eines Testzentrums „vor der eigenen Haustür“ einfacher gestaltet. Für die Nutzung des Testzentrums werden Gebühren fällig, je nach Länge als Einmalbeitrag, Abonnements oder Mitgliedsbeitrag. Außerdem werden entgeltpflichtige Fachveranstaltungen durchgeführt.

Im Testzentrum für Demonstrationszwecke finden Fahrzeughersteller:innen und Verkehrsunternehmen zueinander. Als Ergebnis kann eine die Fahrzeugmodelle vergleichende Leistungsbeschreibung entstehen. Durch die Lage im öffentlichen Raum werden die Erfolge sichtbar und es kann eine Vergleichbarkeit hergestellt bzw. der öffentliche Dialog vertieft werden. Durch den direkten Zugang zu Expert:innen in den Bereichen Zulassung und ÖPNV sowie dem zugehörigen Netzwerk können Standards mitgestaltet und die Kund:innenbedürfnisse von zukünftigen Fahrgästen ermittelt werden.

Marktübersicht

Die potenziellen Kund:innen sind Fahrzeughersteller:innen und Verkehrsunternehmen aus der Europäischen Union mit Schwerpunkt Deutschland und Frankreich. Als indirekte Zielgruppe gehören dazu auch Genehmigungsbehörden und in diesem Fall auch die Aufgabenträger:innen. Die Ergebnisse der Tests seien für die Gesetzgebung und Entwicklung entsprechender Regularien von großer Bedeutung. Daher besteht bei den Genehmigungsbehörden ein institutionelles Interesse.

Es handelt sich auf der Seite der Hersteller:innen um einen Nischenmarkt für Geschäftskund:innen, die im Bereich automatisiertes/autonomes und vernetztes Fahren mit Klein- oder Minibussen tätig sind oder sich dieses Feld erschließen wollen. Dazu gehören sowohl junge,

innovative Unternehmen als auch etablierte aus den Branchen Automobil- und Fahrzeugbau sowie der Informationstechnologie. Der Markt der in Europa aktiven Fahrzeughersteller:innen beschränkt sich aktuell noch auf wenige Unternehmen. Wegen der geringen Menge an Marktteilnehmern können diese als Großkund:innen gelten und somit als sehr wichtige Kund:innen zum erfolgreichen Implementieren eines Testzentrums. Durch das Angebot im Testzentrum werden folgende Bedürfnisse bzw. Probleme abgedeckt: Die Umsetzung des autonomen Fahrens ist sehr komplex und es sind viele verschiedene Bestandteile erforderlich (Hard und -Software der Fahrzeuge, Telekommunikation, Straßeninfrastruktur, HD-Karten, usw.) Im Realbetrieb muss das Fahrzeugsystem vielfältige Anforderungen/Fahrsituationen sicher bewältigen. Im Testzentrum können Daten und Erfahrungswerte gesammelt werden, um die Produkte und Dienstleistungen weiterzuentwickeln. Verkehrsunternehmen wollen vollständig entwickelte und getestete Fahrzeuge einsetzen, aber noch fehlt es an technischen Normen, auf deren Grundlage höher automatisierte Fahrzeuge eine Typenzulassung erhalten könnten. Gleichzeitig gibt es nicht genügend geeignete und ausgerüstete Strecken, um an der Weiterentwicklung von Fahrfunktionen arbeiten zu können. Über Referenzkund:innen verfügt das Testzentrum in seiner aktuellen Form nicht, weil der Aufwand für den Einsatz eines automatisierten Shuttle-Busses zu hoch ist, als dass sich ein nicht bezahlter Testbetrieb lohnen würde bzw. besteht von ÖV-Betreiber:innen eine Nachfrage nach bezahlten Testeinsätzen. Tests für neue Funktionen führen die Fahrzeughersteller:innen auf ihren eigenen Testgeländen im privaten Raum durch. Demnach wird das kurz- und langfristige Umsatzpotenzial zwar als gering eingeschätzt, jedoch etwas höher als beim technischen Schwerpunkt. Eine Zahlungsbereitschaft ist nur dann gegeben, wenn sich dies aus Gesamtkostensicht lohnt, also eine generelle Betriebserlaubnis für den öffentlichen Raum damit verbunden wäre o. ä. Dies lässt sich mit der aktuellen Gesetzeslage jedoch nicht darstellen.

Auf der Seite der Anwender:innen, also der Verkehrsunternehmen, sind ungleich mehr Akteur:innen zu verzeichnen (in Deutschland in 2016 über 2.200 Busunternehmen allein im Liniennahverkehr)¹². Um ihr Unternehmen zukunftsfähig aufzustellen, beschäftigen sich einige Verkehrsunternehmen bereits mit der neuen Technologie, denn sie verspricht den Einstieg in neue Mobilitäts- und Beförderungskonzepte. Durch das Testzentrum kann sich dieses Kund:innensegment einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik und der verfügbaren Fahrzeugmodelle verschaffen. Durch die Fahrttests und den direkten Kontakt zum Hersteller:innen wird die Entscheidung, selbst ein Fahrzeug anzuschaffen bzw. welches Modell, erleichtert.

12 Quelle: Statistisches Bundesamt 2018

Am Markt gibt es weitere Testzentren, diese sind im Kapitel 4.2 aufgezeigt. Auch bei der Variante des Testzentrums für Demonstrationszwecke sind insbesondere die direkten Konkurrent:innen zu betrachten. Die Stärken und Schwächen bleiben die gleichen wie zuvor genannt.

Standort

Der Standort Lauenburg/Elbe bietet den Vorteil, dass die Gegebenheiten vor Ort herausfordernd aber für die Technologie aktuell bereits machbar sind (u. a. Neigungen, Bundesstraße, Poller- und Lichtsignalanlagen) und dort schon im Projekt TaBuLa(-LOG) Tests zum automatisierten Fahren mit Shuttles im ÖPNV durchgeführt wurden. Dank der guten Anbindung an Hamburg ist die Stadt schnell erreichbar, obwohl sie nicht zentral gelegen ist, und die Nahversorgung mit Hotels/Pensionen und Restaurants eignet sich für berufliche Aufenthalte. Aufgrund der Altstadtkulisse bei einem Streckenabschnitt bietet sich außerdem ein attraktives Bild des Fahrzeugbetriebes für Marketingzwecke. Die Strecken liegen im öffentlichen Raum, was eine Fahrzeugzulassung erforderlich macht. Lauenburg/Elbe steht repräsentativ für Kleinstädte und suburbane Räume, Umgebungsanforderungen aus anderen Raumkategorien wie Autobahn oder urbane Zentren (mehrspurige Straßen) sind nicht gegeben. Jedoch könnten die Strecken auf den ländlichen Raum ausgeweitet werden, sobald die Fahrzeuge höhere Geschwindigkeiten als 25 km/h bewältigen können. Durch Austausch mit weiteren Testfeldern anderer Raumkategorien ständen zudem auch Ergebnisse mit anderen Umgebungsanforderungen zur Verfügung.

Unternehmensorganisation

Im neu zu gründenden Unternehmen wird die strukturelle und die operative Organisation getrennt. Durch den Förderbedarf und das öffentliche Interesse am Testzentrum ergibt sich der Einbezug einer öffentlichen Stelle in die Gestaltung und der strategischen Entscheidungen (auf Ebene Land Schleswig-Holstein oder Metropolregion Hamburg). Diese wird sich politisch und organisatorisch beteiligen, die Ergebnisse verwerten und die Schnittstelle zum Bund bilden. Die operative Geschäftsführung soll durch eine geeignete Betreiberfirma erfolgen (z. B. Stadtbetriebe Lauenburg AöR oder Versorgungsbetriebe Elbe GmbH). Als Rechtsform bietet sich die Gesellschaft mit beschränkter Haftung an.

Der Personalbedarf besteht in drei Mitarbeiter:innen und einem Netzwerk an Spezialist:innen, die bei Bedarf konsultiert werden können (Jurist:innen, Normgeber:innen wie BAST, TÜV/DEKRA etc.). Die eigenen Mitarbeiter:innen sollten über die folgenden Qualifikationen verfügen:

- ▶ Nutzer:innen- und Netzwerkmanagement (1 VZÄ)
 - ▶ Bachelorabschluss im Bereich Kommunikation, BWL, Politik o. ä.
 - ▶ Erfahrungen im Netzwerk-/Clustermanagement
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

- ▶ Technische Betreuung (Werkstatt, Strecke; 1 VZÄ)
 - ▶ Kfz-Mechaniker:in o. ä.
 - ▶ Erfahrungen Elektromobilität
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

- ▶ Geschäftsführung (0,5 VZÄ)
 - ▶ Masterabschluss Ingenieurwesen, Verkehrswesen o. ä.
 - ▶ Erfahrungen mit neuer Mobilität, Personal- und Geschäftsführung
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

Die beiden operativen Mitarbeiter:innen des Testzentrums müssen bzgl. Infrastrukturlösungen und Fahrzeugdispositionssoftware geschult werden und können somit die erforderlichen Kompetenzen aufbauen.

Umsetzungsschritte und Zeitplanung

Für die Detailplanung und die formale Gründung sind etwa sechs Monate Vorlauf vorzusehen. Der Start der Aktivitäten des Testzentrums sollte im direkten Anschluss an das aktuell laufende Projekt TaBuLa-LOG erfolgen, ab Ende 2021. Einige Vorarbeiten wurden bereits im Rahmen von TaBuLa geleistet (siehe Abbildung 1). Für zukünftige Vorhaben sind die Ansprechpartner:innen bereits bekannt und sind thematisch eingearbeitet. Bis zum Start müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- ▶ Angebotene Dienstleistungspakete konkretisieren und bepreisen,
- ▶ Finanzielle Mittel einholen,
- ▶ Formale Gründung des Unternehmens,
- ▶ Betriebsstätte finden und einrichten (Werkstatt und Büro),
- ▶ Personal finden und einstellen,
- ▶ Partnerschaften schließen (mit Infrastrukturhersteller:innen, technischen Prüfstellen, Genehmigungsbehörden),
- ▶ V2X-Infrastruktur installieren (basierend auf den Partnerschaften),
- ▶ Ggf. Strecken für weitere Umgebungsanforderungen erweitern und
- ▶ Kommunikationsmittel erstellen (Logo, Website, Flyer, Newsletter).

Genehmigungserfordernisse

Für verkehrliche Maßnahmen, wie zusätzliche Beschilderung oder Fahrbahnmarkierungen auf Straßen der Stadt und des Landes, müssen straßenverkehrsrechtliche Anordnungen eingeholt werden. Im Fall neuer Infrastruktur-Elemente ist die Erfordernis einer Baugenehmigung ggf. unter Beachtung des Denkmalschutzes zu prüfen und diese ggf. einzuholen. Im Fall von Baustellenzuständen müssen verkehrsbehördliche Anordnungen eingeholt werden. Für die im Testzentrum zum Einsatz kommenden Fahrzeuge gilt bis auf weiteres das Erfordernis einer Einzelbetriebserlaubnis gem. §21 StVZO i. V. m. einer Ausnahmegenehmigung gem. § 70 StVZO und § 47 FZV, um die Zulassung für den öffentlichen Raum zu erhalten. Eine Änderung des Rechtsrahmens (StVG) hin zu einem erlaubten Betriebsbereich, der für Lauenburg/Elbe beantragt werden könnte, wäre vorteilhaft und wird voraussichtlich mittelfristig umgesetzt. Ebenso in Aussicht gestellt wird die Zulässigkeit einer fernsteuernden Betriebsführerschaft, für welche das TaBuLa-Testzentrum eine ideale Umgebung für erste Testeinsätze bietet.

Chancen und Risiken

Die Chancen, die die weitere Entwicklung des Unternehmens positiv beeinflussen könnten, liegen darin, dass die umweltfreundlichere Umstellung des Verkehrssystems durch automatisierte, vernetzte und geteilte Angebote einen deutlichen Trend darstellt und dies auch längerfristig zu erwarten ist. Durch die Digitalisierung eröffnen sich neue Möglichkeiten, die zu einer gesteigerten Qualität der Mobilität beitragen können. Es gilt, den Verkehr effizienter, emissionsärmer und sicherer zu gestalten – und dies bei steigendem Mobilitätsbedarf. Die volle Automatisierung und die Vernetzung von Kraftfahrzeugen kann zu den Zielen einer nachhaltigen Verkehrswende beitragen, weswegen viel in die Weiterentwicklung der Technologie investiert wird. Weiterhin kann durch ein Testzentrum der Zugang zu den neuartigen Systemen für die Verkehrsunternehmen erleichtert werden. Gleichzeitig stellt sich die Entwicklung der autonomen Fahrfunktionen als sehr komplex heraus, so dass noch viele Jahre Forschung und Entwicklung erforderlich sein werden. Die Gesetzesgrundlagen könnten sich außerdem dahingehend positiv verändern, dass nicht nur einzelne Strecken, sondern ganze Gebiete für das automatisierte Fahren zugelassen werden. Die Stadt Lauenburg/Elbe könnte ein solches Gebiet werden, was die Tests im öffentlichen Straßenraum deutlich vereinfachen bzw. kostengünstiger machen wird.

Als Risiko steht dem gegenüber, dass die Nachfrage nach den angebotenen Dienstleistungen ausbleibt, weil die Kosten gegenüber dem Nutzen zu hoch sind. Die Fahrzeughersteller:innen automatisierter Klein- und Minibusse könnten alle ihre Tests weiterhin auf dem eigenen

Firmengelände wahrnehmen und bezahlte Einsätze dazu nutzen, um die Fahrfunktionen und den Fahrzeugaufbau weiterzuentwickeln. Demnach ist das Vorhaben voraussichtlich nur temporär und mit einem hohen Förderanteil umsetzbar.

Finanzierung

Für die Anfangsinvestitionen zur Unternehmensgründung und die Betriebskosten wird der Kapitalbedarf abgeschätzt. Der Gesamtkapitalbedarf für Anschaffungen und Vorlaufkosten für den Unternehmensstart beläuft sich voraussichtlich auf etwa 206 TEUR (siehe Tabelle 5). Dazu zählen die Gründungskosten, die Ausstattung der Betriebsstätten, Ergänzungen der Straßeninfrastruktur und Software-Kosten.

Tabelle 5: Investitionskostenschätzung für das Testzentrum für Demonstrationszwecke

Investitionskosten			
Kostenart	Beschreibung	Euro	Anmerkungen
Gründungs-kosten	Organisatorisches, Formales	15.000	Beratung, Anmeldungen/ Genehmigungen, Eintrag ins Handelsregister, Notar, Sonstiges
Ausstattung Büroräume	Bildschirme, Tastatur und Maus	5.000	5 Arbeitsplätze
	Computer	5.000	3 volle Arbeitsplätze
	Drucker	1.000	
	Möbel	20.000	
Ausstattung Werkstatt	Werkzeuge	10.000	
	Möbel	10.000	
Ausstattung Garage	Ladestationen	10.000	
	Möbel	5.000	
Straßen- infrastruktur	Landmarker	3.000	
	Mobile Baken etc.	15.000	
	Markierung	15.000	
	Beschilderung	5.000	
	Poller	5.000	
	Umbau Haltestellen	30.000	2 Stück
	GNSS-Basisstation	12.000	
Software	Disposition	20.000	
Gesamt		206.000	

Die Betriebskosten werden auf 492 TEUR pro Jahr geschätzt (siehe Tabelle 6). Dazu zählen Personalkosten, Miete, externe Dienstleistungen, Stromkosten für die Fahrzeuge, Werbekosten und solche für die geplanten Netzwerkaktivitäten, Softwarelizenzen, Versicherungen sowie Roh-, Hilfs und Betriebsstoffe.

Tabelle 6: Betriebskostenschätzung für das Testzentrum für Demonstrationszwecke

Betriebskosten			
Kostenart	Beschreibung	Euro pro Jahr	Anmerkungen
Personalkosten	Nutzer:innen- und Netzwerkmanagement	80.000	1 VZÄ
	technische Betreuung (Werkstatt, Strecke)	80.000	1 VZÄ
	Geschäftsführung	65.000	0,5 VZÄ
Miete Betriebsstätten	Büroräume	30.000	
	Werkstatt	30.000	
	Garage	12.000	
Externe Dienstleistungen	Hausmeister, Reinigung etc. der Betriebsstätte	20.000	
Stromkosten		10.000	
Werbung		50.000	
Softwarelizenzen	Disposition	12.000	
	Arbeitsmittel	3.000	Microsoft Office usw.
HD-Karte		12.000	
Versicherungen		20.000	
Netzwerk- aktivitäten	Eigene Veranstaltungen	50.000	
	Externe Aktivitäten (Teilnahme an anderen Netzwerken)	15.000	
Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	Bürobedarf	2.000	
	Reinigungsmittel	1.200	
Gesamt		492.000	

Dem gegenüber stehen die erwarteten Erträge, für deren Abschätzung von einer schrittweisen Zunahme der Kund:innen über die ersten drei Jahre ausgegangen wird. Da die Zahlungsbereitschaft in den Interviews als niedrig angegeben wurde, wurde ein Ansatz von 5 TEUR pro Quartal pro Kund:in gewählt.

Es ist eine deutliche Differenz zwischen Kosten und Erträgen zu erkennen. Im dritten Jahr könnten mit den vorliegenden Absatzzahlen gerade so die Summe der Investitionskosten gedeckt werden. Die jährlichen Betriebskosten oder beides zusammen ist nicht erreichbar.

Tabelle 7: Ertragsabschätzung Testzentrum für Demonstrationszwecke

	1. Jahr				2. Jahr				3. Jahr			
	Quartal				Quartal				Quartal			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kund:innen	3	6	6	5	8	8	10	10	12	13	13	15
Umsatz/ Kund:innen [in Tausend]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Umsatz [in Tausend]	15	30	30	25	40	40	50	50	60	65	65	75
Umsatz pro Jahr in Euro	100.000				180.000				265.000			

5.1.3 Geschäftsmodell virtuelles Testzentrum

Geschäftsidee und Kund:innennutzen

Die angebotenen Dienstleistungen bestehen in der Nutzung eines digitalen Modells der Teststrecken in Lauenburg/Elbe, um die V2V- und V2X-Kommunikation sowie die Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtgesellschaftlichen Verkehrslenkung und unter hohen Sicherheitsanforderungen weiterzuentwickeln und zu testen. Damit wird eine Zwischenstufe zwischen Labor- und Realtests geschaffen. Durch das Angebot im Testzentrum werden folgende Bedürfnisse bzw. Probleme abgedeckt: Die Umsetzung des autonomen Fahrens ist sehr komplex und es sind viele verschiedene Bestandteile erforderlich (Hard und -Software der Fahrzeuge, Telekommunikation, Straßeninfrastruktur, HD-Karten, usw.) Im Realbetrieb muss das Fahrzeugsystem vielfältige Anforderungen/Fahrsituationen sicher

bewältigen. Im Testzentrum können Daten und Erfahrungswerte gesammelt werden, um die Produkte und Dienstleistungen weiterzuentwickeln, was im nächsten Schritt für Zulassung und Standardisierung (von Fahrzeug und Infrastruktur) zuträglich ist. Verkehrsunternehmen wollen vollständig entwickelte und getestete Fahrzeuge einsetzen, aber noch fehlt es an technischen Normen, auf deren Grundlage höher automatisierte Fahrzeuge eine Typenzulassung erhalten könnten. Da im Realbetrieb die Kosten für das Absolvieren vieler Testkilometer sehr hoch sind, kann ein virtuelles Testzentrum diese Lücke schließen. Anlässe für Tests können Softwareupdates, Zulassungs- und Standardisierungsprozesse sowie Tests für das Zusammenwirken von Soft- und Hardware sein. Außerdem werden Netzwerkaktivitäten angeboten. Durch die Vernetzung mit anderen Unternehmen aus verschiedenen beteiligten Branchen, können sich Synergien ergeben. Das Testzentrum ist hersteller:innenunabhängig und offen für alle technologischen Entwicklungsstufen. Die Besonderheit im Vergleich zu anderen Testfeldern stellt der ÖPNV-Schwerpunkt dar, es ist das einzige mit diesem Fokus. Für die Nutzung des Testzentrums werden Gebühren fällig, je nach Länge als Einmalbeitrag, Abonnements oder Mitgliedsbeitrag. Außerdem werden entgeltpflichtige Fachveranstaltungen durchgeführt.

Marktübersicht

Die potenziellen Kund:innen sind vor allem Fahrzeughersteller:innen aus der Europäischen Union mit Schwerpunkt Deutschland und Frankreich. Eventuell kommen auch Komponenten- und Infrastrukturhersteller:innen sowie Verkehrsunternehmen in Betracht. Als indirekte Zielgruppe gehören dazu auch Genehmigungsbehörden und Aufgabenträger:innen. Die Ergebnisse der Tests seien für die Gesetzgebung und Entwicklung entsprechender Regularien von großer Bedeutung. Daher besteht bei den Genehmigungsbehörden ein institutionelles Interesse.

Es handelt sich auf der Seite der Hersteller:innen um einen Nischenmarkt für Geschäftskund:innen, die im Bereich automatisiertes/ autonomes und vernetztes Fahren mit Klein- oder Minibussen tätig sind oder sich dieses Feld erschließen wollen. Dazu gehören sowohl junge, innovative Unternehmen als auch etablierte aus den Branchen Telekommunikation, Logistik und Transport, Automobil- und Fahrzeugbau sowie Informationstechnologie. Der Markt der in Europa aktiven Fahrzeughersteller:innen beschränkt sich aktuell noch auf wenige Unternehmen. Wegen der geringen Menge an Marktteilnehmer:innen können diese als Großkund:innen gelten und somit als sehr wichtige Kund:innen zum erfolgreichen Implementieren eines Testzentrums. Tests für neue Funktionen führen die Fahrzeughersteller:innen aktuell auf ihren eigenen Testgeländen im privaten Raum durch und virtuelle Tests auf

unternehmensfremden Plattformen sind nicht üblich. Demnach wird das kurz- und langfristige Umsatzpotenzial als gering eingeschätzt. Eine Zahlungsbereitschaft ist nur dann gegeben, wenn sich dies aus Gesamtkostensicht lohnt, also eine generelle Betriebserlaubnis für den öffentlichen Raum damit verbunden wäre o. ä. Dies lässt sich mit der aktuellen Gesetzeslage jedoch nicht darstellen.

Am Markt gibt es weitere Testzentren, wie in Kapitel 4.2 aufgezeigt. Beim virtuellen Testzentrum sind besonders die indirekten Konkurrent:innen zu betrachten. Die größte Stärke der Konkurrent:innen ist, dass sie bereits entwickelte Projekte haben oder zumindest schon die ersten Schritte initiiert haben. Die Schwäche der Konkurrenz ist, dass kein reiner ÖPNV-Bezug vorhanden ist und keine Übertragbarkeit auf den Realbetrieb erfolgen kann. Außerdem speisen die Konkurrenz keine Echtzeit-Daten einer Realumgebung in ihre Software ein.

Standort

Die virtuelle Plattform soll die Teststrecken in Lauenburg/Elbe abbilden. Der Standort bietet den Vorteil, dass die Gegebenheiten vor Ort herausfordernd aber von der Technologie aktuell bereits bewältigt werden können (u. a. Anforderungen aus starken Neigungen, Bundesstraße mit hoher Verkehrsstärke, Ansteuerung von Poller- und Lichtsignalanlagen). Zudem wurde im Projekt TaBuLa(-LOG) bereits gezeigt, dass diese gut geeignet sind für Tests zum automatisierten Fahren mit Shuttles im ÖPNV. Lauenburg/Elbe steht repräsentativ für Kleinstädte und suburbane Räume,

Über die räumliche Verbindung zu Lauenburg/Elbe hinaus, bieten Softwarelösungen die Möglichkeit der schnellen Adaption von weiteren geografischen Merkmalen oder Räumen. Diese könnten weitere reale Städte, Gemeinden, Gebirge o.ä. sein, oder auch eine fiktive Zusammenstellung diverser Raumkategorien und Merkmalen.

Um die räumliche Nähe zu der realen Umgebung aufrecht zu erhalten, sollte auch der Unternehmenssitz dort angesiedelt sein.

Unternehmensorganisation

Im neu zu gründenden Unternehmen wird die strukturelle und die operative Organisation getrennt. Durch den Förderbedarf und das öffentliche Interesse am Testzentrum ergibt sich der Einbezug einer öffentlichen Stelle in die Gestaltung und strategische Entscheidungen (auf Ebene Land Schleswig-Holstein oder Metropolregion Hamburg). Diese wird sich politisch und organisatorisch beteiligen, die Ergebnisse verwerten und die Schnittstelle zum Bund bilden. Die operationale Geschäftsführung soll durch eine geeignete Betreiberfirma erfolgen (z. B. Stadtbetriebe

Lauenburg AöR oder Versorgungsbetriebe Elbe GmbH). Als Rechtsform bietet sich die Gesellschaft mit beschränkter Haftung an.

Der Personalbedarf besteht in vier Mitarbeiter:innen, die über die folgenden Qualifikationen verfügen sollten:

- ▶ Nutzer:innen- und Netzwerkmanagement (1 VZÄ)
 - ▶ Bachelorabschluss im Bereich Kommunikation, BWL, Politik o. ä.
 - ▶ Erfahrungen im Netzwerk-/Clustermanagement
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

- ▶ Geschäftsführung (0,5 VZÄ)
 - ▶ Masterabschluss Ingenieurwesen, Verkehrswesen o. ä.
 - ▶ Erfahrungen mit neuer Mobilität, Personal- und Geschäftsführung
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

- ▶ Softwareentwicklung (2 VZÄ)
 - ▶ Masterabschluss Software-Engineering
 - ▶ Erfahrung mit webbasierten Produktionssystemen als Full-Stack-Softwareentwickler:innen
 - ▶ starkes Interesse an Karten und Geodaten sowie Verkehrsthemen und neuer Mobilität
 - ▶ Deutsch- und Englisch-Kenntnisse

Die Mitarbeiter:innen des Testzentrums müssen bzgl. Infrastrukturlösungen und Fahrzeugdispositionssoftware geschult werden und können somit die erforderlichen Kompetenzen aufbauen.

Umsetzungsschritte und Zeitplanung

Für die Detailplanung und die formale Gründung sind etwa zwölf Monate Vorlauf vorzusehen. Der Start der Aktivitäten des Testzentrums sollte im direkten Anschluss an das aktuell laufende Projekt TaBuLa-LOG erfolgen, ab Ende 2021. Bis zum Start müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- ▶ Angebotene Dienstleistungspakete konkretisieren und bepreisen,
- ▶ Finanzielle Mittel einholen,
- ▶ Formale Gründung des Unternehmens,
- ▶ Betriebsstätte finden und einrichten (Büro),
- ▶ Personal finden und einstellen,
- ▶ Softwareentwicklung, HD-Karte, Schnittstelle für Fahrzeugdaten,
- ▶ Kommunikationsmittel erstellen (Logo, Website, Flyer, Newsletter).

Chancen und Risiken

Die Chancen, die die weitere Entwicklung des Unternehmens positiv beeinflussen könnten, liegen darin, dass die umweltfreundlichere Umstellung des Verkehrssystems durch automatisierte, vernetzte und geteilte Angebote einen deutlichen Trend darstellt und dies auch längerfristig zu erwarten ist. Durch die Digitalisierung eröffnen sich neue Möglichkeiten, die zu einer gesteigerten Qualität der Mobilität beitragen können. Es gilt, den Verkehr effizienter, emissionsärmer und sicherer zu gestalten – und das bei steigendem Mobilitätsbedarf. Die volle Automatisierung und die Vernetzung von Kraftfahrzeugen kann zu den Zielen einer nachhaltigen Verkehrswende beitragen, weswegen viel in die Weiterentwicklung der Technologie investiert wird. Gleichzeitig stellt sich die Entwicklung der autonomen Fahrfunktionen als sehr komplex heraus, so dass noch viele Jahre Forschung und Entwicklung erforderlich sein werden. Die Gesetzesgrundlagen könnten sich außerdem dahingehend positiv verändern, dass nicht nur einzelne Strecken, sondern ganze Betriebsbereiche für das automatisierte Fahren zugelassen werden. Lauenburg könnte so ein Betriebsbereich werden, wodurch die Tests im virtuellen Raum kostengünstiger auf den öffentlichen Straßenraum übertragen werden könnten, weil das Zulassungsverfahren vereinfacht wird. Die Chance einer schnellen Adaption der Software für weitere geografischen Merkmalen oder Räumen kann die Durchführung diverser Testszenarien beschleunigen und vereinfachen.

Als Risiko steht dem gegenüber, dass die Nachfrage nach den angebotenen Dienstleistungen ausbleibt, weil die Kosten gegenüber dem Nutzen zu hoch sind. Die Fahrzeughersteller:innen automatisierter Klein- und Minibusse könnten alle ihre Tests weiterhin auf dem eigenen Firmengelände wahrnehmen und bezahlte Einsätze dazu nutzen, um die Fahrfunktionen und den Fahrzeugaufbau weiterzuentwickeln. Demnach ist das Vorhaben voraussichtlich nur temporär und mit einem hohen Förderanteil umsetzbar.

Finanzierung

Für die Anfangsinvestitionen zur Unternehmensgründung und die Betriebskosten wird der Kapitalbedarf abgeschätzt. Der Gesamtkapitalbedarf für Anschaffungen und Vorlaufkosten für den Unternehmensstart beläuft sich voraussichtlich auf etwa 581 TEUR (siehe Tabelle 8). Dazu zählen die Gründungskosten, die Ausstattung der Betriebsstätten und Software-Kosten.

Tabelle 8: Investitionskostenschätzung für das virtuelle Testzentrum

Investitionskosten			
Kostenart	Beschreibung	Euro	Anmerkungen
Gründungs-kosten	Organisatorisches, Formales	15.000	Beratung, Anmeldungen/Genehmigungen, Eintrag ins Handelsregister, Notar, Sonstiges
Ausstattung Büroräume	Rechner	20.000	
	Bildschirme	5.000	
	Drucker	1.000	
	Möbel	20.000	
Software	Disposition	20.000	
	Testzentrum	500.000	Plattform für virtuelles TZ
Gesamt		581.000	

Tabelle 9: Betriebskostenschätzung für das virtuelle Testzentrum

Betriebskosten			
Kostenart	Beschreibung	Euro pro Jahr	Anmerkungen
Personalkosten	Nutzer:innen- und Netzwerkmanagement	80.000	1 VZÄ
	Softwareentwicklung	160.000	2 VZÄ
	Geschäftsführung	65.000	0,5 VZÄ
Miete Betriebsstätten	Büroräume	30.000	
Externe Dienstleistungen	Hausmeister, Reinigung etc. der Betriebsstätte	20.000	
Werbung		60.000	
Softwarelizenzen	Disposition	12.000	
	Arbeitsmittel	5.000	Microsoft Office usw.
	TZ-Software	60.000	
HD-Karte		12.000	
Versicherungen		20.000	
Netzwerkaktivitäten	Eigene Veranstaltungen	50.000	
	Externe Aktivitäten (Teilnahme an anderen Netzwerken)	10.000	
Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	Bürobedarf	2.000	
	Reinigungsmittel	1.200	
Gesamt		607.200	

Die Betriebskosten werden auf 607 TEUR pro Jahr geschätzt (siehe Tabelle 9). Dazu zählen Personalkosten, Miete, externe Dienstleistungen, Werbekosten, solche für die geplanten Netzwerkaktivitäten, Softwarelizenzen, Versicherungen sowie Roh-, Hilfs und Betriebsstoffe.

Dem gegenüber stehen die erwarteten Erträge, für deren Abschätzung von einer schrittweisen Zunahme der Kund:innen über die ersten drei Jahre ausgegangen wird. Da die Zahlungsbereitschaft in den Interviews als niedrig angegeben wurde, wurde ein Ansatz von 5 TEUR pro Quartal pro Kund:in gewählt.

Tabelle 10: Ertragsabschätzung Testzentrum

	1. Jahr				2. Jahr				3. Jahr			
	Quartal				Quartal				Quartal			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kund:innen	2	5	5	5	7	7	10	10	12	12	12	15
Umsatz/ Kund:innen [in Tausend]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Umsatz [in Tausend]	10	25	25	25	35	35	50	50	60	60	60	75
Umsatz pro Jahr in Euro	85.000				170.000				255.000			

Es ist eine deutliche Differenz zwischen Kosten und Erträgen zu erkennen. Nicht einmal die Betriebskosten können gedeckt werden, aber vor allem nicht die Investitionskosten oder beides zusammen.

5.2 Fazit

Aufbauend auf der derzeit für den Betrieb des TaBuLa-Shuttles hergerichteten Umgebung wird unter den Bedingungen eines starken politischen Willens und einer finanziellen Unterstützung die Einrichtung eines realen Testzentrums empfohlen. Unabhängig von der genauen Ausführung des Testzentrums kann auf den bisher getätigten Arbeiten an der Infrastruktur, den gemachten Erfahrungen und der bereits guten Kommunikation mit den Anwohner:innen und Fahrgästen aufgebaut

werden. Die Investitionskosten für ein Realtestzentrum in Lauenburg/Elbe sind durch die bereits getätigten Vorarbeiten geringer, als wenn das Testzentrum vollständig neu aufgebaut werden müsste. Die im Rahmen des Projektes bereits getätigten (Stand Juli 2020) Investitionskosten für Infrastruktur betragen ungefähr 85 TEUR und umfassen z. B. Grünschnitt (15 TEUR), Beschilderung, Markierung (15 TEUR), Pollerumrüstung (5 TEUR), Landmarker (5 TEUR), Haltestellenumrüstung (30 TEUR) sowie die Umrüstung der LSA (15 TEUR).

Für ein virtuelles Testzentrum wurden im Verlauf von TaBuLa und TaBuLa-LOG keine Maßnahmen durchgeführt, die den Aufbau dieses Testzentrums unterstützen könnten.

Da der Schwerpunkt des technischen Testzentrums unter anderem darauf liegt, Standardisierung und Zulassungsprozesse voranzutreiben und die Weiterentwicklung dieser durch die unklaren Strukturen in den Behörden und bei den Normgebern als außerordentlich schwer gilt, wird empfohlen, zunächst das Testzentrum für Demonstrationszwecke aufzubauen. Die Nachfrage wird als etwas höher eingeschätzt als bei den anderen beiden Varianten, weil den Fahrzeughersteller:innen eine Marketing-Plattform geboten wird und diese im Testzentrum mit potenziellen Anwender:innen in Kontakt kommen. Zu einem späteren Zeitpunkt könnte man dies um den technischen Aspekt erweitern.

Der Vorteil beim Testzentrum für Demonstrationszwecke ist, dass weniger hohe Investitionskosten notwendig sind, die Hersteller:innen bereits einen klaren Bedarf der Demonstration ihrer Fahrzeuge kommuniziert haben und dass sich die aufgebauten Teststrecken in Lauenburg/Elbe gut für diesen Zweck nutzen lassen. Gegebenenfalls sind zwar Erweiterungen der Strecke notwendig, jedoch nicht so zwingend wie beim technischen Testzentrum.

Trotz der voraussichtlich einfacheren Umsetzung des Demotestzentrums, ist darauf zu verweisen, dass auch dieses Testzentrum nach derzeitigen Einschätzungen nicht wirtschaftlich abzubilden ist, da keine tragenden Gewinne absehbar sind. Eine (Anschub-)Förderung wäre in jedem Fall notwendig.

6 UMSETZUNGSKONZEPT

Der Aufbau eines Testzentrums für automatisierte Shuttles in Lauenburg/Elbe ist möglich und sinnvoll gestaltbar, sofern ein starker politischer Wille und politische sowie finanzielle Unterstützung vorhanden sind. Unter zuvor benannten Voraussetzungen, wird empfohlen, ein Realtestzentrum zu Demonstrationszwecken aufzubauen.

Für die Detailplanung und die formale Gründung des Testzentrums zu Demonstrationszwecken sind etwa sechs Monate Vorlauf vorzusehen. Der Start der Aktivitäten des Testzentrums sollte im direkten Anschluss an das aktuell laufende Projekt TaBuLa-LOG erfolgen, also ab Ende 2021. Bis zum Start im Januar 2021 müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- ▶ Herbeiführen einer positiven Grundsatzentscheidung zum weiteren Vorgehen
- ▶ Klären der Finanzierung einer Umsetzung (Investition und Betrieb, Förderprogramm EU, Bund, Land)
- ▶ Abhängig vom Förderprogramm Aufsetzen eines Projektes
 - ▶ Forschungsansatz, Konsortium, Skizze, Antrag, Projektbearbeitung
 - ▶ Je nach Erforderlichkeit von wissenschaftlicher Begleitung: Auswahl Wissenschaftspartner/Forschungseinrichtung, Konzeption und Durchführung Evaluation, Durchführung von Nutzer:innenbefragungen und Akzeptanzuntersuchung
- ▶ Klären des Zeitplanes zur Umsetzung
- ▶ Gespräche zwischen Stadt, der Straßenverkehrsbehörde und Aufgabenträger:innen
- ▶ Klärung Zulassungsvoraussetzungen
- ▶ Formale Gründung des Unternehmens
- ▶ Angebotene Dienstleistungspakete konkretisieren und bepreisen
- ▶ Personal finden und einstellen
- ▶ Betriebsstätte finden und einrichten (Werkstatt und Büro)
- ▶ Entwicklung von Vermarktungsstrategien
- ▶ Bauliche und verkehrstechnische Umsetzungsvorbereitung
- ▶ Partnerschaften schließen (mit Infrastrukturhersteller:innen, technischen Prüfstellen, Genehmigungsbehörden)
- ▶ V2X-Infrastruktur installieren (basierend auf den Partnerschaften)
- ▶ Ggf. Strecken für weitere Umgebungsanforderungen erweitern
- ▶ Kommunikationsmittel erstellen (Logo, Website, Flyer, Newsletter)
- ▶ Auswertung der ersten Erfahrungen nach Beginn des Betriebs

7 FAZIT

Die technische und rechtliche Weiterentwicklung im automatisierten und vernetzten Fahren kann maßgeblich durch die Initiierung von Realtestzentren vorangetrieben werden. Tests in Laborumgebungen sind zwar unabdingbar, bringen jedoch weder Betriebserfahrungen noch die Möglichkeit die Technologie in der Öffentlichkeit und ins Verkehrssystem zu etablieren und dahingehend weiterzuentwickeln. Momentan tun die Verkehrsunternehmen dies auf ihre eigenen Kosten sowie durch Fördermittel in F&E-Projekten. Aus diesem Grund ist der Aufbau eines aktuell in Deutschland nicht vorhandenen und auf die ÖPNV-Anwendung zugeschnittenen Testzentrums von großer politischer Bedeutung.

In den vorliegenden Arbeiten wurden die Kernfragen beantwortet:

1. Wer stellt die Kund:innen gruppe(n) eines Testzentrums unter Realbedingungen dar?
 - ▶ Technisches Testzentrum: Fahrzeughersteller:innen; Komponenten- und Infrastrukturhersteller:innen; Verkehrsunternehmen; indirekte Zielgruppe: Genehmigungsbehörden und Aufgabenträger:innen
 - ▶ Testzentrum für Demonstrationen: Verkehrsunternehmen und Fahrzeughersteller:innen; indirekte Zielgruppe: Genehmigungsbehörden und Aufgabenträger:innen
 - ▶ Virtuelles Testzentrum: Fahrzeughersteller:innen; Komponenten- und Infrastrukturhersteller:innen; Verkehrsunternehmen; indirekte Zielgruppe: Genehmigungsbehörden und Aufgabenträger:innen

Die Kund:innengruppen des Testzentrums haben ihren Sitz hauptsächlich in der EU, mit dem Schwerpunkt in Deutschland und in Frankreich.

2. Welche technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Anforderungen an ein Testzentrum können identifiziert werden?
 - ▶ Die in Kapitel 3 aufgeführten Umgebungsanforderungen zeigen auf, dass es noch eine Vielzahl an Herausforderungen gibt, um im Mischverkehr ohne Eingreifen von Begleitfahrer:innen einen Betrieb durchzuführen.
 - ▶ Rechtliche Anforderungen sind in den nächsten Schritten genauer mit den örtlichen Behörden zu definieren. Derzeit ist sicher, dass die Fahrzeuge auch im Testzentrum eine Sondergenehmigung erhalten müssen.
 - ▶ Aus wirtschaftlicher Perspektive ist hervorzuheben, dass eine Finanzierung ohne Fördermittel nicht abbildbar ist.

3. Welche Möglichkeiten und Grenzen ergeben sich aus dem Betrieb eines Testzentrums unter Realbedingungen in der Kleinstadt Lauenburg/Elbe, insbesondere unter dem Aspekt des Mischverkehrs (mit realen Fahrgästen)?
- ▶ Möglichkeit von Tests mit dem Schwerpunkt auf ÖPNV (deutschlandweit noch nicht vorhanden)
 - ▶ Herausforderung der zukunftsorientierten Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung
 - ▶ Datenhoheit der Kund:innen gewährleisten, hohe Datensicherheit
 - ▶ Abbilden möglichst aller Gefäßgrößen und vielfältiger Fahrsituationen im Realverkehr (dabei nur eingeschränkt Replizierbarkeit möglich)
 - ▶ Grenzen bei Zulassungsfähigkeit der getesteten Fahrzeuge wegen aktueller Rechtslage

Die Stichprobengröße von 13 Teilnehmenden bei qualitativen Interviews hat ermöglicht, ein fundiertes Bild des Marktes und der Vorstellungen einzelner Akteur:innengruppen zu erlangen. Nichtsdestotrotz sollte vor der Initiierung weiterer und konkreter Schritte vor allem noch einmal mit Infrastrukturhersteller:innen und den technischen Prüfdiensten sowie Behörden Näheres zum sinnvollen Vorgehen besprochen werden.

Perspektivisch ist darauf zu verweisen, dass Teile der aktuell gefahrenen Strecke 3 in der Altstadt (siehe Abbildung 1) nach Beendigung des Projektes umgebaut und saniert werden sollen. Somit wäre die aktuelle Streckenführung für mehrere Monate nicht befahrbar.

Die Untersuchungen inkludieren zwar die bestehende Strecke in Lauenburg/Elbe, da diese Bestandteil des Projektes TaBuLa ist, die Expert:innenbefragungen wurde jedoch zunächst streckenunabhängig durchgeführt. Die räumliche Übertragung der Ergebnisse wäre vorstellbar. Es ist jedoch darauf zu achten, dass in Lauenburg/Elbe schon rund 80 TEUR in die örtliche Infrastruktur investiert wurden und diese in den Kalkulationen der einzelnen Varianten nicht berücksichtigt wurden. Grundsätzlich wäre bei der Auswahl eines Gebietes für ein Testzentrum wichtig, möglichst viele herausfordernde Umgebungsanforderungen entsprechend den Ergebnisse abzubilden und auf den Erfahrungsschatz der bisherigen Forschungs- und Entwicklungsprojekte aufzubauen. Eine ergänzende Untersuchung potenzieller Gebiete wäre in jedem Fall durchzuführen.

Vor dem Hintergrund der stetigen Entwicklungen und Veränderungen der Branche ist anzumerken, dass diese Untersuchungen eine zeitpunktbezogene Erfassung der derzeitigen Situation am Markt darstellen. Vor der Nutzung der Inhalte darauf zu achten, dass deren Aktualität von grundlegender Bedeutung ist und sie gegebenenfalls ergänzt und angepasst werden müssten.

ANHANG

Anhang 1:	Befragungsmaterial	85
Anhang 2:	Steckbrief Konkurrenzanalyse Projekte	89
Anhang 3:	Steckbrief Konkurrenzanalyse Unternehmen	91
Anhang 4:	Konkurrenzanalyse TAVF	93
Anhang 5:	Konkurrenzanalyse KoMoD/KoMoDnext	96
Anhang 6:	Konkurrenzanalyse Digitales Testfeld Dresden	100
Anhang 7:	Konkurrenzanalyse Testfeld Niedersachsen	102
Anhang 8:	Konkurrenzanalyse AstaZero	105
Anhang 9:	Konkurrenzanalyse DEKRA	108
Anhang 10:	Konkurrenzanalyse TÜV Süd	111
Anhang 11:	Konkurrenzanalyse PTV	113
Anhang 12:	Konkurrenzanalyse IPG	115
Anhang 13:	Auflistung über weitere Digitale Testfelder in Deutschland	118

ANHANG

Anhang 1: Befragungsmaterial



Experteninterview TaBuLa Projekt

1. Haben Sie bzw. Ihre Institution Erfahrungen mit automatisierten Shuttles?

- a. Wenn ja, wie lange befassen Sie sich in etwa schon mit der Thematik?
- b. In welchem Zusammenhang befassen Sie sich mit der Thematik?

2. Für welche Zwecke sehen Sie aus Ihrer Perspektive ein Testzentrum für automatisierte Shuttles unter realen Bedingungen als sinnvoll an?

- a. (automatisiertes/manuelles Fahren)

3. Wer ist nach Ihrer Meinung die Zielgruppe des Testzentrums? Würden Sie einen Nutzen für Ihre eigene Institution bzw. für Ihre Prozesse sehen?

4. Zu welchem Anlass bzw. zu welchem Zeitpunkt im Produktlebenszyklus sehen Sie Tests als sinnvoll an?

- a. Für jedes Modell? Nach jedem Softwareupdate? Bei der Einführung neuer Mitarbeiter? Beim Auftreten von Problemen im eigenen Betriebsablauf?

5. Haben Sie bereits Zugang zu einer Testumgebung (Real- oder Laborbedingungen)?

- a. Wenn ja, welche Rahmenbedingungen liegen vor?
- b. Nachfrage: Sind Ihnen weitere reale Testzentren, wie das hier geplante bekannt?

6a. *Wenn Sie Zugang zu einer Testumgebung haben:*

Wer übernimmt die Tests?

- a. Testen Sie selbst die Fahrzeuge oder übernehmen Dienstleister die Tests? Und wenn selbst wer (z.B. Ingenieure/ Marketing)?
- b. Für jedes Modell? Wenn ja, welche Rahmenbedingungen liegen vor?

6b. *Wenn wir Ihnen den Zugang zur Testumgebung und/oder Fahrzeug stellen würden:*

Wer würde die Tests durchführen?

- a. Testen Sie selbst die Fahrzeuge oder übernehmen Dienstleister die Tests? Und wenn selbst wer (z.B. Ingenieure/ Marketing)?

7a. *Wenn Sie ein Fahrzeug besitzen:*
Würden Sie das Testzentrum beauftragen die Tests mit Ihrem Fahrzeug durchzuführen?

7b. *Wenn wir Ihnen Fahrzeug und Teststrecke zur Verfügung stellen würden:*
Würden Sie das Testzentrum beauftragen die Tests durchzuführen?



8. Unter welchen Voraussetzungen wäre die Nutzung eines Testzentrums attraktiv für die von Ihnen in Frage 3 angegebene Zielgruppe (z.B. wenn der Kunde ein Zertifikat erhält)?

- Offene Frage stellen, erste Ideen abwarten.
- Vorschläge machen und Wichtigkeit einstufen lassen. (Punkteskala: 3 sehr wichtig - 1 nicht wichtig.)

	3	2	1	k.A.
Bereitstellung Kartenmaterial				
Lückenloser GPS-Empfang				
Möglichkeit der Absperrung des Testgebietes				
Road-Side-Units				
Sondergenehmigung für Testgebiet				
TRL Offen (Technology Readiness Level/Technologie-Reifegrad)				
Zertifikat				
Zertifikat einer technischen Prüfstelle				
Sonstiges:				

9. Welche Umgebungsanforderungen in einem Testzentrum empfinden Sie als besonders wichtig (z.B. Lichtsignalanlagen)?

- Offene Frage stellen, erste Ideen abwarten.
- Vorschläge machen und Wichtigkeit einstufen lassen. (Punkteskala: 3 sehr wichtig - 1 nicht wichtig.)

	3	2	1	k.A.
Bahnübergänge (BÜ)				
Baustellen				
Blätterdach				
Brücken				
Bushaltestellen				
Ein- und Ausfahrten zu Grundstücken				
Einbahnstraßen				
Fußgängerüberweg				
Geschwindigkeitsdifferenzen				
Kreisverkehr				
Lichtsignalanlagen (LSA)				
Linksabbiegestreifen				
Mehrspurige Straßen				
Mischverkehr (Fuß und Rad)				
Mischverkehr (Lkw)				
Mischverkehr (Pkw)				
Neigung/Steigung				
Parkhaus				
Rechts-vor-links-Kreuzungen				
Straßenbegleitetes Parken				
Unterführungen				
Verkehrsbegleitgrün				
Verkehrsberuhigter Bereich				
Verschiedene Bodenbeläge				
Verschiedene Witterungsbedingungen				
Sonstiges:				



10. Sehen Sie Vorteile bei Tests unter Realbedingungen im Mischverkehr, im Vergleich zu Tests auf privatem Gelände oder in Laborumgebungen?

a. Wenn ja, welche und wie bewerten Sie diese?

11. Sehen Sie Nachteile aus der Nutzung eines Testzentrums unter Realbedingungen im Mischverkehr?

a. Wenn ja, welche und wie bewerten Sie diese?

12. Welche Risikofaktoren bestehen bei der Nutzung des Testzentrums aus Ihrer Sicht?

a. Wie könnten diese Risiken vermindert werden?

13. Welche Dienstleistungen eines Testzentrums für automatisierte Shuttles unter Realbedingungen wären wichtig? Welche empfinden Sie als Grunddienstleistung und welche als Zusatz?

- Offene Frage stellen, erste Ideen abwarten.
- Vorschläge machen, Einstufung ob Grunddienstleistung und Wichtigkeit. (Punkteskala: 3 sehr wichtig - 1 nicht wichtig.)

	Grunddienstleistung	3	2	1	k.A.
Ansprechpartner vor Ort					
Ansprechpartner mit 24/7 Betreuung					
Arbeitsplatz/Büro/Verpflegung					
Filmaufnahmen/Marketingmaßnahmen					
Fahrgastmitnahme					
Feedback von Fahrgästen					
Kontakte zu Komponentenherstellern					
Remote-Steuerung durch Leitstelle					
Sachverständiger einer technischen Prüfstelle vor Ort					
Test durch Verkehrsunternehmen					
Transport des Shuttles					
Unterbringung der MA					
Unterstellung des Shuttles (Abgesichert und mit Strom)					
Versicherung des Tests					
Werkstatt mit Ausrüstung					
Sonstiges:					



14. Welche Nutzungs- und Abrechnungskonditionen erscheinen Ihnen am sinnvollsten (z.B. Tagesticket, Abo, Zahlung pro Zertifikat)?

- Offene Frage stellen, erste Ideen abwarten.
- Vorschläge machen, Preiseinschätzung und Einstufung Attraktivität. (Punkteskala: 3 sehr wichtig - 1 nicht wichtig.)

	3	2	1	k.A.
Abonnements				
Abrechnung nach Aufwand				
Abrechnung nach Runden				
Abrechnung nach Strecke				
Abrechnung nach Umsatz (Startup Förderung)				
Abrechnung nach Zeit				
All-Inklusive Buchung				
Einzelabrechnung				
Jahresabrechnung				
Monatsticket				
Pro Zertifikat				
Tagesticket				
Wochenticket				
Sonstiges:				

15. Denken Sie Netzwerkkontakte und die Vernetzung untereinander könnte für Kunden interessant sein?

- Welche Form der Vernetzung wäre sinnvoll?
- Wären Sie bereit dafür zu zahlen? Wenn ja, wie viel?

Eine weitere Herausforderung mit der Kommunen umgehen müssen ist neben dem Mobilitätsbedarf der Bevölkerung auch der stark steigende Bedarf an logistischen Prozessen. Sowohl die Onlinebestellungen des Endkunden als auch die Just-in-time Lieferung bei Geschäftskunden nimmt immer weiter zu. Immer mehr Lieferfahrzeuge von verschiedenen Lieferdiensten belasten die Infrastrukturen. Gerade in historischen Innenstädten mit schmalen Straßen und Wegen stellt die Belastung durch die Lieferdienste ein Ärgernis dar. Sie blockieren Straßen, erzeugen lokale Emissionen (Lärm, Abgase, Reifenabrieb) und nutzen fremde Infrastrukturen (Parken auf Gehwegen oder in zweiter Reihe etc.). Um den Herausforderungen entgegenzuwirken werden im Projekt [TaBuLa-LOG](#) diese beiden Komponenten zusammengebracht und die vorhandenen Ressourcen im ÖPNV genutzt, um den hohen Bedarf an logistischen Dienstleistungen zu befriedigen. Das eingesetzte automatisiert fahrende TaBuLa-Shuttle in Lauenburg/Elbe soll in der logistischen Erweiterung des Projektes automatisiert einen Warentransport durchführen können.

16. Besteht Interesse die Gütermithnahme in den automatisierten Shuttles zu testen, egal ob in den Schwachlastzeiten im Mischverkehr mit Fahrgästen oder ausschließlich?

Anhang 2: Steckbrief Konkurrenzanalyse Projekte



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Projekt

Projektname:	
Website:	
Information erhalten durch:	

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Konsortialführer:	
Projektpartner:	
Förderung durch:	
Projekt- und Fördervolumen:	
Projektlaufzeit:	
Standort:	

Kontakt:	
----------	--

Projektziel:	
Einzugsbereich:	
Sofern für externe Kunden verfügbar:	
Kunden (falls bekannt und vorhanden):	
Kundengewinnungsansatz:	



Lieferanten:	
Netzwerkaktivitäten:	

Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	
Portfolio:	
Preise:	
Besonderheit/Alleinstellung smerkmal:	

Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht):
Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht):

Anhang 3: Steckbrief Konkurrenzanalyse Unternehmen



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Unternehmen

Firmenname:	
Website:	
Information erhalten durch:	

Konkurrenzverhältnis	
Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Geschäftsführer:	
Rechtsform:	
Mitarbeiterzahl:	
Gründungsjahr:	
Standort:	
Jahresumsatz:	
Marktanteil:	
Auslastung:	
Einzugsbereich:	
Zielgruppe/Kunden:	
Kundengewinnungsansatz:	
Lieferanten:	
Partner:	
Netzwerkaktivitäten:	

Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	
Portfolio:	
Preise:	
Besonderheit/ Alleinstellungsmerkmal:	



Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht):

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht):

Anhang 4: Konkurrenzanalyse TAVF



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Projekt

Projektname:	TAVF - der Teststrecke für automatisiertes und vernetztes Fahren in Hamburg
Website:	https://tavf.hamburg/
Information erhalten durch:	Interview und Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis	
Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Konsortialführer:	Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg
Projektpartner:	<ul style="list-style-type: none"> Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg Hamburg Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg Verkehrsanlagen ITS mobility DLR
Förderung durch:	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Projekt- und Fördervolumen:	k. A.
Projektlaufzeit:	k. A.
Standort:	Hamburg-Neustadt
Kontakt:	moin@tavf.hamburg Tel: +49 40 428413557

Projektziel:	Die Teststrecke ist charakterisiert durch realitätsnahe und somit anspruchsvolle Verkehrssituationen. So deckt sie neben einfachen Fahrmanövern im ein- oder mehrspurigen Mischverkehr auch komplexe Kreuzungstopologien mit verschiedensten Querverkehr ab. Darüber hinaus wurden für den Aufbau der ITS-G5-basierten Kommunikationsanlagen auch Standorte gewählt, welche aufgrund der vorhandenen baulichen Situation, mit z. B. S-Bahn-Brücken und Unterführungen, eine Herausforderung für die Funktechnologie darstellen. Somit sollen weitere Erkenntnisse über Reichweiten und Einflussfaktoren von ITS-G5 erlangt werden
Einzugsbereich:	Hamburg
Sofern für externe Kunden verfügbar:	
Kunden (falls bekannt und vorhanden):	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeughersteller Technologieunternehmen Forschungseinrichtungen
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.
Netzwerkaktivitäten:	k. A.

Dienstleistung/Produkt

<p>Beschreibung Produkt/Dienstleistung:</p>	<p>Offene Plattform für Anwendungen der V2I/I2V-Kommunikation sowie des vernetzten und automatisierten Fahrens können getestet und erprobt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übertragungstechnologie: WLAN; LTE • Straßenausstattung: 37 Ampel, Brücke mit RSU, Wärmebild- und Kamerasysteme, Intelligente Straßenbaken, Kooperative Umfeldsensoren • Informationsbereitstellung: offene Datenplattform, Anbindung an den Mobilitäts Daten Marktplatz, hochgenaue Karten, SPaT/MAP-Nachrichten an Lichtsignalanlagen, Ampelphasenprognose • Straßenkategorien: Stadtstraßen in der Hamburger Innenstadt, Brücke, Knotenpunkte mit und ohne Lichtsignalanlagen
<p>Portfolio:</p>	<p>k. A.</p>
<p>Preise:</p>	<p>k. A.</p>
<p>Besonderheit/Alleinstellungsmerkmal:</p>	<p>Die Teststrecke befindet sich im Stadtzentrum und verläuft über hochbelastete Stadtstraßen, darunter Hauptverkehrsstraßen und Bezirksstraßen. Sie bietet besonders komplexe Rahmenbedingungen für die Erprobung von automatisierten Fahrfunktionen, Sicherheitsassistenzsystemen oder auch Umfeldsensoren, wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • einen hohen Anteil an Mischverkehren, z. B. aus Individualverkehr, ÖPNV, Lastenverkehr, Fußgängern und Radverkehr • heterogene und erschwerte Umgebungsbedingungen für Übertragungstechnologien, z. B. durch S-Bahn-Überführungen in Kreuzungsbereichen, Hochhäuser, Alleen oder auch eine innerstädtische Klappbrücke.



Abbildung: Testfeld TAVF; Quelle: https://tavf.hamburg/fileadmin/templates/images/ani_karte.gif



Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): Offene Datenplattform

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): Keine aktive Betreuung und kein ÖPNV-Schwerpunkt

Anhang 5: Konkurrenzanalyse KoMoD/KoMoDnext



TESTZENTRUM
AUTONOME BUSSE
LAUNEURG/ELBE



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Steckbrief Konkurrenzanalyse

Projekt

Projektname:	KoMoD/KoMoDnext - Kooperative Mobilität im digitalen Testfeld Düsseldorf
Website:	https://www.komod-testfeld.org/ https://komodnext.org/
Information erhalten durch:	Interview und Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Konsortialführer:	Landeshauptstadt Düsseldorf
Projektpartner:	<ul style="list-style-type: none"> • Landeshauptstadt Düsseldorf • ave Verkehrs- und Informationstechnik GmbH • DLR • FH Potsdam • Ford • GEVAS Software • Heusch/Boesefeldt • ika -RWTH Aachen • Mobileye • Rheinbahn • Siemens • Straßen.NRW • SWARCO • tts – Traffic Technology Services • Vodafone Deutschland • ZF
Förderung durch:	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Projekt- und Fördervolumen:	KoMoD: <ul style="list-style-type: none"> • Projektvolumen: 15 Mio. € • Fördervolumen: 9 Mio. € KoMoDnext: <ul style="list-style-type: none"> • Projektvolumen: 9,80 Mio. € • Fördervolumen: 6,86 Mio. €
Projektlaufzeit:	KoMoD: 06.2017 bis 06.2019 KoMoDnext: 01.2020 bis 12.2021
Standort:	Düsseldorf (A57 und A52, am Heerdter Dreieck, im Rheinalleetunnel, Rheinkniebrücke, Stadtteil Friedrichstadt, Vodafone-Parkhaus)



TESTZENTRUM
AUTONOME BUSSE
LAUENBURG/ELBE



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Kontakt:	<p>Heiko Böhme Projekt-Koordinator Landeshauptstadt Düsseldorf Amt für Verkehrsmanagement Verkehrssystemmanagement, Forschungsprojekte (66/6.3) Auf'm Hennekamp 45 40200 Düsseldorf 0211 89-93672 heiko.boehme@duesseldorf.de</p>
Projektziel:	<p>Die Vorbereitung ausgewählter Netzabschnitte für deren Befahrbarkeit mit automatisierten Level-4-Fahrzeugen. Dabei steht die Absicherung des automatisierten Fahrens durch die Entwicklung neuer Steuerungsverfahren unter Nutzung mobiler Sensornetze sowie durch Sicherung der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur im Vordergrund. Mittels Integration standardisierter Verfahren der IT-Security sollen erstmals Serienfahrzeuge als größere Fahrzeugflotte in das mobile Sensornetzwerk eingebunden werden.</p> <p>Aufgrund der Komplexität bei der Automatisierung an städtischen Knoten wird eine multimodale Absicherung durch mobile Fußgänger- und Radfahrerdaten sowie durch hochauflösende stationäre Daten verfolgt. In Abhängigkeit der Verkehrs- und Umfeldsituationen kann auch die rechtzeitige Übergabe der Fahrfunktion zurück an den Fahrer zur Sicherheit des Gesamtsystems beitragen.</p> <p>Im Zentrum des Projektes stehen fünf Anwendungsfälle, die im urbanen Raum sowohl auf der Autobahn, im Übergang in den städtischen Bereich als auch im innerstädtischen Bereich an komplexen Knotenpunkten die Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur unterstützen und die Markteinführung und Praxistauglichkeit von automatisierten Fahrfunktionen weiter fördern. Die Applikationen werden im digitalen Testfeld Düsseldorf unter realen Verkehrsbedingungen umgesetzt und getestet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenspiel der Systeme • Zusammenspiel von Fahrerassistenzsystemen • Erprobung der Datenbereitstellung und Kommunikationsvergleich • Betrachtung der Verknüpfung von bordautonomer Sensorik und Informationsbereitstellung
Einzugsbereich:	Düsseldorf
Sofern für externe Kunden verfügbar:	
Kunden (falls bekannt und vorhanden):	k. A.
Kundengewinnungsansatz:	Die Verwendung von existierenden Standards bei der Umsetzung der Anwendungsfälle gewährleistet die Zugänglichkeit des Testfeldes für interessierte Dritte



Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Lieferanten:	k. A.
Netzwerkaktivitäten:	k. A.

Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	<p>Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge werden im Straßenverkehr live auf Autobahnen und gleichzeitig im innerstädtischen Betrieb getestet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strategiekonformes Routing und Parkhausinformationen • Virtuelle Verkehrsbeeinflussung - zentralenbasiert • Virtuelle Verkehrsbeeinflussung - RSU basiert & Staumeldungen über RSU • Tunnelsperrung und Tunnelsteuerung • e-Call Plus • Kooperative Lichtsignalanlagen • ÖPNV Priorisierung • Smart Parking - Stellplatzgenaue Zielführung • Smart Cycling • Fahrzeugbasierte Verkehrsdatenerfassung
Portfolio:	k. A.
Preise:	k. A.
Besonderheit/Alleinstellungsmerkmal:	Level-4-Fahrzeuge



Abbildung: Testfeld KoMoD Quelle: <https://komodnext.org/testfeld/>



Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): Die Befahrbarkeit einzelner Streckenabschnitte mit einem Level-4-Fahrzeug.

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): Keine aktive Betreuung und kein ÖPNV-Schwerpunkt

Anhang 6: Konkurrenzanalyse Digitales Testfeld Dresden



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Projekt

Projektname:	Digitales Testfeld Dresden
Website:	https://www.effiziente-mobilitaet-sachsen.de/digitales-testfeld-dresden.html
Information erhalten durch:	Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Konsortialführer:	Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH
Projektpartner:	k. A.
Förderung durch:	<ul style="list-style-type: none"> • Europäischen Union mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) • Freistaat Sachsen • Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
Projekt- und Fördervolumen:	k. A.
Projektlaufzeit:	bis 2019
Standort:	Dresden
Kontakt:	k. A.

Projektziel:	
Einzugsbereich:	k. A.
Sofern für externe Kunden verfügbar:	
Kunden (falls bekannt und vorhanden):	k. A.
Kundengewinnungsansatz:	k. A.

Lieferanten:	k. A.
Netzwerkaktivitäten:	k. A.



Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	AVF im urbanen Raum inkl. ÖPNV und Wirtschaftsverkehr; V2I; kooperative Fahrmanöver; Urbanes Verkehrsmanagement; Fahrzeugflotten, Shuttles, on-Demand-dienste; Intermodaler Verkehr und Mikromobilität; Vernetzung und Assistenz nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer; IKT; Test- und Prüfverfahren für AVF-Funktionen; virtuelle Erprobungsumgebung inkl. Modellierung on Testscenarien mittels OpenScenario; Sicherheit und Zuverlässigkeit
Portfolio:	<p>Übertragungstechnologien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • WLAN-11p (in Vorbereitung, erster Teststandort vorhanden, lückenlose Ausleuchtung) • Mobilfunk, LTE-V, zukünftig 5G (in Planung) • Digitaler Rundfunk (in Planung) Straßenausstattung • Lichtsignalanlagen mit OCIT2-Schnittstelle, umschaltbare Realisierung (geplant) • streckenseitige Sensor- und Videoausstattung (in Planung) • weitere IVS-relevante Ausstattungsmerkmale (geplant: Landmarken, Radar und/oder Lidarreflektierende Markierungen, Radar Scanner, Bluetooth Scanner) • Glasfaseranbindung <p>Hintergrundsysteme und Informationsbereitstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsleitzentrale VAMOS der Landeshauptstadt Dresden (vorhanden) • Ressourcenmanagementsystem REMAS (vorhanden) • Kartenserver für hochgenaue Karten (in Planung) • Mobile Clouds/Edge Clouds (in Planung)
Preise:	k. A.
Besonderheit/Alleinstellungsmerkmal:	<p>Streckencharakteristik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • überwiegend homogene, gut ausgebaute, vierstreifige Strecken • z. T. Strecken mit Straßenbahn (straßenbündiger Bahnkörper) • z. T. ausgewählte bauliche und verkehrliche Situationen (z. B. diverse Kreuzungssituationen, Haltestellen) <p>Lichtsignalanlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verkehrsabhängige Steuerung mit z. T. starkem Einfluss des ÖPNV • unterschiedliche Ausprägung der Koordinierung zwischen Lichtsignalanlagen

Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): Mehrspurige Fahrbahnen mit teilweise straßenbündigen Bahnkörpern. Unterschiedliche Ausprägungen von Lichtsignalanlagen.

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): Keine aktive Betreuung und kein ÖPNV-Schwerpunkt

Anhang 7: Konkurrenzanalyse Testfeld Niedersachsen



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Projekt

Projektname:	Testfeld Niedersachsen für automatisierte und vernetzte Mobilität
Website:	https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/testfeld-niedersachsen-fuer-automatisierte-und-vernetzte-mobilitaet
Information erhalten durch:	Interview und Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Konsortialführer:	DLR
Projektpartner:	<ul style="list-style-type: none"> • Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung • Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur • VW • Siemens • Nordsys • OECON • ADAC • Wolfsburg AG • Continental • IAV • DLR
Förderung durch:	<ul style="list-style-type: none"> • Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) • Landes Niedersachsen
Projekt- und Fördervolumen:	Fördervolumen: 4.024.840,00 Euro
Projektlaufzeit:	05.2017 bis 06.2019
Standort:	Braunschweig, Hannover, Hildesheim
Kontakt:	testfeld@dlr.de



TESTZENTRUM
AUTONOME BUSSE
LAUENBURG/ELBE



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Projektziel:	Die Entwicklung einer Kompetenzregion für Verkehr und Mobilität mit den Schwerpunkten automatisiertes/autonomes und vernetztes Fahren ist das Ziel des Projekts. Dies soll durch die Kombination hochgenauer Erfassungstechnik, Simulations- sowie Kommunikations- und Entwicklungsplattformen erreicht werden.
Einzugsbereich:	Niedersachsen
Sofern für externe Kunden verfügbar:	
Kunden (falls bekannt und vorhanden):	<ul style="list-style-type: none"> • Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft, die Sensoren für automatisierte Fahrzeuge entwickeln und/oder herstellen • Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft, die an automatisierten und vernetzten Fahrfunktionen arbeiten • Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft, die neuartige Technologiebausteine in Fahrzeugen und der Verkehrsinfrastruktur entwickeln • Wissenschaftliche Einrichtungen, die rund um das Thema automatisierte und vernetzte Mobilität forschen • Politik und Verbände, die sich über das Thema des automatisierten und vernetzten Fahrens informieren möchten
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.
Netzwerkaktivitäten:	k. A.

Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	<ul style="list-style-type: none"> • Abschnitte der Autobahnen A2, A7, A39, A391 • Bundes- und Landstraßen B3, B6, B243 und L295 • Integration in Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM) • 280 Streckenkilometer mit Sektoren verschiedenster technischer Ausstattung • Erfassungstechnik • Kommunikationstechnik • Hochgenaue Karten • Szenarien & Modelle (Simulationen) • Schnittstellen (VMZ) • Mobile Aufbauten • Kataster Testfeldzustand • Hintergrundsysteme
Portfolio:	k. A.
Preise:	k. A.
Besonderheit/ Alleinstellungsmerkmal:	Eine Erprobung von unterschiedlichen Verkehrssituationen sowie im Übergang zwischen verschiedenen Straßentypen wird auf 280 Streckenkilometer ermöglicht.

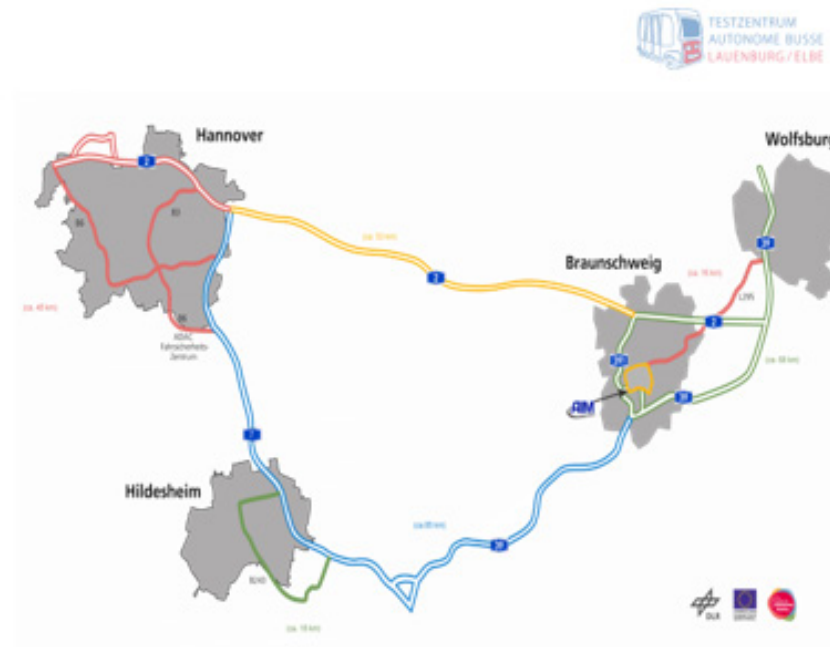


Abbildung: Teststrecke Niedersachsen; Quelle:

https://verkehrsforschung.dlr.de/public/styles/full_1440px/public/previews/project/2019/191212_Testfeld_Karte_BS_WOB_HI_deutsch_v2-01.png?tok=F3_SBSA7

Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): langer Streckenabschnitt zum Testen

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): Keine aktive Betreuung und kein ÖPNV Schwerpunkt

Anhang 8: Konkurrenzanalyse AstaZero



TESTZENTRUM
AUTONOME BUSSE
LAUENBURG/ELBE



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Steckbrief Konkurrenzanalyse

Unternehmen

Firmenname:	AstaZero
Website:	https://www.astazero.com/
Information erhalten durch:	Interview und Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

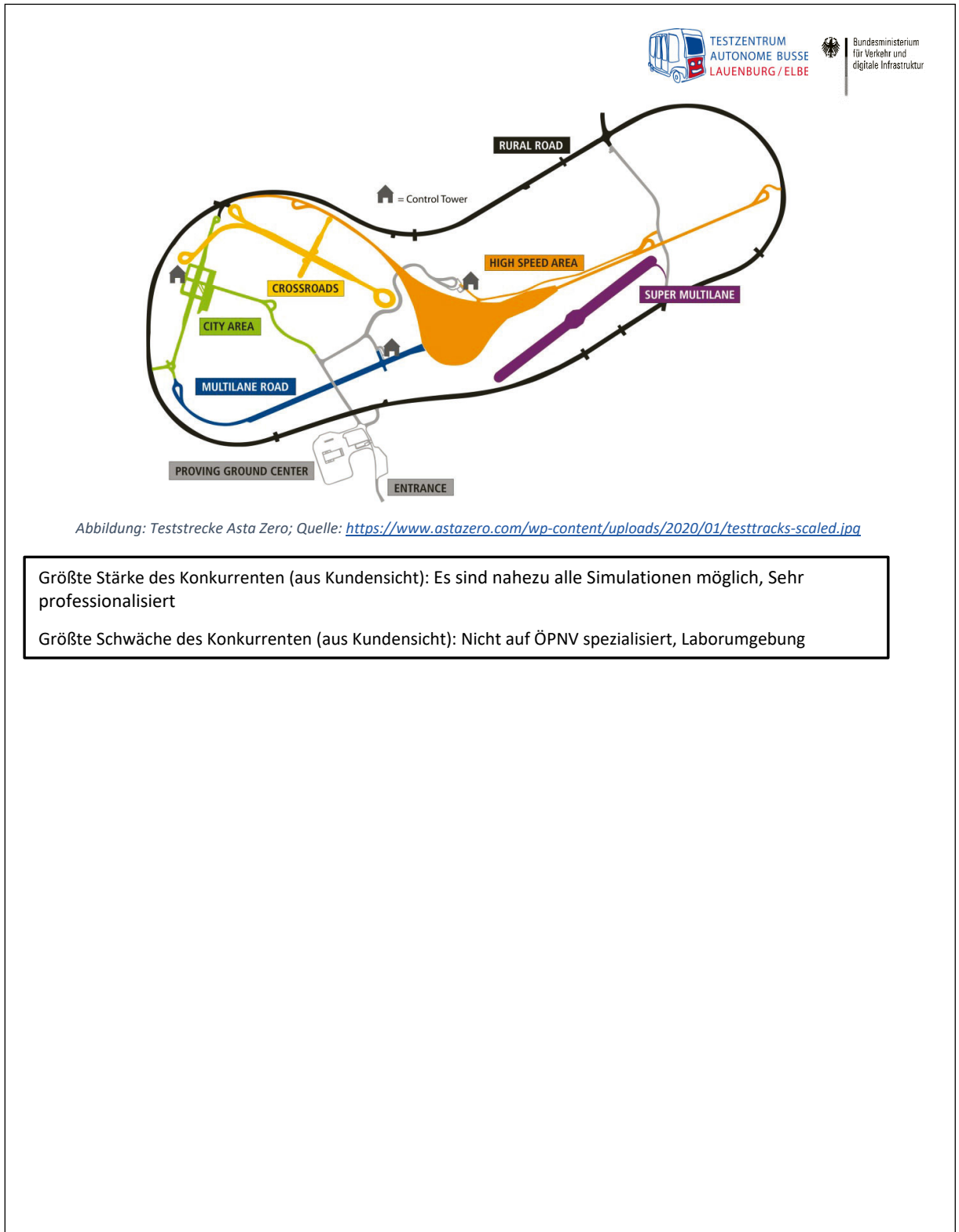
Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Geschäftsführer:	Peter Janevik (CEO) Monica Ringvik (CTO)
Rechtsform:	Aktiengesellschaft
Mitarbeiterzahl:	22
Gründungsjahr:	Eröffnung: 2014; Planung seit 2003
Standort:	AstaZero Hällered Göksholmen 1 SE-504 91 Sandhult
Jahresumsatz:	k. A.
Marktanteil:	k. A.
Auslastung:	k. A.
Einzugsbereich:	EU
Zielgruppe/Kunden:	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeughersteller • Zulieferer bzw. Komponentenhersteller • Genehmigungsbehörden/Gesetzgeber • Universitäten, Hochschulen
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.



Partner:	Anteilseigner: <ul style="list-style-type: none"> • RISE- Reasearch Institutes of Sweden • Chalmers university of Technology Finanzierung: <ul style="list-style-type: none"> • EU-Förderung • Region Västra Götaland • Tillväxt Verket • Borås Stad Industriepartner: <ul style="list-style-type: none"> • Volvo • Scania • FFI (Partnerprogramm der Schwedischen Regierung und der automotive Industrie) • Autoliv (automotive Sicherheitssystemlieferant) • Test Site Sweden
Netzwerkaktivitäten:	<ul style="list-style-type: none"> • Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) • Safer

Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	Laborumgebung mit verschiedenen Strecken und mit dem Testfokus auf Fahrzeugdynamik, Fahrverhalten, V2V und V2I, funktionale Sicherheit und Kommunikationstechnologie. Zusätzlich virtuelle Umgebung der VTI, um vorab Tests zu machen. Außerdem Verkehrskontrollcenter zur Überwachung + große Werkstätten und Unterstellung Daten gehören Kunden oder Forschungsprojekten
Portfolio:	Darstellung jedes Szenarios im Straßenverkehr, um: <ul style="list-style-type: none"> • Entwickeln • Testen • Zertifizieren ...von neuen Verkehrssicherheitssystemen <ul style="list-style-type: none"> • Excellence Center für Entwicklung von Testequipment • Zusammenarbeit zwischen internationalen Testgeländen • Hohes kundenorientiertes Servicelevel • Demogelände Unterstützung bei Produkteinführung, Konferenzen und Events <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsplatz, Konferenzräume, Kommunikationsausstattung und Verpflegung
Preise:	k. A.
Besonderheit/Alleinstellungsmerkmal:	k. A.



Anhang 9: Konkurrenzanalyse DEKRA



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Unternehmen

Firmenname:	DEKRA e.V./DEKRA Automobil GmbH
Website:	https://www.dekra.de/de/automatisiertes-fahren/
Information erhalten durch:	Interview und Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Geschäftsführer:	Guido Kutschera (Vorsitzender) Jann Fehlauer Friedemann Bausch
Rechtsform:	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Mitarbeiterzahl:	43.961 (weltweit)
Gründungsjahr:	1925
Standort:	Senftenberger Str. 30 01998 Klettwitz
Jahresumsatz:	3.409,0 Mio. EUR (weltweit, 2019)
Einzugsbereich:	weltweit
Zielgruppe/Kunden:	<ul style="list-style-type: none"> • Automobilhersteller und -zulieferer • Entwicklungsdienstleister
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.
Partner:	k. A.
Netzwerkaktivitäten:	k. A.



Dienstleistung/Produkt

<p>Beschreibung Produkt/Dienstleistung:</p>	<p>Standort Klettwitz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infrastruktur: dGPS 2 cm, WLAN 802.11 p, 4G, 5G, 10 GB Upload-Link für Kunden, 800 m mobile Leitplanken, mobile Ampeln, mobile Hindernisse, Verkehrszeichen • Testfunktionen: Forschungs- und Entwicklungslabor, Feldtestlabor, E2E-Sicherheitsanwendungslabor, Typgenehmigungslabor, Konformitätslabor, Dauerlauf auf offener Straße, Konfigurationszentrum, Fahrzeug-Teststrecken-Labor • Automatisierungslevel 1 bis 5 <p>Standort Malaga (Spanien):</p> <ul style="list-style-type: none"> • hochmoderne, laborgestützte Tests und komplexe Szenariomodellierung • V2X-Technologie • Prüfung und Zertifizierung von drahtlosen Technologien • Simulation von verschiedenen Szenarien
<p>Portfolio:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionstests • klassische Fahrprüfungen • Fahrtraining • Veranstaltungen • allgemeines Training • Motorsport
<p>Preise:</p>	<p>k. A.</p>
<p>Besonderheit/Alleinstellungsmerkmal:</p>	<p>Testgelände in der Lausitz (alte Rennstrecke)</p>



Abbildung: DEKRA Teststrecke Klettwitz; Quelle: <https://www.dekra.de/media/dekra-broschuere-automconn-driving.pdf>



Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): Zwei von der DEKRA zertifizierte Testumgebungen (Real und Labor).

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): Kein Realbetrieb im öffentlichen Raum (abgesperrtes Gelände); kein Schwerpunkt ÖPNV

Anhang 10: Konkurrenzanalyse TÜV Süd



TESTZENTRUM
AUTONOME BUSSE
LAUENBURG/ELBE



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Steckbrief Konkurrenzanalyse

Unternehmen

Firmenname:	TÜV Süd
Website:	https://www.tuvsud.com/de-de
Information erhalten durch:	Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Geschäftsführer:	Prof. Dr.-Ing. Axel Stepken (Vorsitzender) Dr. Matthias J. Rapp Ishan Palit
Rechtsform:	Aktiengesellschaft
Mitarbeiterzahl:	25.000
Gründungsjahr:	1866
Standort:	TÜV SÜD Aktiengesellschaft - HeadQuarter Westendstraße 199 80686 München
Jahresumsatz:	2,6 Mrd.
Einzugsbereich:	weltweit
Zielgruppe/Kunden:	k. A.
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.
Partner:	k. A.
Netzwerkaktivitäten:	<ul style="list-style-type: none"> • Internationale Partnerunternehmen • Universitäten • Behörden • Forschungsinstitute



Dienstleistung/Produkt	
Beschreibung Produkt/ Dienstleistung:	<ul style="list-style-type: none"> • Definition von neuen Sicherheitskriterien für die Bewertung automatisierter und vernetzter Technologien. • Bewertung der funktionalen Sicherheit und der IT-Sicherheit in realen Umgebungen mit einem ganzheitlichen, szenarienbasierten Verfahren. • Zulassung und Zertifizierung der Produktsicherheit • Eine Kombination von virtuellen Testmethoden und Realversuchen. Dies spart Zeit und Geld. • Mit dem eigens entwickelten Prüffahrzeug mit einer hochpräzisen Fernsteuerung können verschiedene Szenarien auf dem Prüfgelände getestet werden. Die Szenarien sind präzise und reproduzierbar.
Portfolio:	<ul style="list-style-type: none"> • System- und Wirksamkeitsbewertung • Kombinierte Testverfahren • Maßnahmen in Bereich Cybersicherheit • Entwicklung von Regularien für Automatisierte Fahrzeuge • Zulassung von Automatisierten Fahrzeugen im Öffentlichen Straßenverkehr
Preise:	k. A.
Besonderheit/Alleinstellungsmerkmal:	Zulassungsbehörde mit einem eigenem Testzentrum

Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): Zusammenarbeit mit einer Zulassungsbehörde
 Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): Kein Schwerpunkt auf ÖPNV

Anhang 11: Konkurrenzanalyse PTV



Steckbrief Konkurrenzanalyse

Unternehmen

Firmenname:	PTV Planung Transport Verkehr AG
Website:	https://www.ptvgroup.com/de/
Information erhalten durch:	Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Geschäftsführer:	Klaus Lechner (CFO) Christian U. Haas (CEO) Dr. Peter Overmann (CTO)
Rechtsform:	Aktiengesellschaft
Mitarbeiterzahl:	> 900 weltweit
Gründungsjahr:	1979
Standort:	PTV Planung Transport Verkehr AG Haid-und-Neu-Str. 15 76131 Karlsruhe
Jahresumsatz:	> 116 Mio. Euro
Marktanteil:	k. A.
Auslastung:	k. A.
Einzugsbereich:	weltweit
Zielgruppe/Kunden:	<ul style="list-style-type: none"> • Experten im öffentlichen Sektor • Consulting • Forschung
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.
Partner:	<ul style="list-style-type: none"> • PTV Transport Consult GmbH • DDS Digital Data Services GmbH • Truck Parking Europe und USA • TTK GmbH • Locatienet • VARTA-Führer GmbH • YellowMap GmbH • EICT GmbH
Netzwerkaktivitäten:	<ul style="list-style-type: none"> • The World Bank • World Resources Institute • International Transport Forum • Bundesministerium für Wirtschaft und Energie • Bitkom • EU

Dienstleistung/Produkt	
Produktname:	PTV Vissim
Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	<p>Verhalten eines jeden Automatisierungsgrads virtuell evaluieren. Innerhalb der Simulationssoftware können umfassende virtuelle Testumgebung erstellt werden, die die realen Verkehrsbedingungen und die Infrastruktur abbilden.</p> <p>Über die Simulationsplattform kann das Fahrverhalten autonomer Fahrzeuge und deren Auswirkungen auf den Verkehrsfluss untersucht werden. Das Verhalten autonomer Fahrzeuge zu simulieren und deren spezifischen Bewegungsabläufe sowie Interaktionen mit anderen vernetzten oder nicht vernetzten Fahrzeugen darzustellen.</p>
Portfolio:	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Zwillinge von Prüfständen • Modellierung sämtlicher Verkehrsmittel und deren Interaktionen in vielen verschiedenen Anwendungsfällen und -bereichen • Integrierte Szenario-Funktionalität zur Verwaltung von Projekten mit mehreren Gestaltungsoptionen, Prognosen oder Fahrzeugeigenschaften • Integrierte Simulation von Fußgängern, Radfahrern und Fahrzeugen in einer einzigen Softwareplattform • Detaillierte Darstellung der Geometrien sowie der einzelnen Fahrzeugverhaltensmodelle zur realistischen Modellierung lokaler Bedingungen • Dank flexibler APIs und Schnittstellen zu externen Softwarelösungen erhalten Sie ein Planungstool, das sich individuell und maßgeschneidert an Ihre Anforderungen anpassen lässt.
Preise:	k. A.
Besonderheit/ Alleinstellungsmerkmal:	Digitale Zwillinge von Prüfständen

Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht): Simulation verschiedener Szenarien

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht): kein Realbetrieb, kein Schwerpunkt ÖPNV

Anhang 12: Konkurrenzanalyse IPG



TESTZENTRUM
AUTONOME BUSSE
LAUENBURG/ELBE



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Steckbrief Konkurrenzanalyse

Unternehmen

Firmenname:	IPG Automotive GmbH
Website:	https://ipg-automotive.com/de/
Information erhalten durch:	Eigenrecherche

Konkurrenzverhältnis

Direkter Konkurrent	Indirekter Konkurrent <i>gleiche Branche, abweichendes Portfolio</i>
Substitut	

Geschäftsführer:	Dr.-Ing. Alexander Schmidt Dipl.-Ing. Steffen Schmidt
Rechtsform:	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Mitarbeiterzahl:	250
Gründungsjahr:	1984
Standort:	IPG Automotive GmbH Bannwaldallee 60 76185 Karlsruhe
Jahresumsatz:	k. A.
Marktanteil:	k. A.
Auslastung:	k. A.
Einzugsbereich:	weltweit
Zielgruppe/Kunden:	<ul style="list-style-type: none"> • OEMs • Zulieferer • Dienstleister • Hochschulen und Forschungsinstitute (deutschland-/weltweit)
Kundengewinnungsansatz:	k. A.
Lieferanten:	k. A.



<p>Partner:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3D Mapping Solutions • AB Dynamics • Adletec IT-Solutions • AiP automotive • Ansible motion • Atlatec • Continental Engineering Services • Cosin scientific sooftware • Elektrobit • FKFS • GT Gamma Technologies • GeneSys • Here • Horiba • Kratzer Automation • KS Engineers • MSC Software • nVIZ • OPV engineering • PDTec. • PTV Group • rFpro • ROTO TEST • SEA • Stähle Robot Systems • Synopsys • Tracetrionic • XPLM
<p>Netzwerkaktivitäten:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ADASIS • ASAM • CyberForum • CVC Südwest • Elektromobilität Süd-West • FZI Förderverein • ProStep iViP • aen – automotive engineering network



Dienstleistung/Produkt

Beschreibung Produkt/Dienstleistung:	<ul style="list-style-type: none"> • Testen virtueller komplexe Szenarien • virtuelle Szenarien auf Basis realer Testfahrten • Sensormodelle • automatisierbare Manöverkataloge • Automatische Erstellung von Reports
Portfolio:	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastruktur • Andere Verkehrsteilnehmer • Fahrbahnbeschaffenheit • Verschiedene Fahrzeugtypen (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, schwere Nutzfahrzeuge, Motorrad) • Manöverkatalog
Preise:	k. A.
Besonderheit/ Alleinstellungsmerkmal:	Professionalisierte virtuelle Plattform

Größte Stärke des Konkurrenten (aus Kundensicht):

Größte Schwäche des Konkurrenten (aus Kundensicht):

Anhang 13: Auflistung über weitere Digitale Testfelder in Deutschland¹³

- ▶ Digitales Testfeld Autobahn (DTA)
 - ▶ A9 zwischen München und Nürnberg
 - ▶ Laufzeit: bis Ende 2020
 - ▶ Straßenkategorie: Autobahn
 - ▶ Erprobung von: Automatisierten Fahrfunktionen, Vernetzten Fahrfunktionen (V2V und V2I), Intelligenter Straßenausstattung
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: Platooning, 5G-Connected Mobility, ConVeX, KoRA9

- ▶ Digitales Testfeld Deutschland-Frankreich-Luxemburg
 - ▶ Merzig (Saarland)-Saarbrücken (Saarland)-Metz (Frankreich) – Region Bettemburg (Süd-Luxemburg)
 - ▶ Laufzeit: seit 02/2017
 - ▶ Straßenkategorie: Alle (Autobahn, Bundesstraßen, Landstraßen, Stadtverkehr etc.)
 - ▶ Erprobung von: Funktionssicherheit im Grenzüberschreitenden Verkehr, Verbindung automatisiertes und vernetztes Fahren, Auswirkung von AVF, offene Datenplattformen
 - ▶ Offen für Wissenschaft, Wirtschaft, Forschung
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: 5G-CroCo, TERMINAL (Erprobung elektrischer automatisierter Kleinbusse im grenzüberschreitenden Pendlerverkehr)

- ▶ Testfeld Berlin | Digitales Testfeld Stadtverkehr
 - ▶ Stadt: Berlin, Reinickendorf
 - ▶ Laufzeit: 06/2017 – 12/2019
 - ▶ Straßenkategorie: Hauptverkehrsstraßen, Nebenstraßen, Autobahn
 - ▶ Erprobung von: Positionierung über Landmarken, Umfeldwahrnehmung, temporäre Ereignisse; V2I und V2V zur Parkplatzerkennung, Teleoperiertes Fahren
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: SAFARI, RAMONA

13 <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Digitale-Testfelder/Digitale-Testfelder.html>

- ▶ Testfeld Berlin I Digital vernetzte Protokollstrecke (Dignet-PS)
 - ▶ Stadt: Berlin Charlottenburg und Mitte
 - ▶ Laufzeit: 04/2017 - 12/2019
 - ▶ Straßenkategorie: Bundesstraße (Straße des 17. Juni) und angrenzende Nebenstraßen
 - ▶ Erprobung von: Verkehrssicherheit beim AF, Verkehrsdatenmanagement, V2X-Kommunikation
 - ▶ Offen für deutsche Kommunikations- und Automobilbranche, Stakeholder aus Industrie, Gesellschaft und Politik
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: Dignet-PS

- ▶ Digitales Testfeld Kassel
 - ▶ Stadtverkehr Kassel
 - ▶ Laufzeit: k. A.
 - ▶ Straßenkategorie: Stadtstraßen
 - ▶ Erprobung von: V2I und V2V, Kommunikation mit Einsatzfahrzeugen, Einbindung von RSU in ein städtisches Verkehrsmanagementsystem, Vernetzung bei Schwertransporten und Frachtverkehr, Alternativroutensteuerung
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: UR:BAN, VERONIKA, HERCULES, SCHOOL

- ▶ ITS Testfeld Merzig (ITeM)
 - ▶ Stadt: Merzig
 - ▶ Laufzeit: seit 09/2014
 - ▶ Straßenkategorie: Stadt/Landstraße
 - ▶ Erprobung von: V2V und V2I, Intelligenter Straßenausstattung, Neurokognitive Aspekte
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: kantSaar, iKoPa, 5GCroCo, UR:BAN

- ▶ DRIVE-Testfeld Hessen (Dynamic Road Infrastructure Vehicle Environment)
 - ▶ Metropolregion: Frankfurt Rhein-Main
 - ▶ Laufzeit: Q3/2017 – Q3 2020
 - ▶ Straßenkategorie: Autobahn und Bundesstraße
 - ▶ Erprobung von: Intelligente Infrastruktur (Verkehrsdatenerfassung, Verkehrslagefusion, Verkehrs- und Baustellenmanagement), Kooperative und Vernetzte Mobilität (V2I und V2V, Aufbau und Betrieb kooperative Verkehrszentrale, etc.), Automatisiertes Fahren (Anwendung von Sicherheitskonzepten, Entwicklung und Erprobung von Backend-Komponenten) , Elektromobilität (Aufbau und Betrieb eHighway Hessen)

- ▶ Wichtige Beispielprojekte: CENTRICO, EasyWay, DICA, DORA, PIA, NORA, AKTIV, DIAMANT, DRIVE C2X, LENA4ITS, C-IST-Korridor Rotterdam-Frankfurt-Wien, ANNE, aFAS, Ko-HAF, IMAGinE, eHighway Hessen

- ▶ Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF-BW)
 - ▶ Städte: Karlsruhe, Bruchsal, Heilbronn
 - ▶ Laufzeit: 10/2016 – 11/2020
 - ▶ Straßenkategorie: Autobahn, Bundesstraßen, Landstraßen, Innerstädtische Straßen
 - ▶ Erprobung von: Automatisierte Fahrfunktionen (Pkw, Lkw, Bus), Automatisierte Arbeits- und Fahrfunktionen, mit Sonderfahrzeugen, V2I und V2V, Intermodale Mobilitätskonzepte, Barrierefreie Datenplattformen, Virtuelle Erprobung (Simulation und Prüfstände)
 - ▶ Offen für Dritte
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: INTUITIVER, OpEr, SmartEPark, AutoRICH, Smart Mobility Baden-Württemberg, Bewirkt, EVA-Shuttle

- ▶ Testfeld Friedrichshafen
 - ▶ Stadt: Friedrichshafen
 - ▶ Laufzeit: seit 10/2018
 - ▶ Straßenkategorie: Bundesstraße, Landstraße, innerstädtische Straßen
 - ▶ Erprobung von: Automatisiertes fahren (Pkw, Lkw, Bus), V2V und V2I, Mobilitätskonzepte
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: -

- ▶ EASYRIDE-Testfeld München
 - ▶ Stadt: München
 - ▶ Laufzeit: bis 31.12.2020
 - ▶ Straßenkategorie: Stadtverkehr, Parkanlage
 - ▶ Erprobung von: AVF im Bereich der zukunftsorientierten Fahrzeugdisposition im Sinne der gesamtheitlichen Verkehrslenkung, Kooperatives Datenmanagement, Virtuelle Umgebung (Mobilitätsstrategien, Steuerung von Knotenpunkten, Vernetzung, Intermodalität)
 - ▶ Wichtige Beispielprojekte: Einsatz von hochautomatisierten Fahrzeugen als ÖV (Kleinbusse) auf dem Testfeld, Einwicklung einer Flottenintelligenz für automatisierte RidePooling Flotten

- ▶ B170 (Sachsen)
 - ▶ Stadt: zwischen Dresden und Bannewitz
 - ▶ Laufzeit: k. A.
 - ▶ Straßenkategorie: Bundesstraße
 - ▶ Erprobung von: IVS und automatisierten Fahren, RSU an Lichtsignalanlagen, Straßenwetterstation zur Erfassung der Witterungsbedingungen, Bluetooth-basierte Reisezeitermittlung, verkehrliche Informationen
 - ▶ Wichtige Projekte: k. A.

- ▶ Virtuelles Testfeld für die Verifikation vernetzter und autonomer Fahrfunktionen
 - ▶ Profilregion: Karlsruhe
 - ▶ Erprobung von: funktionale Absicherung von automatisierten Fahrfunktionen, szenarienbasiertes Testen

- ▶ GreenTec Campus
 - ▶ Stadt: Enge-Sande
 - ▶ Straßenkategorie: Privatgelände
 - ▶ Erprobung von: Fahrerloses Fahren, Nachfragesteuerung, Fahrtenbündelung
 - ▶ Wichtige Projekte: NAF-Bus

- ▶ ATC Aldenhoven
 - ▶ Stadt: Aldenhoven
 - ▶ Straßenkategorie: Privatgelände
 - ▶ Erprobung von: fahrdynamische Test, 5G, vernetztes Fahren in der Stadt
 - ▶ Wichtige Projekte: CERMcity?

- ▶ ACCorD – Korridor für neue Mobilität Aachen – Düsseldorf
 - ▶ Städte: Aachen, Düsseldorf
 - ▶ Laufzeit: 12/2019 – 09/2021
 - ▶ Straßenkategorie: Stadt, Land, Autobahn (Simulation)
 - ▶ Erprobung von: Vernetzung mit Verkehrsinfrastruktur, zentrale Datenbank, digitaler Zwilling, nicht-öffentlicher und öffentlicher Raum
 - ▶ Wichtige Projekte: -

QUELLENVERZEICHNIS

BGBl. I 2017, 1648.

Society of Automotive Engineers (SAE): Levels of Driving Automation (Standard J3016)

<https://t3n.de/news/testfeld-niedersachsen-mobilitaet-1239992/> aufgerufen am 12.05.2020

<https://projektatlas.europa-fuer-niedersachsen.de/foerderprojekte/testfeld-niedersachsen-aufbau-bereich-braunschweig/> aufgerufen am 22.06.2020

<https://www.existenzgruender.de/DE/Gruendung-vorbereiten/Businessplan/Gliederung/inhalt.html>, abgerufen am 18.05.2020

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/konkurrenzanalyse-37329>, abgerufen am 18.05.2020

<https://www.autonomes-fahren.de/telekom-hilft-dekra-bei-testfeld-lausitzring/>, aufgerufen am 27.05.2020

<https://www.niederlausitz-aktuell.de/oberspreewald-lausitz/schipkau/76947/autonomes-fahren-5g-lausitzring-fuer-mobilitaetsideen-der-zukunft-sehr-gefragt.html>, aufgerufen am 27.05.2020

<https://www.dekra.de/media/dekra-broschuere-automconn-driving.pdf>, aufgerufen am 27.05.2020

