

Bericht zu Tests von automatisiertem Fahren auf Straßen mit öffentlichem Verkehr in Österreich 2025

(gemäß AutomatFahrV)

Wien, 2026

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Gesamtumsetzung: Stabsstelle „Intelligente Verkehrssysteme & Digitale Transformation“
Wien, 2026.

Über den Bericht

Copyright und Haftung

Das vorliegende Dokument stellt eine Zusammenfassung publizierbarer Informationen sowie Ergebnisse aus den Berichten gemäß § 1 Abs. 6 AutomatFahrV bezüglich der Testfahrten auf österreichischen Straßen dar. Der Inhalt der veröffentlichten Testberichte beschränkt sich ausschließlich auf jene Bereiche, welche bereits im Antragsformular zu den Testfahrten als publizierbare Inhalte gekennzeichnet waren, zusätzliche Kürzungen oder inhaltliche Veränderungen wurden weder durch die Kontaktstelle automatisiertes Fahren bei der AustriaTech GmbH noch durch das BMIMI vorgenommen. Die veröffentlichten Berichte und die darin enthaltenen Informationen beruhen daher ausschließlich auf den Angaben der testenden Unternehmen/Einrichtungen. Das BMVIT und die AustriaTech übernehmen keine wie immer geartete Haftung für die Herausgabe und/oder die Richtigkeit dieser Informationen. Dieses Dokument wird laufend aktualisiert und um neue Testberichte ergänzt.

Hinweise zu den Testanträgen finden Sie unter:

austriatech.at/aktivitaeten/kontaktstelle-automatisiertes-fahren

Automatisiertes Fahren Verordnung:

ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009740

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an ST-IVS-DT@bmk.gv.at.

Zweck

Dieser Bericht dient sowohl der Information der Öffentlichkeit zu Tests mit automatisierten Fahrzeugen, als auch der Übermittlung der Einschätzung von testenden Institutionen zu aktuellen Entwicklungen im Bereich des automatisierten Fahrens an das BMIMI. Ziel ist ein Wissensaufbau der öffentlichen Hand. Der Bericht soll sicherstellen, dass zukünftige Entwicklungsfelder zielgerichtet adressiert werden.

Anmerkungen

- Sollte der Gültigkeitszeitraum der Bescheinigung mehr als 6 Monate betragen, so ist immer nach jeweils 6 Monaten ein Bericht zu erstellen, wobei jeder Bericht die Inhalte des jeweiligen Berichtszeitraums (der letzten 6 Monate) zu umfassen hat.
- Jeder Testbericht ist immer spätestens 1 Monat nach Ende des jeweiligen Berichtszeitraums unaufgefordert an das BMIMI (ST-IVS-DT@bmimi.gv.at) sowie die Kontaktstelle (automatisierung@austriatech.at) zu übermitteln.
- Die Übermittlung des Berichts hat in jedem Fall zu erfolgen (siehe § 1 Abs 6 AutomatFahrV), unabhängig davon, wie viele Testfahrten im Berichtszeitraum durchgeführt wurden.
- Der Bericht besteht aus 3 Abschnitten:
 - Allgemeine Informationen zum Testbericht (nicht öffentlich)
 - Teil 1: Erfassung der Basisdaten und quantitativen Ergebnisse (öffentlich)
 - Teil 2: Qualitative Beschreibung der Ergebnisse (entsprechend der vorgegebenen Struktur) (öffentlich)
- Zusätzlich zu den Testberichten ist nach Ende des Bescheinigungszeitraums ein Abschlussgespräch mit BMIMI und Kontaktstelle über die gewonnenen Erkenntnisse zu führen. Dieses Abschlussgespräch folgt einem Gesprächsleitfaden, der den testenden Unternehmen vorab zur Verfügung gestellt wird.

Die Inhalte aus Teil 1 und Teil 2 dieses Berichts werden auf der Homepage des BMIMI veröffentlicht. Der:Die Verfasser:in des Berichtes bestätigt durch die Übermittlung des Dokumentes, dass die enthaltenen Angaben vollständig und korrekt sind. Weiters stimmt er:sie zu, dass die übermittelten Informationen öffentlich publiziert werden dürfen. Das BMIMI behält sich das Recht vor, im Sinne eines einheitlichen Genderns sowie einer barrierefreien Darstellung, Adaptierungen am übermittelten Format der Texte durchzuführen.

Inhalt

Über den Bericht.....	3
1 DigiTrans GmbH 2025	6
2 pdcp GmbH 2024 (KW 38)	26
3 pdcp GmbH 2025 (KW 18-19)	40
4 pdcp GmbH 2025 (KW 17-31)	54
5 pdcp GmbH 2025/26 (KW 35).....	68
6 Virtual Vehicle Research GmbH (Puntigam).....	81
7 Virtual Vehicle Research GmbH (Wörgl)	89
Tabellenverzeichnis.....	96
Abbildungsverzeichnis.....	97

1 DigiTrans GmbH 2025

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: 2024-0.745.269

Datum der Ausstellung: 24.01.2025

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: DigiTrans GmbH

Anschrift: Böhmerwaldstraße 16, 4020 Linz

Ansprechpartner:in: Andrea Dumfart, Hannes Watzinger

Kontakt Daten (E-Mail, Telefonnummer): andrea.dumfart@digitrans.expert, +43 660 8908783; hannes.watzinger@digitrans.expert, +43 664 5376656

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution:

Digitrans GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 15.02.2025 – 30.06.2025

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde):

03.03.2025-30.05.2025

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: M1

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisiertes Fahrzeug zur Personenbeförderung

Testszenario

Ein automatisiertes Shuttle fährt bei Bedarf und je nach Buchungslage bestimmte definierte Haltepunkte im Betriebsgelände an, welches somit an den nächstgelegenen Bahnhof angebunden wird.

Tabelle 1 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Asten und St. Florian

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	318	0	0	591	0
Im Ortsgebiet	627	0	0	1164	0
Auf Privatgelände	11	0	0	44	0
In der Simulation	0	0	0	0	0

Tabelle 2 genaue Teststrecke - Asten und St. Florian

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Einsiedlstraße	-	-
Weidenstraße	-	-
Erlenstraße	-	-
Ahornstraße	-	-
Holunderstraße	-	-
Eigenheimstraße	-	-
Ringstraße	-	-
Tillysburgstraße L1401	-	-
Samesleiten	-	-
Weiling	-	-
Museumsstraße	-	-
Frischeisstraße	-	-
Einsiedlstraße	-	-

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Der primäre Forschungszweck war der Einsatz eines automatisierten On-Demand Shuttles für den Personentransport unter realen Bedingungen auf öffentlicher Straße zur effizienten, nachhaltigen und komfortablen Anbindung an den öffentlichen Verkehr sowie die Optimierung der Fahrtstrecke anhand eines intelligenten Buchungs- & Routenplanungssystems.

Dies konnte erfolgreich im Zuge der Tests auf öffentlicher Straße in Asten und St. Florian (Bahnhof Asten/Fischling – Wirtschaftspark Asten/St. Florian) gezeigt werden. Zusätzlich stand die Gewinnung von Erkenntnissen und das Näherbringen von automatisierten Mobilitätslösungen im Fokus.

Durch die Demonstration des automatisierten Fahrzeuges konnten fundierte Daten und Erkenntnisse aus technischer, rechtlicher und organisatorischer Sicht sowie zu Herausforderungen am Weg der Umsetzung gesammelt werden, welche derzeit ausgewertet werden. Es konnte zudem ein Lösungsansatz für den vorherrschenden Bedarf an nachhaltigen und effizienten Mobilitätslösungen aufgezeigt werden.

Folgende konkrete Forschungsfragen wurden dabei behandelt.

Analyse und Bewertung u.a. der Effizienz des gesamten Personentransportprozesses und Auswirkungen auf die Umwelt

Ein Vorteil des Shuttles neben dem flexiblen Zeitplan war auch die Vermeidung von Leerfahrten (Einsparung von Kosten und Emissionen verursacht durch das Fahrzeug). Weiters konnte für die beförderten Fahrgäste eine wesentliche Verbesserung erreicht

werden, da diese die Strecke zwischen dem Bahnhof und dem Arbeitsplatz oder Wohnort bisher Großteiles zu Fuß zurückgelegt hatten, wie sich in den Umfrageergebnissen zeigte.

Eine weitere Steigerung der Effizienz kann künftig durch eine Erhöhung der Auslastung des Shuttles erreicht werden, da während des Testzeitraumes mehrmals Fahrten mit nur einem Fahrgast durchgeführt wurden.

Als Auswirkungen auf die Umwelt können in erster Linie die Reduktion der Emissionen aufgrund der vermiedenen Leerfahrten und des Elektroantriebes, sowie die teilweise Bündelung von Fahrten genannt werden.

Wie werden der automatisierte Personentransport und das flexible Buchungssystem angenommen?

Für den Testbetrieb wurden bewusst zu Beginn nur die Mitarbeiter:innen der Unternehmen im Wirtschaftspark und entlang der Route ausgewählt, um gerade in der anfänglichen Testphase einen zu großen Ansturm an Buchungen zu vermeiden. Im laufenden Testbetrieb wurden in Folge die Bewohner im Ortskern und in einem Siedlungsgebiet entlang der Strecke eingeladen, das Shuttle für die Bewältigung der täglichen Wege zu nutzen. Hier zeigte sich, dass auch Schüler und Schülerinnen sowie ältere Personen den Shuttle Service dankbar annahmen. Die Anzahl an Fahrgästen konnte somit über den Testzeitraum sukzessive gesteigert werden.

Beim Buchungssystem gab es zu Beginn noch Bedarf an kleinen Optimierungen, welche jedoch rasch umgesetzt werden konnten. Im Gegensatz zum vorhergehenden Testbetrieb in Pichling waren nun neue Features im Buchungssystem verfügbar wie z. B. Push Benachrichtigen oder das direkte Auswählen der Anschlussverbindung (Bus und Bahn). Diese wurden von den Fahrgästen gut angenommen. Wie im ersten Testbetrieb, bestand eine Abholmöglichkeit durch das Shuttle bereits ab 15 Minuten nach Buchung. Diese Flexibilität war für manche Fahrgäste ein entscheidender Anreiz den Service zu nutzen, vor allem, weil dadurch ungewollte Wartezeiten bei spontanen Buchungen vermieden werden konnten.

Hinsichtlich Akzeptanz konnte im Großen und Ganzen eine positive Reaktion der involvierten Personen, der Fahrgäste und anderen Verkehrsteilnehmenden beobachtet werden. Wesentliche Kritikpunkte von Nutzer:innen dabei waren, dass das Service nicht für Kleinkinder angeboten wurde, da keine Kinderrückhalteeinrichtung vorhanden war

sowie die kurze Dauer des Testbetrieb von 2 Monaten. Zum Buchungssystem wurde kritisiert, dass dieses aufgrund der neu ergänzten Funktionalitäten teilweise zu komplex geworden ist und eine telefonische Buchung nicht unmittelbar möglich war (hauptsächlich für ältere Personen). Der:die sich nach wie vor im Fahrzeug befindliche Sicherheitslenker:in übernahm hierbei neben der eigentlichen "Fahraufgabe" die erforderliche Kommunikation mit den Fahrgästen und auch den anderen Verkehrsteilnehmenden.

Wie zufriedenstellend funktioniert die Kombination aus automatisiertem Shuttle und intelligentem Buchungs- bzw. Routenplanungssystem zur Anbindung des Wirtschaftspark Asten/St. Florian an den öffentlichen Verkehr?

Es konnte mit dieser Kombination eine komfortable und nachhaltige Möglichkeit, den Arbeits- oder Freizeitweg zu bewältigen, geschaffen werden. Einige der Nutzer:innen würden sich folglich eine Verlängerung des Testzeitraums wünschen.

Zu Beginn waren noch kleine Optimierungen hinsichtlich des Buchungssystems notwendig. Diese konnten jedoch rasch und ohne Einschränkungen des Betriebes umgesetzt werden.

Wo gibt es Bedarf zur Nachbesserung oder Optimierung?

Bestimmte Features des Buchungssystems wurden zwischen den beiden Testbetrieben eingeführt z.B. Push-Benachrichtigen, Auswählen der Anschlussverbindung, Angabe der CO2 Einsparung. Es gibt jedoch noch weitere Nice-To-Have Features, welche für die Zukunft sinnvoll wären. Diese sind auszugsweise für den Fahrgast Round-Trip Buchungen, E-Mail-Benachrichtigungen bei Änderungen oder für den:die Lenker:in die Möglichkeit spontane Pausen im Buchungssystem einzugeben.

Zudem zeigte sich, dass sich vor allem ältere Personen eine Möglichkeit zur telefonischen Buchung des Shuttles wünschen würden, welche in diesem Testbetrieb aufgrund der Umfrageergebnisse bewusst nicht angeboten wurde.

Die für den Testbetrieb umgesetzten Infrastrukturmaßnahmen (z.B. Bodenmarkierungen, Halte- und Parkverbote) zeigten sich als passend und ausreichend.

Verbesserungspotenzial seitens des automatisierten Fahrzeuges gibt es zum einen beim Bremsverhalten, welches zeitweise als ruckartig empfunden wurde, und zum anderen beim maximalen Lenkeinschlag, welcher z.B. das automatisierte Einfahren bei

Umkehrschleifen schwierig gestaltete. Weiters sollte für zukünftige Anwendungen ein barrierefreies Fahrzeug bevorzugt verwendet werden.

Was sind erforderliche Zwischenschritte bis hin zum vollautomatisierten Betrieb?

Neben der technischen Weiterentwicklung der automatisierten Software in Bezug auf Fahr- und Bremsverhalten wären noch weitere Funktionalitäten wie das vollautomatische Öffnen und Schließen der Einstiegstüre für die Fahrgäste, Kontrolle der angelegten Sicherheitsgurte vor Abfahrt, Innenraumüberwachung, Reinigung des Fahrzeugs etc. sowie die Barrierefreiheit erforderlich.

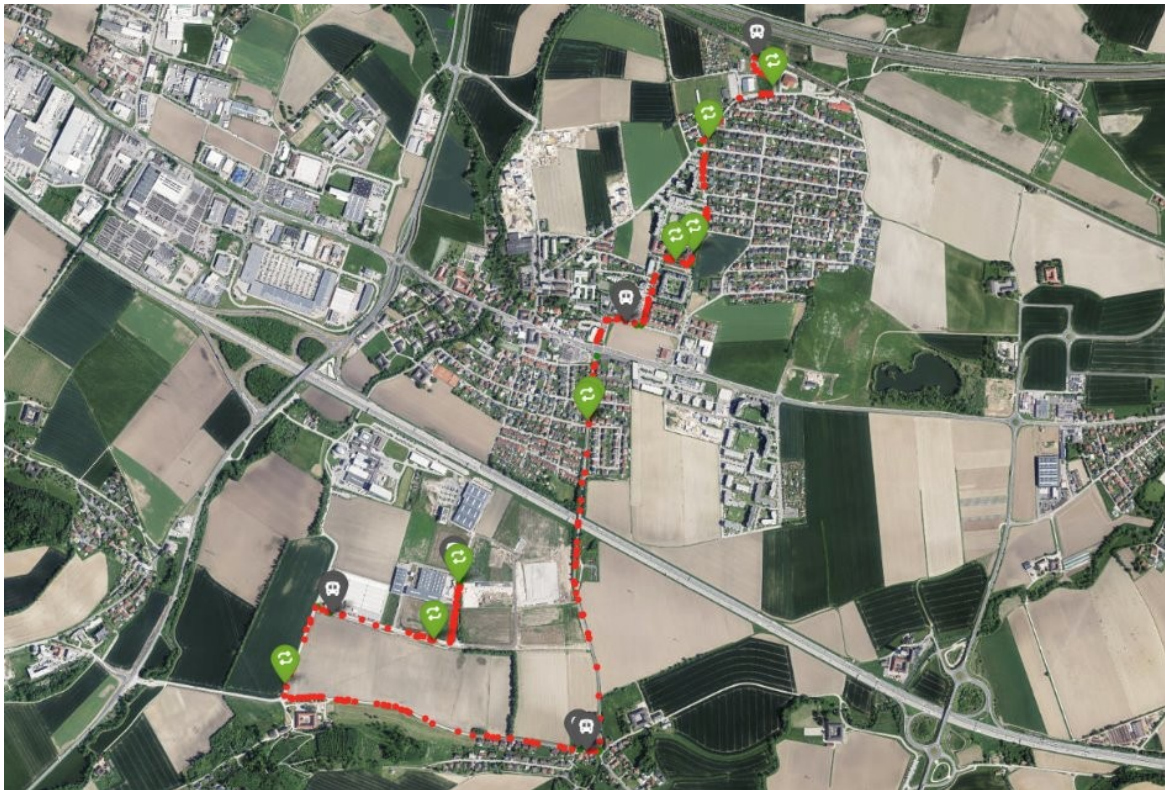
Für einen künftigen effizienteren und wirtschaftlichen Einsatz solch eines Konzeptes wird neben technischen Zwischenschritten auch eine entsprechende Anpassung der Gesetzgebung notwendig sein.

Auswertung von aufgezeichneten Fahrzeugdaten des automatisierten Fahrzeugs

Während dem Testbetrieb wurden fahrzeugspezifische Daten wie z. B. GPS-Position, AD-Status etc. des Fahrzeugs aufgezeichnet.

Abwurfpunkte des Fahrzeugs: Die Karte zeigt jene Stellen, an denen die Sicherheitslenker:innen die Kontrolle über das automatisiert fahrende Fahrzeug übernahmen. Die Grafik zeigt in Grün und Grau die Ausfahrt- und Haltepunkte und in Rot die Abwurfpunkte. Da die Sicherheitslenker/innen angehalten waren, im Zweifelsfall die Fahrzeugsteuerung rechtzeitig und ohne Zögern zu übernehmen, ergab sich dadurch eine erhöhte Anzahl an Abwürfen, wodurch etwaigen kritischen Situationen stets vorgebeugt werden konnte. Es zeigt sich eine Häufung an Abwurfpunkten im Bereich der Frischeisstraße aufgrund eines beweglichen Baustellenzauns und des starken Grünwuchs. Weiters sind im Ortsgebiet Asten vermehrt Abwurfpunkte zu beobachten. Dieses Gebiet weist sowohl enge Straßen und Parkflächen als auch ein erhöhtes Aufkommen von Fußgänger:innen und Radfahrer:innen auf. Die Fahrzeugdaten decken sich mit den Einschätzungen der Sicherheitslenker:innen.

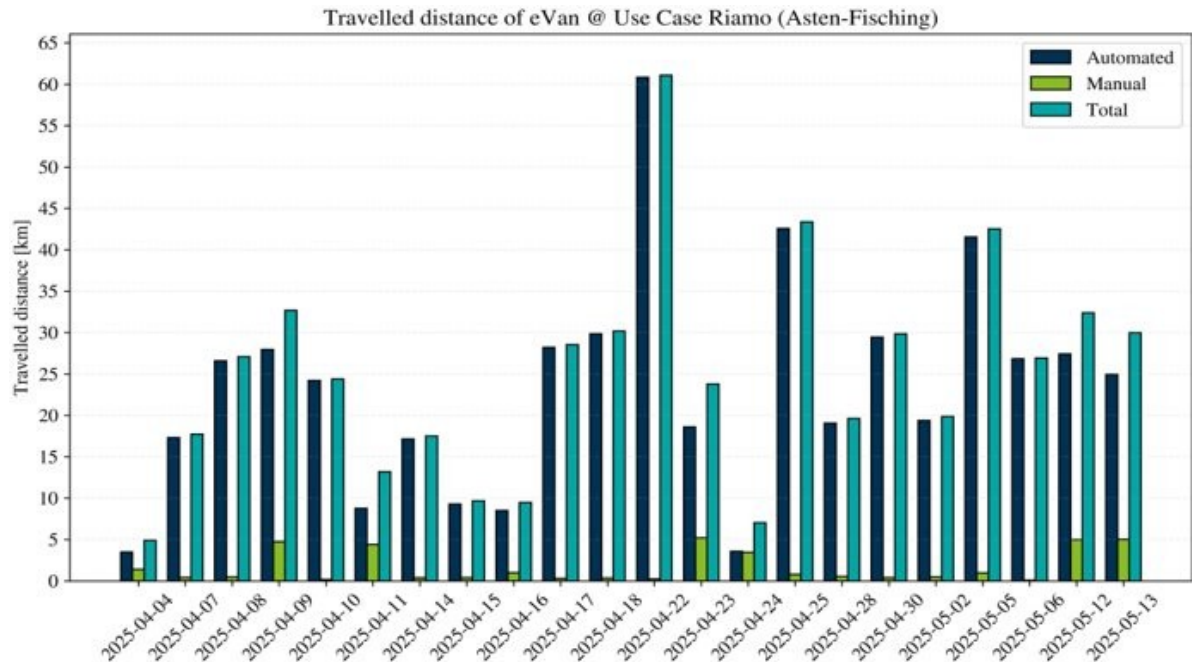
Abbildung 1 Luftaufnahme Teststrecke zwischen Asten und St. Florian



Anteil an automatisierten und manuellen Fahrten während des Testbetriebs

Die Abbildung zeigt den Anteil an Fahrten im manuellen und automatisierten Betrieb während aktivem AD-System im bereits ausgewerteten Zeitraum. Es zeigt sich, dass ein sehr großer Teil der Strecke automatisiert befahren werden konnte. Hier ist die, im Vergleich zum ersten Testbetrieb erhöhte, Anzahl der vorab definierten Ausfahrtspunkte von Vorteil, um den Anteil an manuellen Fahrtstrecken sehr gering zu halten.

Abbildung 2 Balkendiagramm, welches die Entwicklung der automatisiert, manuell und insgesamt gefahrenen Strecke in km pro Tag an 22 Tagen zwischen 04.04.2025 und 13.05.2025 gefahrenen Strecke in km pro Tag anzeigt.



Bis zum Abschluss des Projekts im Dezember 2025 wird mit allen verfügbaren Daten und dem gewonnenen Know-How aus beiden Testbetrieben eine Wirkungsanalyse zur Nutzung des On-Demand-Shuttles, eine Roadmap und ein Konzept für eine mögliche flächendeckende Ausrollung von solchen On-Demand Lösungen auf weitere Regionen bzw. zur Überführung vom Testbetrieb in einen Regelbetrieb erarbeitet. Gleichzeitig wird eine Perspektive geschaffen, wie solche Mobilitätslösungen in Zukunft sicher und wirtschaftlich eingesetzt werden könnten.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Der Testbetrieb umfasste eine Vielzahl an verschiedenen Szenarien, welche sowohl Straßen im und außerhalb des Ortsgebiets als auch geregelte und ungeregelte Kreuzungen, mit und ohne Vorrang, beinhalteten.

Die im Nachfolgenden erläuterten Szenarien bilden wesentliche Bestandteile des Fahrbetriebes zwischen Wirtschaftspark Asten/St. Florian (Betriebsbaugebiet) und Bahnhof Asten-Fisching ab.

- Einfahren bzw. Einbiegen in und Durchfahren von Kreuzungsbereichen bei Straßen im und außerhalb des Ortsgebiets. Hierbei handelte es sich um geregelte (VLSA) und ungeregelte Kreuzungen. Das Fahrzeug musste dabei sowohl Rechts- als auch Linksabbiegeszenarien bewältigen. Der/die Sicherheitslenker/in übernahm die Freigabe zum Einfahren in ungeregelte Kreuzungen bei denen abgebogen wurde oder Nachrang bestand und der geregelten Kreuzung.
- Betriebs-Ein- und Ausfahrten entlang der Strecke mit erhöhtem LKW-Aufkommen.
- Anhalten an ungeregelten Fußgängerübergängen. Zur Weiterfahrt war die Freigabe der:des Sicherheitslenker:in notwendig.
- Überführung (Brücke) über die Autobahn entlang der Tillysburgstraße
- Umkehrschleife am Betriebsgelände
- Betrieb mit vorausfahrenden und nachfolgenden Verkehrsteilnehmenden auf öffentlicher Straße inkl. automatisiertem Beschleunigen und Bremsen und automatisiertem Fahren auf Straßen mit Gegenverkehr mit einer Geschwindigkeit des automatisierten Fahrzeuges bis 42 km/h.
- Fahrbahnverlauf folgen bei geraden Straßenabschnitten und in (engen) Kurvenbereichen.
- Überholende Fahrzeuge
- Betrieb bei eingeschränkten Sichtverhältnissen, insbesondere bei Dunkelheit und Regen.
- Erhöhte Anzahl an Fußgänger/innen im Bereich von ÖV-Knotenpunkten und im Ortskern
- An- und Abfahren von Haltepunkten
- Durchfahren von einem Parkplatz und Fahrten entlang Parkflächen neben der Straße
- Verschiedene Straßenbreiten bis zu engen Straßen im „städtischen“ und ländlichen Gebiet

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

Das automatisierte Fahrzeug war mit einer Vielzahl an Sensoren für die Objekterkennung und Orientierung ausgestattet. Für den Testbetrieb waren LiDAR, Radar und ein GPS Modul im Einsatz.

Die Positionsbestimmung wurde mittels GPS und Lidar Lokalisierung durchgeführt. Für die Kollisionswarnung werden Lidar- und Radar-Sensor verwendet. Die Automatisierung des Fahrzeuges selbst war auf vollautomatisierten Betrieb ausgelegt. Die nachstehende Abbildung zeigt das automatisierte Fahrzeug mit der verbauten Sensorik.

Abbildung 3 Foto automatisierter Kleinbus



4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Das automatisierte Fahrzeug war in der Vergangenheit bereits vermehrt auf öffentlicher Straße im Einsatz. Beispielsweise wurde im Herbst 2024 im Rahmen dieses Projekts mit

demselben Fahrzeug ein automatisierter Testbetrieb in Linz Pichling demonstriert und erfolgreich abgeschlossen.

Zuvor wurden die Funktionen von der Firma IAV (Automatisierungsfirma) intern auf Modul-, Teilfunktion- und Gesamtfunktionsebene geprüft. Zudem wurde auch die zugrundeliegende Automatisierungssoftware in verschiedenen Projekten bereits mehrfach erprobt.

Für den konkret vorliegenden Testbetrieb wurde von der Firma IAV die eigens aufgenommene HD-Karte in Simulationen vorab getestet. Wir als Firma Digitrans verfügen über eine fundierte Datenbasis und Erfahrungen aus verschiedenen Fahrten und Messungen in anderen Projekten auf unserer Teststrecke und vorhergehenden Testbetrieben auf öffentlicher Straße mit diesem automatisierten Fahrzeug.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Für die Erprobung von automatisierten Fahrzeugen ist es generell von hoher Bedeutung diese im Realverkehr zu testen. Dadurch können die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmenden, ebenso wie die Akzeptanz und Tauglichkeit, in den unzähligen Situationen aus dem Verkehrsalltag erprobt und für künftige Optimierungen erforderliche Daten und Erkenntnisse gewonnen werden.

Das automatisierte Fahrzeug bzw. die Automatisierungslösung wurde für diesen Testbetrieb sehr konservativ mit Fokus auf höchste Sicherheit ausgelegt. Darum wurde beispielsweise auch die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs Großteils auf 30km/h und für einen kleineren Anteil der Gesamtstrecke auf 42 km/h begrenzt. Weiters wurde bei Kreuzungen und ungeregelten Fußgängerübergängen die Freigabe des/der Sicherheitslenker/in gefordert.

Während des Fahrbetriebes ergaben sich Situationen, wo die Sicherheitslenker:innen rechtzeitig übernahmen, um potenziell gefährlichen Situationen vorzubeugen. Diese beinhalteten beispielsweise enge Straßenabschnitte bei hohem Verkehrsaufkommen, temporäre Objekte (z.B. Mülltonnen udgl.) sehr nahe am Straßenrand, parkende Autos die in den Fahrbahnbereich ragen oder einer kurzfristigen Baustelle mit Sperre einer Fahrspur.

Hier war auch der:die Sicherheitslenker/in angehalten den Fahrgästen bei Bedarf die jeweilige Situation zu erklären.

Vor allem gegen Ende des Testzeitraumes konnte eine relativ starke Veränderung der Vegetation entlang der Fahrbahn beobachtet werden. Es ergaben sich dadurch geringfügige Änderungen des Fahrverhaltens, da beispielsweise ein Strauch nahe an der Fahrbahn bei Windeinfluss vereinzelt als Objekt erkannt wurde. Dadurch ergaben sich für die Fahrgäste unerwartete Bremsmanöver. Der:die Sicherheitslenker:innen wurden auf diese Hindernisse explizit geschult, weshalb es zu keinen gefährlichen Situationen während des Testbetriebs kam. Für längere Testzeiträume wäre hier eine verstärkte Grünpflege oder eine wiederholte Aufnahme der Umgebung bzw. eine Aktualisierung der Referenzkarte sinnvoll.

Rückblickend konnte die Streckeneinrichtung bzw. die Inbetriebnahme des automatisierten Fahrzeuges auf der öffentlichen Straße wie geplant durchgeführt werden. Auch wurde der Testbetrieb mit dem automatisierten Fahrzeug von den Anrainern/innen und anderen Verkehrsteilnehmenden in Summe sehr positiv aufgenommen.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Die befahrenen Straßen im Zuge der Tests waren in relativ gutem Zustand, jedoch in vielen Abschnitten ohne Bodenmarkierungen ausgeführt. Zur Erhöhung der Sicherheit während des Testbetriebes wurden daher in relevanten Abschnitten Mittellinien oder Randlinien vor Testbeginn aufgebracht.

In der Erlenstraße wurden zudem für den Testbetrieb teilweise einseitige Halte- und Parkverbote aufgestellt, um dadurch zufällig parkende Fahrzeuge am Straßenrand, welche den Verkehrsfluss negativ beeinträchtigen würden, zu reduzieren. Außerdem wurde im Bahnhofsbereich ein Halteplatz für das automatisierte Shuttle mit entsprechendem Halteverbot für andere Verkehrsteilnehmende reserviert.

Aufgrund von unterschiedlich färbigen Asphaltflächen oder der Vegetation (bewegt durch Windeinfluss) wurden vom automatisierten Fahrzeug selten Abbremsvorgänge eingeleitet bzw. die Geschwindigkeit reduziert, da hier Objekte oder Reflexionen erkannt wurden.

Entlang einiger Straßenabschnitte war weiters keine Beleuchtung vorhanden, was jedoch keinerlei Auswirkungen auf den Testbetrieb hatte, da das Fahrzeug mit der verbauten Sensorik auch bei Dunkelheit sicher eingesetzt werden kann. Die verwendeten LIDAR Sensoren sind nicht auf die Helligkeit der Umgebung angewiesen.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden?

Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Es wurde keine spezielle Infrastruktur verwendet.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Weitere (über C-ITS) vernetzte straßenseitige Sensoren/Detektoren zur Sichtenerweiterung des Fahrzeuges vor allem bei schlechter einseharen Kreuzungsbereichen sowie eine direkte Kommunikation mit vorhandenen Verkehrslichtsignalanlagen können im Allgemeinen den Einsatz automatisierter Fahrzeuge erleichtern.

In Zukunft wird auch das Thema Remote Assistance zur Unterstützung automatisierter Fahrzeuge von einer Leitstelle aus klar an Bedeutung gewinnen.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Der Testbetrieb mit dem automatisierten On-Demand Shuttle in Asten und St. Florian hat anhand dieses konkreten Anwendungsbeispiels aufgezeigt, in welchen komplexen Umgebungen solch neue effiziente und nachhaltige Lösungen bereits im Alltag eingesetzt werden können. Für die im Wirtschaftspark ansässigen Unternehmen und deren Mitarbeiter/innen konnte zudem eine Alternative zur Bewältigung des Arbeitswegs mit öffentlichen Verkehrsmitteln aufgezeigt werden.

Im Gegensatz zum Testbetrieb in Pichling im Herbst des Vorjahres wurde dieser Testbetrieb auch für die Öffentlichkeit, speziell die Anrainer:innen der beiden Gemeinden geöffnet. Das Shuttle wurde daher beispielweise für Fahrten zum Bahnhof oder den Weg zu Freizeitaktivitäten und Erledigungen genutzt.

Auch konnte dadurch diese neue Technologie im öffentlichen Umfeld präsentiert, etwaiger Skepsis und Angst davor entgegengewirkt und Rückmeldungen dazu eingeholt werden. Inputs aus der Öffentlichkeit sowie von unmittelbar betroffenen Personen können damit in künftigen Anwendungsfällen und Projekten sinngemäß berücksichtigt werden.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Der Betrieb fand fast ausschließlich auf öffentlicher Straße statt. Dadurch waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmende klar ersichtlich. Zudem wurde der On-Demand Service ausführlich kommuniziert mit Unterstützung der Gemeinden. Der Testbetrieb wurde mit dem automatisierten Fahrzeug von den Anrainern/innen und anderen Verkehrsteilnehmenden durchwegs positiv aufgenommen. Häufige Reaktionen waren dabei Neugierde, anfänglicher Respekt und Misstrauen gegenüber der neuen Technologie jedoch oftmals auch Begeisterung dafür.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

Eine klare Verbesserung aus Sicht der Nachhaltigkeit konnte erzielt werden, da für die teilnehmenden Fahrgäste eine Alternative zum Privat-PKW geschaffen wurde und sie somit den Arbeits- bzw. Freizeitweg mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurücklegen konnten. Weiters handelte es sich bei dem automatisierten Fahrzeug um ein Elektrofahrzeug, welches durch den On-Demand Charakter nur bei Bedarf unterwegs war und somit Leerfahrten vermieden werden konnten.

Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit konnten ebenfalls Verbesserungen erreicht werden. Das Fahrzeug kann sämtliche Fahrfunktionen alleine abwickeln und somit unabhängig

handeln und Gefahren erkennen. Trotzdem war der/die Sicherheitslenker:in wie bei einem herkömmlichen Fahrzeug als Fahrer:in mit dabei und beobachtete das Geschehen, um Gefahren zu erkennen und notfalls unterstützend einzugreifen. Aufgrund der eingesetzten Technologien hat das Fahrzeug auch Vorteile gegenüber menschlichen Lenkern:innen z.B. in der Nacht kann das Fahrzeug besser sehen, da die Erkennung nicht durch die Dunkelheit beeinträchtigt wird (Lidar-Sensor).

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Durch das Näherbringen und der Möglichkeit zum Ausprobieren neuartiger Technologien sowie dem objektiven Diskurs mit der Öffentlichkeit soll Vorurteilen und allgemeiner Ablehnung entgegengewirkt werden. Ziel dabei ist, die Potenziale von automatisierten Fahrzeugen, aber auch den aktuellen, nicht finalen Entwicklungsstand aufzuzeigen. Anhand der durchgeführten Tests konnte der Reifegrad dieses Fahrzeugmodells im Realbetrieb demonstriert und verifiziert werden, mit seinen aktuellen Stärken und noch vorhandenen Schwächen als Grundlage für weitere künftige Anpassungen und Optimierungen. Um automatisierte Mobilität sicher und wirtschaftlich nutzen zu können bedarf es vor allem auch der Einbindung der Personengruppen, welche in Zukunft damit in Kontakt sein werden, weshalb Realerprobungen wie dieser Testbetrieb einen wesentlichen Stellenwert einnehmen.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

(1) Zu Beginn des Testbetriebes musste das Fahrzeug im herrschenden Verkehrsalltag eingelernt und erprobt werden, ohne diesen negativ zu beeinflussen. Zudem mussten alle Infrastrukturmaßnahmen und notwendigen Vorarbeiten zeitgerecht umgesetzt werden. Dies waren beispielsweise das Aufbringen der Bodenmarkierungen, Aufstellen von Halte- und Parkverboten sowie Info- und Haltepunktschildern.

(2) Zwischen den beiden Testbetrieben im Herbst 2024 und Frühjahr 2025 wurde das Buchungssystem basierend auf den Rückmeldungen der Fahrgäste angepasst. Auch zu Testbeginn gab es noch geringfügige Optimierungen (z.B. von neuen Features,

streckenspezifische Möglichkeiten) am Buchungssystem, welche jedoch rasch umgesetzt werden konnten und daher keine nennenswerten Auswirkungen zur Folge hatten.

(3) Es gab verschiedene Situationen, in denen ein Eingriff des/der Sicherheitslenker:in notwendig war, um kritischen Situationen vorzubeugen. Die relevantesten Situationen waren:

(3a) Beim Parkstreifen (Längsparken bzw. Querparken) in der Eigenheimstraße, Holunderstraße und Ahornstraße war wiederholt bei in die Fahrbahn ragenden parkenden Fahrzeugen kein sicheres automatisiertes Vorbeifahren möglich.

(3b) Vereinzelt wurden Objekte wie Mülltonnen sehr nahe am Straßenrand platziert, was zu Weilen ein Eingreifen der Sicherheitslenker erforderte. Auch die Position der mobilen Bauzäune bei einer Baustelle im Wirtschaftspark wurde öfters verändert.

(3c) In vereinzelten Fällen kam es zu abrupteren Abbrems-Manövern des automatisierten Fahrzeuges (z.B. bei durch den Wind bewegten, tiefhängenden Ästen o.ä.). Dies kann vor allem bei dicht auffahrenden nachfolgenden Fahrzeugen ein erhöhtes Risiko darstellen.

(3d) Im Übergang von Ahornstraße – Holunderstraße gab es eine enge Kurve, die das Fahrzeug aus Sicherheitsgründen nur mit geringer Geschwindigkeit bewältigen konnte. Auch wenn es sich hier um eine wenig befahrene Straße handelte, musste hier auf den Verkehrsfluss und etwaige über die Mittellinie ragende entgegenkommende Fahrzeuge geachtet werden.

(3e) In den Kreuzungsbereichen Einsiedlstraße-Pappelstraße und Einsiedlstraße-Weidenstraße war aufgrund der nicht einsehbaren Querstraßen (durch hochragenden Gartenzaun und Hecke) eine besondere Aufmerksamkeit bzw. ein Eingriff der Sicherheitslenker erforderlich.

(3f) In einem Streckenabschnitt entlang der Frischeisstraße gab es eine reduzierte Anzahl an Landmarken zur Orientierung, da sich auf der einen Straßenseite eine Baustelle mit sich verändernden Objekten (Bauzaun) und auf der anderen Seite ausschließlich Sträucher und Bäume befanden. Dennoch waren ausreichend Orientierungspunkte zur Lokalisierung des automatisierten Fahrzeuges vorhanden.

(3g) An der Kreuzung Weidenstraße – Einsiedlstraße überfuhr das automatisierte Fahrzeug nach dem Ausbiegen aus der Kreuzung geringfügig die Mittellinie aufgrund des eingeschränkten maximalen Lenkeinschlages. Hier vergewisserten sich die Sicherheitslenker stets, dass sich in ausreichender Entfernung kein Gegenverkehr befand.

(4) Gegen Ende des Testbetriebs begann auf einem kurzen Straßenabschnitt, welcher in beide Richtungen automatisiert befahren wurde, eine Baustelle (Fernwärmeanschluss). Dies hatte für mehrere Tage eine Fahrbahnverengung zur Folge. Das automatisierte Fahrzeug konnte dieses Hindernis erkennen und kam sicher davor zum Stillstand. Es war ihm jedoch aufgrund der Gegebenheiten nicht möglich dieses selbstständig zu umfahren. Selbes galt auch teilweise auch für Müllfahrzeuge, welche im Testbetrieb auf der Strecke unterwegs waren.

(5) Aufgrund der begrenzten Kapazität von 6 Sitzplätzen stellte die Festlegung der passenden Nutzer:innengruppe bzw. der maximalen Anzahl an Nutzer:innen eine gewisse Herausforderung dar. Es musste versucht werden, die Auslastung in einem gewissen Maß zu begrenzen. Bei einer zu geringen Anzahl an Fahrgästen würde keine zufriedenstellende Auslastung erreicht werden, bei einer zu hohen Anzahl hingegen würden die Anfragen nicht mehr abgearbeitet werden können.

Wie wurden diese bewältigt?

(1) Durch zeitgerechte Planung und Einbindung aller relevanten Stakeholder konnte ein negativer Einfluss auf den Verkehrsalltag für andere Verkehrsteilnehmende weitestgehend vermieden werden.

(2) Die erforderlichen Funktionen wurden zu Beginn des Testbetriebs noch optimiert, was zu einer deutlichen Verbesserung der Nutzung des Services führte. Die getätigten Buchungen wurden von den Sicherheitslenker:innen überprüft und bei Bedarf Rückmeldung an das Entwickler-Team gegeben.

(3a) – (3g) Die Sicherheitslenker:innen wurden auf diese Situationen sensibilisiert und konnten daher bei Bedarf entsprechend reagieren. Die Lenker:innen waren im Austausch untereinander, sodass neu auftretenden und potenziell gefährlichen Situationen bestmöglich entgegengewirkt werden konnte.

(4) Der:die Sicherheitslenker:in beobachtete das Fahrzeugverhalten, griff in diesen Situationen bzw. an der Baustelle ein und führte das Fahrzeug manuell an dieser Stelle vorbei.

(5) Um sich schrittweise an eine zufriedenstellende Auslastung des On-Demand Services heranzutasten, wurde bewusst eine kontrollierte Begrenzung und in Folge eine schrittweise Ausweitung der Nutzer/innengruppe gewählt, was in dem relativ kurzen Testzeitraum ebenfalls eine gewisse Herausforderung darstellte. Die Erweiterung des Testbetriebs auf die Bewohner im Ortskern von Asten bzw. im Siedlungsgebiet Samesleiten wurde deshalb erst 3 Wochen nach Testbeginn durchgeführt.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

(1) Ja, deshalb wurden gezielte Planungen und Vorarbeiten durchgeführt.

(2) Ja, es war im Projekt vorgesehen eine eigens maßgeschneiderte Lösung des Buchungssystems für den Betrieb des automatisierten On-Demand Shuttles zu entwickeln. Es wurde bewusst der Optimierungszeitraum zwischen den beiden Testbetrieben gewählt, um neue Features einzuführen (z.B. direkte Zugauswahl bei der Buchung, Push-Benachrichtungen). Die mangelnde Verfügbarkeit von Trainingsdaten vor Testbeginn stellte jedoch eine gewisse Herausforderung dar.

(3) Bei dem eingesetzten Fahrzeug im Zuge dieses Forschungsprojektes gibt es nach wie vor technische Einschränkungen, weshalb der:die Sicherheitslenker:innen auf diese Bedacht nehmen muss, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Auch im Rahmen des Vor-Ort Trainings der Lenker:innen für den Testbetrieb wurden speziell auf diese Themen eingegangen. Weiters wurde die Fahrzeuggeschwindigkeit in ausgewählten Straßenabschnitten zur Erhöhung der Sicherheit limitiert.

(4) Es wurden mit diesem Fahrzeug und der verwendeten Software vor Testbeginn bereits zahlreiche Tests durchgeführt. Somit war das grundlegende Verhalten in solchen Situationen bekannt. Im Sicherheitslenker:innen-Training wurde weiters explizit auf dieses Verhalten hingewiesen und entsprechende Vorsichtsmaßnahmen besprochen.

(5) Ja, weshalb der zuvor beschriebene Lösungsansatz gewählt wurde.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Mit dem erfolgreichen Testbetrieb in Asten/St. Florian sind alle Erprobungen im Projekt RIAMO abgeschlossen. Es sind daher keine weiteren konkreten Use-Cases in Planung. Aufbauend auf den bis dato erfolgten Tests werden wir uns als Digitrans jedoch mit weiteren Projekten zum Thema automatisiertes Fahren beschäftigen, da wir hier klar den Bedarf und die Notwendigkeit für weitere und vor allem auch längerfristige Erprobungen sehen.

2 pdcp GmbH 2024 (KW 38)

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: 2024 0.414.165

Datum der Ausstellung: 04.06.2024

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: pdcp GmbH

Anschrift: Wulfengasse 16, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Ansprechpartner:in: Mag. Walter Reinhard Prutej, MBA

Kontaktdaten (E-Mail, Telefonnummer): office@pdcg.at, +43 664 25 28 230

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution

pdcp GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 01.07.2024 bis 31.12.2024

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde): KW 38

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: Prototyp Fahrzeug "Autonom® Shuttle" Navya Arma DL4 (Serien Nr. # P124)

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisierter Kleinbus gem. § 7 (1) bis (8)

Testszenario

Ein automatisiertes Shuttle fährt bei Bedarf und je nach Buchungslage bestimmte definierte Haltepunkte im Betriebsgelände an, welches somit an den nächstgelegenen Bahnhof angebunden wird.

Tabelle 3 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet – Betriebsgelände und Bahnhof

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	0	0	0	0	0
Im Ortsgebiet	0	0	23,045	0	0
Auf Privatgelände	0	0	0	0	0
In der Simulation	0	0	0	0	0

Tabelle 4 genaue Teststrecke - Betriebsgelände und Bahnhof

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Haltestelle (H1) Bahnhofplatz - Kreuzung Hauptstr. B83	0,000	0,060
Hauptstr. B83 West – (H2) Dermuth Parkplatz	0,060	0,260
Hauptstr. B83 – (H3) see:PORT / BKS Bank	0,260	0,470
Hauptstr. B83 – Einfahrt Koschatweg	0,470	0,600
Koschatweg – Annastr. Ost – Werzerpromenade Nord	0,600	0,760
Werzerpromenade – (H4) Monte-Carlo-Platz ("MCP")	0,760	0,840
MCP – Hauptstr. B83 Ost – Einfahrt Elisabethstr.	0,840	1,280
Elisabethstraße Süd – (H5) Gemeinde Pörschach	1,280	1,310
Elisabethstr. – Einfahrt Parkhotel – (H6) Parkhotel	1,310	1,610
Elisabethstr. – Wahlißstr. – (H7) Wahlißwiese/Seeblick	1,610	1,760
Wahlißstr. – Einfahrt Annastr. West	1,760	1,830
Annastr. – Kreuzung Elisabethstr.	1,830	1,950
Elisabethstr. Nord – Kreuzung Hauptstr. B83	1,950	2,040
Hauptstr. B83 Ost – Einfahrt Parkplatz Wienerroither	2,040	2,220
Parkplatz Wienerroither – (H8) Wienerroither	2,220	2,315
Parkplatz Wienerroither – Kreuzung Hauptstr. B83	2,315	2,345
Hauptstr. B83 West – Kreuzung Bahnhofplatz	2,345	2,525
Bahnhofplatz – Bahnhofplatz Kiss & Ride – (H1) SURAAA	2,525	2,665

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Getestet werden konnte der Einsatz von automatisiert fahrenden Fahrzeugen auf der ersten / letzten Meile im Ortsgebiet, mit wechselnden Anforderungen aufgrund der Lage der Teststrecke in einer städtisch geprägten Infrastruktur, mit starker Interaktion verschiedenartiger Verkehrsteilnehmer:innen. Die Fahrten wurden hauptsächlich in Vorbereitung und im Rahmen des dritten Kärntner Mobilitätstages durchgeführt. Der Mobilitätstag, organisiert von der Wirtschaftskammer Kärnten und der Bezirksstelle Klagenfurt-Land, diente als Forum für den Austausch zukunftsweisender Ideen und Konzepte zur Mobilität von morgen. Die Teilnehmer:innen durften das automatisierte Shuttle im öffentlichen Verkehr testen, insgesamt sind 126 Passagier:innen mitgefahren. Die positive Resonanz auf diese Probefahrten verdeutlichte das wachsende Interesse an nachhaltiger Mobilität in der Region.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Das automatisierte Shuttle wurde speziell für den Kärntner Mobilitätstag nach Pörschach gebracht. Die Besucher:innen konnten das Shuttle auf einem kurzen Teil der regulären Teststrecke testen. Der Streckenabschnitt führte vom Monte-Carlo-Platz, mit einem Linksabbiegen auf die Kärntner Hauptstraße (B83), und anschließend wieder links von der Kärntner Hauptstraße auf Nebenstraßen (den Koschatweg in westlicher und den Bahnhofsplatz in östlicher Fahrtrichtung) zurück zum Monte-Carlo-Platz, wo die Veranstaltung stattfand.

Eine besondere Herausforderung war die dichte Menschenmenge auf der Strecke, durch die das Shuttle problemlos navigierte und damit seine Alltagstauglichkeit unter Beweis stellte. Ziel der Veranstaltung war es, die Zukunft der Mobilität einem breiten Publikum näherzubringen.

Zwei Tage vor der Veranstaltung wurden Testrunden auf der gesamten Strecke durchgeführt, um die Strecke zu überprüfen und mögliche Herausforderungen zu identifizieren. Weitere Details zum Ergebnis sind im Punkt 7. Herausforderungen zu finden.

Es war ebenfalls geplant, den On-Demand-Service, der zuvor und weiterhin in Klagenfurt getestet wird, parallel in Pörschach zu erproben und beide Strecken durch einen Field Operator/Operatorin zu überwachen. Leider war dies nicht möglich (Details dazu im Punkt 7).

Die Teststrecke besteht im Wesentlichen aus drei Teilbereichen, die jeweils für sich allein als Rundkurs oder als Art von Pendelbetrieb (zwischen Bahnhof und Monte-Carlo-Platz, zwei markanten Punkten im Ortsgebiet von Pörschach am Wörthersee) - beziehungsweise als Kombination der drei Streckenteile befahren werden kann.

Der seit 2018 genutzte alte Streckenanteil ("P") ist gekennzeichnet durch beengte Straßenverhältnisse und Zubringerverkehr (Reisebusse, Warenlieferungen), überwiegend an Vormittagen, mit starkem Fußgänger:innen-Aufkommen und Fahrradverkehr (die Annastraße ist Teil des örtlichen Radwegenetzes). Alter Baumbestand mit dichten Baumkronen mindert zuweilen den Empfang der GNSS-Signale. Rasch nachwachsende Äste von Hecken und Sträuchern führen fallweise zu Störungen, ebenso wie parkende Fahrzeuge, die die bestehenden, ohnehin schmalen Fahrbahnabschnitte, weiter einengen. Auf dieser Teilstrecke gilt eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h und eine Einbahnregelung, die durch die geringe Straßenbreite unbedingt notwendig ist und nur auf drei kurzen, je etwa 30 bis 40 Meter langen, Gegenverkehrsbereichen unterbrochen wird.

Der 2019 hinzugekommene Testabschnitt ("K") bindet die Kärntner Hauptstraße (B83) über eine Länge von etwa einem halben Kilometer in die Teststrecke ein. Abhängig von der Tageszeit beeinflussen hier sehr starker Durchgangsverkehr, Ladetätigkeit, Kurzparker:innen und Veranstaltungen den Testbetrieb. Besonderheiten in diesem Streckenabschnitt sind automatisiertes Linksabbiegen von der Kärntner Hauptstraße (B83)

auf Nebenstraßen (den Koschatweg in westlicher und den Bahnhofplatz in östlicher Fahrtrichtung), automatisiertes Auffahren vom Monte-Carlo-Platz nach rechts auf die Kärntner Hauptstraße (B83), sowie ein Schutzweg (Fußgänger:innen-Übergang). Auf dem vom Shuttle befahrenen Teil der Kärntner Hauptstraße (B83) herrscht während des Testbetriebes eine temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h, die täglich zu Beginn und zum Ende der Testfahrten in bzw. außer Kraft gesetzt wird. Die 2022 in Betrieb genommene Erweiterung im Osten Pörschachs führt über die Hauptstraße zu einer Haltestelle am öffentlichen Parkplatz nahe der Bäckerei Wienerroither. Die Zufahrt über den Johannaweg quert einen Radweg, welcher, wie der öffentliche Parkplatz, ein hohes Aufkommen an VRU aufweist.

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

Die Lokalisierung des elektrisch betriebenen Fahrzeuges erfolgt mittels GNSS (Globale Navigations-Satellitensysteme) in Kombination mit RTK (Echtzeitkinematik). Mindestens vier Satelliten der Standards GPS (US), Galiléo (EU), Glonass (RU) und Baidou (CN) kommunizieren mit dem mobilen Empfänger auf dem Dach des Autonom® Shuttle und erlauben eine auf einen Meter genaue Positionierung. Zur Erhöhung der Genauigkeit der Standortdaten mittels RTK ist das Fahrzeug mit einer 4G Breitband Antenne und einem industriellen Radio Modem mit hoher Reichweite ausgestattet, die den Empfang von Korrekturdaten über das 4G/LTE Netz ermöglichen, womit die Positionsgenauigkeit des Fahrzeuges auf einen Zentimeter erhöht wird. Die genaue Shuttle Position bestimmen auch die beiden 360° Multi-Layer LiDAR (3D) Sensoren Velodyne VLP-16, die permanent rund um das Fahrzeug dreidimensionale Bilder (Bildpunkte, eigentlich Vektoren) der Umgebung generieren, welche im Abgleich mit den entsprechenden gespeicherten Daten dieses Bereiches eine exakte Orientierung und Positionierung des Shuttles ermöglichen. Bei schwacher und lückenhafter Satellitenabdeckung - etwa im Schatten von Gebäuden und großer Bäume oder wetterbedingt - kommt diesem System eine besondere Bedeutung zu.

Zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung stehen außerdem sechs 180° Mono-Layer LiDAR (2D) Sensoren zur Verfügung, die unbekannte und unerwartet

auftretende Hindernisse erkennen und dadurch im Fahrbetrieb automatisierte Manöver wie inkrementelles Abbremsen, bis zum abrupten Bremsen bei unerwarteter Gefahr, ermöglichen. Insbesondere verfügt das Shuttle über ein so genanntes Vektoring, das den Fahrtzustand überholender Fahrzeuge berechnet und das Verhalten des Shuttles daran anpasst.

Diese sensorischen Kernelemente für das automatisierte Fahren werden durch Odometrie an allen Antriebsrädern und einer Trägheitsmesseinheit (IMU) zur Unterstützung der Navigationssysteme ergänzt.

Je eine Stereovision Kamera in beiden Fahrtrichtungen und eine 360° Kamera im Fahrgastraum decken Aspekte der Sicherheit ab und ermöglichen gegebenenfalls auch die Dokumentation kritischer Situationen.

Vor Aufnahme des Testbetriebes wird die Strecke mit relevanten Bezugspunkten und Hindernissen aufgenommen und eine entsprechende Fahrspur festgelegt. Das sogenannte Mapping erfolgt durch Abfahren der Teststrecke mit einem Personenkraftwagen als Träger einer am Dach montierten Box ("MMS"-Box) mit einem hochauflösenden 360° Multi-Layer LiDAR (3D) Sensor Velodyne VLP-32E und dazugehörigem Aufnahme- und Übertragungszubehör.

4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Es wurden ausschließlich Tests auf öffentlichen Straßen durchgeführt.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Frage wurde nicht beantwortet.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Die Straßen, auf denen die Testfahrten durchgeführt wurden, sind generell asphaltiert, im Bereich der alten Teststrecke wurden beschädigte Straßenabschnitte erneuert. Der Straßenzustand der Hauptstraße ist ausgezeichnet, die Breite der Straße bei entgegenkommenden Lastkraftwagen, Bussen und vor allem großen Traktoren gerade ausreichend.

Im Bereich des ältesten Teiles der Teststrecke wurden alle bereits 2018 eingerichteten Zusatzmaßnahmen weiter genutzt und auch die Verordnung der Bezirkshauptmannschaft Klagenfurt-Land - eine temporäre Einbahnregelung in Teilen der Elisabethstraße und der Annastraße - mit entsprechenden Verkehrszeichen ("Einfahrt verboten" Schildern, Gebotszeichen zur Angabe der Fahrtrichtung und Hinweiszeichen zu Parkplätzen) wieder in Kraft gesetzt.

Auf dem Streckenabschnitt auf der Kärntner Hauptstraße (B83) wurde zwischen Straßenkilometer 319,670 und Straßenkilometer 320,540 für den gesamten Testzeitraum eine temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h verfügt. Diese wird durch entsprechende Verkehrszeichen, sowie ein drittes im Kreuzungsbereich der alten Moosburger Straße, jeweils vor Beginn und nach Beendigung der Testfahrten durch Auf- und Zuklappen in bzw. außer Kraft gesetzt. Das generelle Fahrverbot in der Werzer Promenade (Einfahrt Monte-Carlo-Platz) wurde für das Shuttle mit einer Zusatztafel aufgehoben.

Es wurden neben den bereits existierenden Haltestellen am Bahnhof, auf der Kärntner Hauptstraße (B83) auf Höhe des Dermuth - Parkplatzes und vor der BKS Bank (beide in Fahrtrichtung Westen), auf dem Monte-Carlo-Platz, am Südende der Elisabethstraße (Parkhotel), am Gemeindeamt, an der Wahlißwiese und am Parkplatz der Bäckerei Wienerroither „keine Haltestellen“ neu eingerichtet.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden?

Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Die angeführten Infrastrukturmaßnahmen, insbesondere die Geschwindigkeitsbeschränkung (30 km/h) auf der Kärntner Hauptstraße (B83) wurden auf Wunsch des Herstellers eingerichtet bzw. aufgestellt. Mit ihnen sind Manöver wie Linksabbiegen und Überquerungen einfacher zu bewerkstelligen. In der Praxis könnten diese nach Anpassung der entsprechenden Messparameter aber durchaus auch ohne spezielle Reduktion der vorgeschriebenen Maximalgeschwindigkeit von 50 auf 30 km/h durchgeführt werden.

Mit dem neuen, verbesserten 3D- Mapping sind zusätzliche Orientierungspunkte auf der Strecke, die in den Vorjahren Voraussetzung für einen sicheren Testbetrieb waren, nicht mehr erforderlich. Es stellt zudem in Bereichen mit schlechterem Empfang der GNSS-Signale und entsprechender Korrekturwerte (beispielsweise bei hohem und dichtem Baumbestand) eine ausreichend gute Lokalisierung und Orientierung des Fahrzeuges sicher.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Wünschenswert wäre eine verbesserte Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen, besonders im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Auch eine verbesserte Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen, besonders im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Dies wird u.a. durch die vorhandenen Außenbildschirme bereits versucht. Derzeit werden folgende Informationen von den beiden Außenbildschirmen (1 x vorne und 1 x hinten) angezeigt: Manuelles fahren, Hier fährt die Zukunft (im automatisierten Modus), STOPP mit Stopp Zeichen, Warnung mit Warnzeichen, Vorrang mit Vorrang Zeichen, Pfeile nach links (Shuttle biegt links ab), Pfeile nach rechts (Shuttle biegt rechts ab), Türen öffnen, Türen schließen, Einsteigen (Piktogramm mit Menschen, die ins Shuttle einsteigen). Eine Weiterentwicklung der Anzeigen im Sinne einer möglichen Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen würde für zusätzliche Verkehrssicherheit und Akzeptanz sorgen. Als Beispiel ist dafür ein virtuelles Augenpaar auf den Bildschirmen zu sehen, welches bewegenden Objekten folgen kann, um anderen Verkehrsteilnehmer:innen das Gefühl zu geben, gesehen zu werden. Eine weitere Variante visueller interaktiver Kommunikation seitens des Shuttles könnten Hinweise zu möglichen Überholstellen sein. Um die Kommunikation mit weiteren Verkehrsteilnehmer:innen ausweiten zu können, wäre es sinnvoll zusätzliche C-ITS fähige

Displays auf der Strecke einzusetzen und vermehrt auf V2V Kommunikation zu setzen. Im Fahrzeuginneren sollen ebenfalls Informationssysteme vorhanden sein, die Fahrgäste auf bevorstehende Situationen im Straßenverkehr vorbereiten. So soll neben den im ÖPNV standardmäßigen Haltestellenansagen Informationen zur aktuellen Verkehrslage und Ankunftszeit gegeben werden. Um zusätzliche Fahrgastsicherheit erreichen zu können, wäre es sinnvoll auch im Fahrzeuginneren geplante Fahr- und Bremsmanöver visuell oder auditiv anzukündigen.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Kernfragen der Tests sind nach wie vor, wie die Sicherheit der Fahrgäste und anderer Verkehrsteilnehmer:innen sichergestellt und verbessert bzw. auch der Fahrkomfort und die Zuverlässigkeit des Fahrzeugs erhöht werden kann.

Auf der virtuellen Schiene werden besondere Gefahrenbereiche im Vorhinein festgelegt. So wird vor Zebrastreifen eine zusätzliche Beobachtungszone direkt auf und am Fahrbahnrand neben dem Schutzweg eingerichtet und die Maximalgeschwindigkeit verringert. Es ist festzuhalten, dass das Testfahrzeug im Regelbetrieb auch auf unerwartet auftretende Hindernisse in der Fahrbahn immer sofort reagiert. Die Reaktion des Shuttles hängt vom Objekttyp ab. Das automatisierte Shuttle erstellt Bewegungsprofile von allen von LIDAR erfassten Objekten. Unbewegliche Objekte, die noch nicht in der Karte erfasst wurden (z.B. parkende Fahrzeuge, neue Infrastruktur etc.) sind für den Fahrtablauf somit als nicht relevant gekennzeichnet und beeinflussen den Fahrbetrieb nicht), sofern sie die festgelegte Fahrspur nicht beeinträchtigen (solange das GNSS-Signal oder die Hit-Rate der LIDAR Lokalisation hoch genug $> 60\%$ ist). Bei beweglichen Objekten wird ein Richtungsvektor berechnet. Je nach Entfernung, Richtung und Geschwindigkeit des Objekts wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs im Falle eines möglichen Kollisionskurses angepasst. Dies geschieht schrittweise je nach Entfernung zum Objekt (bei 11,5 m - 8,5 m - 6,0 m - 4,5 m) - Reduktion der Fahrgeschwindigkeit. Von aktuell maximal 5 m/sec um jeweils 1 m/sec. Eine Bremsung erfolgt bei 3,5 m Entfernung zum Hindernis abrupt bis zum Stillstand. Je näher am Fahrzeug dieses erkannt wird, umso schneller erfolgt die Bremsung, die bei unmittelbar auftretenden Ereignissen eine Vollbremsung schneller als die menschliche Reaktionszeit nach sich ziehen kann. Im Falle eines plötzlich

auftauchenden Objekts innerhalb von 25 cm der Fahrzeugumgebung wird sofort eine Notbremsung durchgeführt. Das erfordert von den Passagier:innen entsprechende Aufmerksamkeit und die Möglichkeit sich gegebenenfalls sofort festhalten zu können. Zur Sicherheit der Passagier:innen gibt es Gurte zum Anschnallen im Shuttle und um Stürze im Falle einer Vollbremsung zu vermeiden „werden die Passagier:innen aufgefordert, sich anzuschnallen. Stehend ist die Fahrt im Shuttle nicht erlaubt“. Als zusätzliche präventive Maßnahme sollte ein auditives Signal bei Annäherung an ein Hindernis eingeführt werden, diese Änderung war bisher jedoch mangels technischer Voraussetzungen für die Einrichtung des Signals nicht möglich.

Für nachfahrende Fahrzeuge insbesondere Radfahrer:innen, die den erforderlichen Sicherheitsabstand nicht immer einhalten, stellt dies eine potenzielle Gefahr dar, die in den Tests aber nie zu einem Unfall oder Beinahe-Unfall führte. Nachfolgende Fahrzeuge werden durch eine elektronische Warntafel, welche vor der rückwärtigen Scheibe angebracht ist, gewarnt. Weiters gibt es ein akustisches Warnsignal im Außenbereich des Shuttles.

Als Folge der höheren Zuverlässigkeit durch regelmäßige Softwareupdates des Shuttles wurden die seitlichen Sicherheitsabstände zu parkenden Autos etc. verkleinert, was bei unverändert hoher Sicherheit zu weniger Stopps und verbessertem Fahrkomfort führt, insbesondere auf engen Straßen.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Die überwiegende Mehrheit der anderen Verkehrsteilnehmer:innen nahm die Tests positiv und verständnisvoll auf. Selbstversuche von Fußgänger:innen und Radfahrer:innen, die eine Reaktion des Fahrzeuges – mit Bremsung bis zum Stillstand - durch absichtliche Annäherung trotz akustischer Warnung - provozieren, fanden keine statt. Das liegt wohl auch daran, dass unter der Bevölkerung von Pörtlach ein Gewöhnungseffekt an das neuartige Verkehrsmittel beobachtet werden kann, der auch durch die hohe Akzeptanz von rund 72% zu erklären ist (lt. Bürger:innen Dialog 2019).

Die Einbahnregelung im Bereich der alten Teststrecke wird von einigen Anrainer:innen immer wieder ignoriert. Dies führt zu gelegentlichen manuellen Eingriffen, sie sind jedoch kein akutes Sicherheitsproblem.

Die für die Zeit des Testbetriebes verfügte temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h wird von einigen Verkehrsteilnehmer:innen nicht in ausreichendem Maße eingehalten. Dies kann zu späten zusätzlichen Stopps während des Linksabbiegens führen, was in den bisherigen Fällen aber noch zu keiner unmittelbaren Gefahrensituation führte.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

Durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs durch elektrisch betriebene automatisierte Fahrzeuge wird der Personentransport klimaneutraler und nachhaltiger gestaltet.

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Die guten Teilnehmer:innenzahlen, insbesondere bei Rahmenveranstaltungen, sowie das ausgesprochene Interesse der Passagier:innen dokumentieren eine steigende Akzeptanz des automatisierten Fahrens. Der vorliegende Testbetrieb wird von der überwiegenden Anzahl der Teilnehmer:innen als ein Schritt in die richtige Richtung angesehen. Durch die laufenden bereits seit mehreren Jahren durchgeführten Tests steigt das Bewusstsein und Interesse für automatisierte Mobilität in der Bevölkerung, was durch Befragungen in Projekten nachgewiesen werden konnte.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

Das Shuttle, das im Rahmen der Veranstaltung in Pörschach eingesetzt wurde, ist eigentlich in Klagenfurt im Betrieb. Mit dem Wechsel nach Pörschach musste die passende Karte in die Software eingespielt werden. Bei den Testrunden vor dem Veranstaltungstag tauchten die bekannten Hindernisprobleme auf, vor allem im Bereich

der engen Elisabethstraße, die stark von Fußgänger:innen und Radfahrer:innen frequentiert wird. Die Hecken und Büsche waren nachgewachsen und ragten in die Straßen und mussten von der Gemeinde geschnitten werden.

Wie wurden diese bewältigt?

Das Einspielen der Karten wurde rechtzeitig geplant und dem Hersteller angekündigt. Sobald das Shuttle in Pörschach ankam, konnte die Software entsprechend angepasst werden, was nur wenige Minuten in Anspruch nahm. Der:die Operator:in hatte die Möglichkeit, zwei Tage vor der Veranstaltung die Strecke abzufahren und gleichzeitig die Strecke zu überprüfen und zu testen. Die Hindernisse, die auf der Strecke waren, wurden entfernt. Das Werbeschild wurde nach Kontaktierung der Gemeinde abgenommen, da es auch Autofahrer:innen beeinträchtigt hat. Das On-Demand-Service war nur für den Tag der Veranstaltung vorgesehen. Da es dabei zu Fehlern kam und der Zeitraum für eine Fehlerbehebung zu kurz war, wurde es in diesem Rahmen nicht weiterverfolgt. Sobald das Shuttle wieder längerfristig in Pörschach eingesetzt wird und gleichzeitig weitere Shuttles in Klagenfurt in Betrieb sind, wird die Möglichkeit getestet, das On-Demand-Service für beide Standorte gleichzeitig zu betreiben und zu überwachen.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

Ja, das Einspielen der Karten war vorhersehbar, ebenso wie die Notwendigkeit, dass die Strecke vor der Fahrt mit Fahrgästen überprüft werden muss. Die Hindernisse auf der Strecke, wie zum Beispiel die nachgewachsenen Hecken, waren ebenfalls vorhersehbar, da diese bereits in der Vergangenheit aufgetreten sind. Das Problem mit dem On-Demand-Service war hingegen unerwartet. Direkt, nachdem wir die erste Buchung getätigt hatten, wurden wir vom Anbieter des On-Demand-Systems kontaktiert und gebeten, den Test abubrechen, da bei ihnen ein Fehler im System gemeldet wurde. Dadurch war es nicht möglich, den Service parallel in zwei Bereichen zu testen.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Technisch besteht nach wie vor Verbesserungsbedarf betreffend die Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen und das Bremsverhalten des Fahrzeuges. Weiters ist es notwendig eine Software zu entwickeln bzw. freizugeben, die ein automatisiertes Ausweichen des Shuttles bei Hindernissen, innerhalb eines vorgegebenen Korridors, zulässt. Auch an der Verbesserung des Einsatzes bei Schlechtwetterereignissen (starker Regen, Schnee und Nebel) und an den Möglichkeiten der Fernüberwachung ist weiterhin zu arbeiten. Zusätzlich sind weitere Maßnahmen im Bereich Akzeptanz und neue Testumgebungen notwendig.

3 pdcp GmbH 2025 (KW 18-19)

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: 2024 0.370.705

Datum der Ausstellung: 08.08.2024

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: pdcp GmbH

Anschrift: Wulfengasse 16, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Ansprechpartner:in: Mag. Walter Reinhard Prutej, MBA

Kontakt Daten (E-Mail, Telefonnummer): office@pdcp.at , +43 664 25 28 230

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution

pdcp GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 09.02.2025 bis 08.08.2025

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde): KW 18, KW 19

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: Prototyp Fahrzeug "Autonom® Shuttle" Navya Arma DL4 (Serien Nr. # P124)

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisierter Kleinbus gem. § 7 (1) bis (8)

Testszenario

Geplantes Szenario: Einsatz von automatisiert fahrenden Fahrzeugen auf der ersten / letzten Meile im Ortsgebiet, mit wechselnden Anforderungen aufgrund der geografischen Lage, räumlichen Beschaffenheit und der Struktur des Straßennetzes sowie touristischen Ausrichtung. Erhöhung der Sichtbarkeit des autonomen Shuttle-Services im Rahmen einer Mobilitätsveranstaltung.

Tabelle 5 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Betriebsgelände und Bahnhof

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	0	0	0	0	0
Im Ortsgebiet	2,02	0	26,793	0	0
Auf Privatgelände	0	0	0	0	0
In der Simulation	0	0	0	0	0

Tabelle 6 genaue Teststrecke - Betriebsgelände und Bahnhof

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Haltestelle (H1) Bahnhofplatz - Kreuzung Hauptstr. B83	0,000	0,060
Hauptstr. B83 West – (H2) Dermuth Parkplatz	0,060	0,260
Hauptstr. B83 – (H3) see:PORT / BKS Bank	0,260	0,470
Hauptstr. B83 – Einfahrt Koschatweg	0,470	0,600
Koschatweg – Annastr. Ost – Werzerpromenade Nord	0,600	0,760
Werzerpromenade – (H4) Monte-Carlo-Platz ("MCP")	0,760	0,840
MCP – Hauptstr. B83 Ost – Einfahrt Elisabethstr.	0,840	1,280
Elisabethstraße Süd – (H5) Gemeinde Pörschach	1,280	1,310
Elisabethstr. – Einfahrt Parkhotel – (H6) Parkhotel	1,310	1,610
Elisabethstr. – Wahlißstr. – (H7) Wahlißwiese/Seeblick	1,610	1,760
Wahlißstr. – Einfahrt Annastr. West	1,760	1,830
Annastr. – Kreuzung Elisabethstr.	1,830	1,950
Elisabethstr. Nord – Kreuzung Hauptstr. B83	1,950	2,040
Hauptstr. B83 Ost – Einfahrt Parkplatz Wienerroither	2,040	2,220
Parkplatz Wienerroither – (H8) Wienerroither	2,220	2,315
Parkplatz Wienerroither – Kreuzung Hauptstr. B83	2,315	2,345
Hauptstr. B83 West – Kreuzung Bahnhofplatz	2,345	2,525
Bahnhofplatz – Bahnhofplatz Kiss & Ride – (H1) SURAAA	2,525	2,665

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Getestet werden konnte der Einsatz von automatisiert fahrenden Fahrzeugen auf der ersten / letzten Meile im Ortsgebiet, mit wechselnden Anforderungen aufgrund der Lage der Teststrecke in einer städtisch geprägten Infrastruktur, mit starker Interaktion verschiedenartiger Verkehrsteilnehmer:innen. Im Zuge der Testvorbereitungen kam es zu Änderungen an der Infrastruktur, ein neuer Zebrastreifen an der Kreuzung Bahnhofplatz / Kärntner Straße wurde eingerichtet. Diese Anpassung musste im Rahmen des Deployments Ende April in der Shuttle-Software berücksichtigt werden.

Die Fahrten dienten zudem als praxisnahe Grundlage für das auto.Ready Symposium 2025 in Pörschach am Wörthersee. Im Rahmen des Symposiums der von SURAAA gemeinsam mit Partnern aus Forschung, Wirtschaft und Verwaltung organisiert wurde, konnten mit dem Shuttle mehrere Runden im Ortsgebiet absolviert werden. Ziel war es, die bisherigen Erfahrungen aus den Testeinsätzen anschaulich zu vermitteln und Impulse für die weitere Diskussion zur Implementierung automatisierter Mobilität in Österreich zu geben. Dabei wurde deutlich, dass der Einsatz von automatisierten Fahrzeugen im nationalen Fachdiskurs als wichtiger Baustein für die Mobilität der Zukunft gesehen wird.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Das automatisierte Shuttle wurde im Jahr 2025 ausschließlich im Rahmen des auto.Ready Symposiums in Pörschach am Wörthersee sowie für das Deployment Ende April eingesetzt. Während des Deployments wurde die Strecke überprüft und in der Shuttle-

Software ein neuer Zebrastreifen an der Kreuzung Bahnhofplatz / Kärntner Straße berücksichtigt. Darüber hinaus diente die Überprüfung dazu, sicherzustellen, dass alle weiteren Infrastruktur- und Softwareanpassungen für den Betrieb aktuell sind.

Im Zuge des Symposiums konnten mehrere Runden im Ortsgebiet gefahren werden, um Expert:innen aus Forschung, Wirtschaft und Verwaltung praxisnahe Einblicke in die bisherigen Testeinsätze zu ermöglichen. Dabei wurden typische Szenarien wie automatisiertes Linksabbiegen von der Kärntner Hauptstraße (B83) auf Nebenstraßen, automatisiertes Auffahren auf die Hauptstraße sowie die sichere Querung von Schutzwegen erprobt.

Die Teststrecke besteht im Wesentlichen aus drei Teilbereichen, die jeweils für sich allein als Rundkurs oder als Art von Pendelbetrieb (zwischen Bahnhof und Monte-Carlo-Platz, zwei markanten Punkten im Ortsgebiet von Pörschach am Wörthersee) - beziehungsweise als Kombination der drei Streckenteile befahren werden kann.

Der seit 2018 genutzte alte Streckenanteil ("P") ist gekennzeichnet durch beengte Straßenverhältnisse und Zubringerverkehr (Reisebusse, Warenlieferungen), überwiegend an Vormittagen, mit starkem Fußgänger:innen-Aufkommen und Fahrradverkehr (die Annastraße ist Teil des örtlichen Radwegenetzes). Alter Baumbestand mit dichten Baumkronen mindert zuweilen den Empfang der GNSS-Signale. Rasch nachwachsende Äste von Hecken und Sträuchern führen fallweise zu Störungen, ebenso wie parkende Fahrzeuge, die die bestehenden, ohnehin schmalen Fahrbahnabschnitte, weiter einengen. Auf dieser Teilstrecke gilt eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h und eine Einbahnregelung, die durch die geringe Straßenbreite unbedingt notwendig ist und nur auf drei kurzen, je etwa 30 bis 40 Meter langen, Gegenverkehrsbereichen unterbrochen wird.

Der 2019 hinzugekommene Testabschnitt ("K") bindet die Kärntner Hauptstraße (B83) über eine Länge von etwa einem halben Kilometer in die Teststrecke ein. Abhängig von der Tageszeit beeinflussen hier sehr starker Durchgangsverkehr, Ladetätigkeit, Kurzparker:innen und Veranstaltungen den Testbetrieb. Besonderheiten in diesem Streckenabschnitt sind automatisiertes Linksabbiegen von der Kärntner Hauptstraße (B83) auf Nebenstraßen (den Koschatweg in westlicher und den Bahnhofplatz in östlicher Fahrtrichtung), automatisiertes Auffahren vom Monte-Carlo-Platz nach rechts auf die Kärntner Hauptstraße (B83), sowie ein Schutzweg (Fußgänger:innen-Übergang). Auf dem vom Shuttle befahrenen Teil der Kärntner Hauptstraße (B83) herrscht während des

Testbetriebes eine temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h, die täglich zu Beginn und zum Ende der Testfahrten in bzw. außer Kraft gesetzt wird. Die 2022 in Betrieb genommene Erweiterung im Osten Pörschachs führt über die Hauptstraße zu einer Haltestelle am öffentlichen Parkplatz nahe der Bäckerei Wienerroither. Die Zufahrt über den Johannaweg quert einen Radweg, welcher, wie der öffentliche Parkplatz, ein hohes Aufkommen an VRU aufweist.

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

Die Lokalisierung des elektrisch betriebenen Fahrzeuges erfolgt mittels GNSS (Globale Navigations-Satellitensysteme) in Kombination mit RTK (Echtzeitkinematik). Mindestens vier Satelliten der Standards GPS (US), Galileo (EU), Glonass (RU) und Baidou (CN) kommunizieren mit dem mobilen Empfänger auf dem Dach des Autonom® Shuttle und erlauben eine auf einen Meter genaue Positionierung. Zur Erhöhung der Genauigkeit der Standortdaten mittels RTK ist das Fahrzeug mit einer 4G Breitband Antenne und einem industriellen Radio Modem mit hoher Reichweite ausgestattet, die den Empfang von Korrekturdaten über das 4G/LTE Netz ermöglichen, womit die Positionsgenauigkeit des Fahrzeuges auf einen Zentimeter erhöht wird. Die genaue Shuttle Position bestimmen auch die beiden 360° Multi-Layer LiDAR (3D) Sensoren Velodyne VLP-16, die permanent rund um das Fahrzeug dreidimensionale Bilder (Bildpunkte, eigentlich Vektoren) der Umgebung generieren, welche im Abgleich mit den entsprechenden gespeicherten Daten dieses Bereiches eine exakte Orientierung und Positionierung des Shuttles ermöglichen. Bei schwacher und lückenhafter Satellitenabdeckung - etwa im Schatten von Gebäuden und großer Bäume oder wetterbedingt - kommt diesem System eine besondere Bedeutung zu.

Zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung stehen außerdem sechs 180° Mono-Layer LiDAR (2D) Sensoren zur Verfügung, die unbekannte und unerwartet auftretende Hindernisse erkennen und dadurch im Fahrbetrieb automatisierte Manöver wie inkrementelles Abbremsen, bis zum abrupten Bremsen bei unerwarteter Gefahr, ermöglichen. Insbesondere verfügt das Shuttle über ein so genanntes Vektoring, das den

Fahrtzustand überholender Fahrzeuge berechnet und das Verhalten des Shuttles daran anpasst.

Diese sensorischen Kernelemente für das automatisierte Fahren werden durch Odometrie an allen Antriebsrädern und einer Trägheitsmesseinheit (IMU) zur Unterstützung der Navigationssysteme ergänzt.

Je eine Stereovision Kamera in beiden Fahrtrichtungen und eine 360° Kamera im Fahrgastraum decken Aspekte der Sicherheit ab und ermöglichen gegebenenfalls auch die Dokumentation kritischer Situationen.

Vor Aufnahme des Testbetriebes wird die Strecke mit relevanten Bezugspunkten und Hindernissen aufgenommen und eine entsprechende Fahrspur festgelegt. Das sogenannte Mapping erfolgt durch Abfahren der Teststrecke mit einem Personenkraftwagen als Träger einer am Dach montierten Box ("MMS"-Box) mit einem hochauflösenden 360° Multi-Layer LiDAR (3D) Sensor Velodyne VLP-32E und dazugehörigem Aufnahme- und Übertragungszubehör.

4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Es wurden ausschließlich Tests auf öffentlichen Straßen durchgeführt.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Frage wurde nicht beantwortet.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Die Straßen, auf denen die Testfahrten durchgeführt wurden, sind generell asphaltiert, im Bereich der alten Teststrecke wurden beschädigte Straßenabschnitte erneuert. Der Straßenzustand der Hauptstraße ist ausgezeichnet, die Breite der Straße bei entgegenkommenden Lastkraftwagen, Bussen und vor allem großen Traktoren gerade ausreichend.

Im Bereich des ältesten Teiles der Teststrecke wurden alle bereits 2018 eingerichteten Zusatzmaßnahmen weiter genutzt und auch die Verordnung der Bezirkshauptmannschaft Klagenfurt-Land - eine temporäre Einbahnregelung in Teilen der Elisabethstraße und der Annastraße - mit entsprechenden Verkehrszeichen ("Einfahrt verboten" Schildern, Gebotszeichen zur Angabe der Fahrtrichtung und Hinweiszeichen zu Parkplätzen) wieder in Kraft gesetzt.

Auf dem Streckenabschnitt auf der Kärntner Hauptstraße (B83) wurde zwischen Straßenkilometer 319,670 und Straßenkilometer 320,540 für den gesamten Testzeitraum eine temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h verfügt. Diese wird durch entsprechende Verkehrszeichen, sowie ein drittes im Kreuzungsbereich der alten Moosburger Straße, jeweils vor Beginn und nach Beendigung der Testfahrten durch Auf- und Zuklappen in bzw. außer Kraft gesetzt. Das generelle Fahrverbot in der Werzer Promenade (Einfahrt Monte-Carlo-Platz) wurde für das Shuttle mit einer Zusatztafel aufgehoben.

Es wurden neben den bereits existierenden Haltestellen am Bahnhof, auf der Kärntner Hauptstraße (B83) auf Höhe des Dermuth - Parkplatzes und vor der BKS Bank (beide in Fahrtrichtung Westen), auf dem Monte-Carlo-Platz, am Südende der Elisabethstraße (Parkhotel), am Gemeindeamt, an der Wahlißwiese und am Parkplatz der Bäckerei Wienerroither „keine Haltestellen“ neu eingerichtet.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden?

Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Die angeführten Infrastrukturmaßnahmen, insbesondere die Geschwindigkeitsbeschränkung (30 km/h) auf der Kärntner Hauptstraße (B83) wurden auf Wunsch des Herstellers eingerichtet bzw. aufgestellt. Mit ihnen sind Manöver wie Linksabbiegen und Überquerungen einfacher zu bewerkstelligen. In der Praxis könnten diese nach Anpassung der entsprechenden Messparameter aber durchaus auch ohne spezielle Reduktion der vorgeschriebenen Maximalgeschwindigkeit von 50 auf 30 km/h durchgeführt werden.

Mit dem neuen, verbesserten 3D- Mapping sind zusätzliche Orientierungspunkte auf der Strecke, die in den Vorjahren Voraussetzung für einen sicheren Testbetrieb waren, nicht mehr erforderlich. Es stellt zudem in Bereichen mit schlechterem Empfang der GNSS-Signale und entsprechender Korrekturwerte (beispielsweise bei hohem und dichtem Baumbestand) eine ausreichend gute Lokalisierung und Orientierung des Fahrzeuges sicher.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Wünschenswert wäre eine verbesserte Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen, besonders im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Auch eine verbesserte Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen, besonders im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Dies wird u.a. durch die vorhandenen Außenbildschirme bereits versucht. Derzeit werden folgende Informationen von den beiden Außenbildschirmen (1 x vorne und 1 x hinten) angezeigt: Manuelles fahren, Hier fährt die Zukunft (im automatisierten Modus), STOPP mit Stopp Zeichen, Warnung mit Warnzeichen, Vorrang mit Vorrang Zeichen, Pfeile nach links (Shuttle biegt links ab), Pfeile nach rechts (Shuttle biegt rechts ab), Türen öffnen, Türen schließen, Einsteigen (Piktogramm mit Menschen, die ins Shuttle einsteigen). Eine Weiterentwicklung der Anzeigen im Sinne einer möglichen Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen würde für zusätzliche Verkehrssicherheit und Akzeptanz sorgen. Als Beispiel ist dafür ein virtuelles Augenpaar auf den Bildschirmen zu sehen, welches bewegenden Objekten folgen kann, um anderen Verkehrsteilnehmer:innen das Gefühl zu geben, gesehen zu werden. Eine weitere Variante visueller interaktiver Kommunikation seitens des Shuttles könnten Hinweise zu möglichen Überholstellen sein. Um die Kommunikation mit weiteren Verkehrsteilnehmer:innen ausweiten zu können, wäre es sinnvoll zusätzliche C-ITS fähige

Displays auf der Strecke einzusetzen und vermehrt auf V2V Kommunikation zu setzen. Im Fahrzeuginneren sollen ebenfalls Informationssysteme vorhanden sein, die Fahrgäste auf bevorstehende Situationen im Straßenverkehr vorbereiten. So soll neben den im ÖPNV standardmäßigen Haltestellenansagen Informationen zur aktuellen Verkehrslage und Ankunftszeit gegeben werden. Um zusätzliche Fahrgastsicherheit erreichen zu können, wäre es sinnvoll auch im Fahrzeuginneren geplante Fahr- und Bremsmanöver visuell oder auditiv anzukündigen.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Kernfragen der Tests sind nach wie vor, wie die Sicherheit der Fahrgäste und anderer Verkehrsteilnehmer:innen sichergestellt und verbessert bzw. auch der Fahrkomfort und die Zuverlässigkeit des Fahrzeugs erhöht werden kann.

Kernfragen der Tests sind nach wie vor, wie die Sicherheit der Fahrgäste und anderer Verkehrsteilnehmer:innen sichergestellt und verbessert bzw. auch der Fahrkomfort und die Zuverlässigkeit des Fahrzeugs erhöht werden kann.

Auf der virtuellen Schiene werden besondere Gefahrenbereiche im Vorhinein festgelegt. So wird vor Zebrastreifen eine zusätzliche Beobachtungszone direkt auf und am Fahrbahnrand neben dem Schutzweg eingerichtet und die Maximalgeschwindigkeit verringert. Es ist festzuhalten, dass das Testfahrzeug im Regelbetrieb auch auf unerwartet auftretende Hindernisse in der Fahrbahn immer sofort reagiert. Die Reaktion des Shuttles hängt vom Objekttyp ab. Das automatisierte Shuttle erstellt Bewegungsprofile von allen von LIDAR erfassten Objekten. Unbewegliche Objekte, die noch nicht in der Karte erfasst wurden (z.B. parkende Fahrzeuge, neue Infrastruktur etc.) sind für den Fahrtablauf somit als nicht relevant gekennzeichnet und beeinflussen den Fahrbetrieb nicht), sofern sie die festgelegte Fahrspur nicht beeinträchtigen (solange das GNSS-Signal oder die Hit-Rate der LIDAR Lokalisation hoch genug $> 60\%$ ist). Bei beweglichen Objekten wird ein Richtungsvektor berechnet. Je nach Entfernung, Richtung und Geschwindigkeit des Objekts wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs im Falle eines möglichen Kollisionskurses angepasst. Dies geschieht schrittweise je nach Entfernung zum Objekt (bei 11,5 m - 8,5 m - 6,0 m - 4,5 m) - Reduktion der Fahrgeschwindigkeit. Von aktuell maximal 5 m/sec um

jeweils 1 m/sec. Eine Bremsung erfolgt bei 3,5 m Entfernung zum Hindernis abrupt bis zum Stillstand. Je näher am Fahrzeug dieses erkannt wird, umso schneller erfolgt die Bremsung, die bei unmittelbar auftretenden Ereignissen eine Vollbremsung schneller als die menschliche Reaktionszeit nach sich ziehen kann. Im Falle eines plötzlich auftauchenden Objekts innerhalb von 25 cm der Fahrzeugumgebung wird sofort eine Notbremsung durchgeführt. Das erfordert von den Passagier:innen entsprechende Aufmerksamkeit und die Möglichkeit sich gegebenenfalls sofort festhalten zu können. Zur Sicherheit der Passagier:innen gibt es Gurte zum Anschnallen im Shuttle und um Stürze im Falle einer Vollbremsung zu vermeiden „werden die Passagier:innen aufgefordert, sich anzuschnallen. Stehend ist die Fahrt im Shuttle nicht erlaubt“. Als zusätzliche präventive Maßnahme sollte ein auditives Signal bei Annäherung an ein Hindernis eingeführt werden, diese Änderung war bisher jedoch mangels technischer Voraussetzungen für die Einrichtung des Signals nicht möglich.

Für nachfahrende Fahrzeuge insbesondere Radfahrer:innen, die den erforderlichen Sicherheitsabstand nicht immer einhalten, stellt dies eine potenzielle Gefahr dar, die in den Tests aber nie zu einem Unfall oder Beinahe-Unfall führte. Nachfolgende Fahrzeuge werden durch eine elektronische Warntafel, welche vor der rückwärtigen Scheibe angebracht ist, gewarnt. Weiters gibt es ein akustisches Warnsignal im Außenbereich des Shuttles.

Als Folge der höheren Zuverlässigkeit durch regelmäßige Softwareupdates des Shuttles wurden die seitlichen Sicherheitsabstände zu parkenden Autos etc. verkleinert, was bei unverändert hoher Sicherheit zu weniger Stopps und verbessertem Fahrkomfort führt, insbesondere auf engen Straßen.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Die überwiegende Mehrheit der anderen Verkehrsteilnehmer:innen nahm die Tests positiv und verständnisvoll auf. Selbstversuche von Fußgänger:innen und Radfahrer:innen, die eine Reaktion des Fahrzeuges – mit Bremsung bis zum Stillstand - durch absichtliche Annäherung trotz akustischer Warnung - provozieren, fanden keine statt. Das liegt wohl auch daran, dass unter der Bevölkerung von Pörtlach ein Gewöhnungseffekt an das

neuartige Verkehrsmittel beobachtet werden kann, der auch durch die hohe Akzeptanz von rund 72% zu erklären ist (lt. Bürger:innen Dialog 2019).

Die Einbahnregelung im Bereich der alten Teststrecke wird von einigen Anrainer:innen immer wieder ignoriert. Dies führt zu gelegentlichen manuellen Eingriffen, sie sind jedoch kein akutes Sicherheitsproblem.

Die für die Zeit des Testbetriebes verfügte temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h wird von einigen Verkehrsteilnehmer:innen nicht in ausreichendem Maße eingehalten. Dies kann zu späten zusätzlichen Stopps während des Linksabbiegens führen, was in den bisherigen Fällen aber noch zu keiner unmittelbaren Gefahrensituation führte.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

Durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs durch elektrisch betriebene automatisierte Fahrzeuge wird der Personentransport klimaneutraler und nachhaltiger gestaltet.

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Die guten Teilnehmer:innenzahlen, insbesondere bei Rahmenveranstaltungen, sowie das ausgesprochene Interesse der Passagier:innen dokumentieren eine steigende Akzeptanz des automatisierten Fahrens. Der vorliegende Testbetrieb wird von der überwiegenden Anzahl der Teilnehmer:innen als ein Schritt in die richtige Richtung angesehen. Durch die laufenden bereits seit mehreren Jahren durchgeführten Tests steigt das Bewusstsein und Interesse für automatisierte Mobilität in der Bevölkerung, was durch Befragungen in Projekten nachgewiesen werden konnte.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

Das Shuttle, das im Rahmen der Veranstaltung in Pörschach eingesetzt wurde, ist eigentlich in Klagenfurt im Betrieb. Mit dem Wechsel nach Pörschach musste die passende Karte in die Software eingespielt werden. Bei den Testrunden vor dem Veranstaltungstag tauchten die bekannten Hindernisprobleme auf, vor allem im Bereich der engen Elisabethstraße, die stark von Fußgänger:innen und Radfahrer:innen frequentiert wird. Die Hecken und Büsche waren nachgewachsen und ragten in die Straßen und mussten von der Gemeinde geschnitten werden.

Wie wurden diese bewältigt?

Das Einspielen der Karten wurde rechtzeitig geplant und dem Hersteller angekündigt. Sobald das Shuttle in Pörschach ankam, konnte die Software entsprechend angepasst werden, was nur wenige Minuten in Anspruch nahm. Im Rahmen des Deployments wurde die gesamte Strecke systematisch abgefahren, um mögliche Veränderungen zu identifizieren und den neu errichteten Zebrastreifen in der Software zu berücksichtigen. Dadurch war sichergestellt, dass das Shuttle auch auf geänderte Infrastrukturbedingungen korrekt reagieren kann. Bei weiteren Hindernissen wurde situationsbedingt manuell übernommen.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

Ja, das Einspielen der Karten war vorhersehbar, ebenso wie die Notwendigkeit, die Strecke vor der Fahrt mit Fahrgästen zu überprüfen. Auch die Baustelle in der Annastraße war bekannt. Da jedoch nur das Deployments während dieses Zeitraums geplant war, stellte sie kein größeres Problem dar.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Technisch besteht nach wie vor Verbesserungsbedarf betreffend die Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen und das Bremsverhalten des Fahrzeuges. Weiters ist es notwendig eine Software zu entwickeln bzw. freizugeben, die ein automatisiertes Ausweichen des Shuttles bei Hindernissen, innerhalb eines vorgegebenen Korridors, zulässt. Auch an der Verbesserung des Einsatzes bei Schlechtwetterereignissen (starker Regen, Schnee und Nebel) und an den Möglichkeiten der Fernüberwachung ist weiterhin zu arbeiten. Zusätzlich sind weitere Maßnahmen im Bereich Akzeptanz und neue Testumgebungen notwendig.

4 pdcp GmbH 2025 (KW 17-31)

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: 2024-0.528.515

Datum der Ausstellung: 26.08.2024

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: pdcp GmbH

Anschrift: Wulfengasse 16, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Ansprechpartner:in: Mag. Walter Reinhard Prutej, MBA

Kontakt Daten (E-Mail, Telefonnummer): office@pdcg.at, +43 664 25 28 230

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution

pdcp GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 27.02.2025 bis 26.08.2025

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde): KW 17-31

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: Prototyp Fahrzeug "Autonom[®] Shuttle" Navya Arma DL4 Fahrzeugnummer/VIN VG9A2CB2CIV019124, (Serien Nr. # P124), Kennzeichen: K 40 LY und Prototyp Fahrzeug "Autonom[®] Shuttle" Navya Arma DL4 Fahrzeugnummer/VIN VG9A2CB2CIV019104, (Serien Nr. # P104), Kennzeichen: K 14 SI

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisierter Kleinbus gem. § 7 (1) bis (8)

Testszenario

Einsatz von automatisiert fahrenden Fahrzeugen auf der ersten/letzten Meile im Rahmen von angewandten F&E-Use Cases/Pilotbetrieben mit unterschiedlichen Anspruchsgruppen (Stakeholder und Nutzer:innen) und Testszenarien (u.a. DRT (demand responsive transport), MaaS (Mobility as a Service) und LaaS (Logistics as a Service)). Das Testgebiet eignet sich aufgrund der geographischen Lage, räumlichen Beschaffenheit, Struktur und Ausrichtung sehr gut als Teststrecke. Die angewandten F&E-Use Cases/Pilotbetriebe sollen zur Akzeptanz und Bewusstseinsbildung beitragen und wichtige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des automatisierten Fahrens liefern und helfen die gestellten

Forschungsfragen, unterstützt durch qualitative und quantitative Methoden, (u.a. Interview, Diskussion, Beobachtung, Experiment, Fallstudie, Befragung) im Rahmen des Testbetriebes zu beantworten.

Tabelle 7 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet – Betriebsgelände und Bahnhof

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	0	0	0	0	0
Im Ortsgebiet	56,326	0	478,673	0	0
Auf Privatgelände	0	0	0	0	0
In der Simulation	0	0	0	0	0

Tabelle 8 genaue Teststrecke Linie 1

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Lakeside - HS Lakeside Park	0,000	0,213
Lakeside - HS Lakeside B10	0,213	0,394
Lakeside - Lakeside B01	0,394	0,492
Lakeside - Einfahrt Uniparkplatz West	0,492	0,728
Uniparkplatz West - HS Uni Vorstufe	0,728	0,778
Uniparkplatz West - Einfahrt Universitätsstraße	0,778	1,091
Universitätsstraße - HS Uni Straße	1,091	1,243
Universitätsstraße - Kreuzung Nautilusweg	1,243	1,309
Nautilusweg - Einfahrt Universität Ost	1,309	1,336
Parkplatz Uni Ost - HS Universität	1,336	1,396
Parkplatz Uni Ost - Ausfahrt Universität Ost	1,396	1,482
Nautilusweg - Kreuzung Kranzmayerstraße	1,482	1,745
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Spitz	1,745	1,800
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Park	1,800	2,040

Tabelle 9 genaue Teststrecke Linie 2

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Lakeside - HS Lakeside Park	0	0,213
Lakeside - HS Lakeside B10	0,213	0,39
Lakeside - Lakeside B01	0,394	0,492
Lakeside - Einfahrt Uniparkplatz West	0,492	0,728
Uniparkplatz West - HS Uni Vorstufe	0,728	0,778
Uniparkplatz West - Einfahrt Universitätsstraße	0,778	1,091
Universitätsstraße - HS Uni Straße	1,091	1,243
Universitätsstraße - Kreuzung Nautilusweg	1,243	1,309
Nautilusweg - Kreuzung Wilsonstraße	1,309	1,474
Wilsonstraße - HS Wilsonstraße	1,474	1,488
Wilsonstraße - Kreuzung Villacher Straße	1,488	1,785
Villacher Straße - HS Neckheimgasse	1,785	1,821
Villacher Straße - Kreuzung Lilienthalstraße	1,821	1,963
Lilienthalstraße - HS Lilienthalstraße	1,963	2,168
Universitätsstraße - HS Jugendgästehaus	2,168	2,278
Universitätsstraße - HS Studentendorf	2,278	2,395
Universitätsstraße - HS Mensa	2,395	2,541
Universitätsstraße - Kreuzung Nautilusweg	2,541	2,618
Nautilusweg - Einfahrt Universität Ost	2,618	2,675
Parkplatz Uni Ost - HS Universität	2,675	2,705
Parkplatz Uni Ost - Ausfahrt Universität Ost	2,705	2,791
Nautilusweg - Kreuzung Kranzmayerstraße	2,791	3,054
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Spitz	3,054	3,109
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Park	3,109	3,349

Tabelle 10 genaue Teststrecke Linie 3

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Lakeside - HS Lakeside Park	0,000	0,213
Lakeside - HS Lakeside B10	0,213	0,394
Lakeside - Lakeside B01	0,394	0,492
Lakeside - Kreuzung Südring	0,492	0,619
Südring - HS Klagenfurt Europapark	0,619	1,006
Südring - Kreuzung Villacher Straße	1,006	1,256
Villacher Straße - Kreuzung P&R Minimundus	1,256	1,478
Parkplatz P&R Minimundus - HS Bahnhof West	1,478	1,632
Parkplatz P&R Minimundus - HS P+R Bahnhof West	1,632	1,742
Parkplatz P&R Minimundus - Kreuzung Villacher Straße	1,742	1,800
Villacher Straße - HS Minimundus	1,800	1,949
Villacher Straße - HS Neckheimgasse	1,949	2,235
Villacher Straße - Kreuzung Lilienthalstraße	2,235	2,377
Lilienthalstraße - HS Lilienthalstraße	2,377	2,582
Universitätsstraße - HS Jugendgästehaus	2,582	2,692
Universitätsstraße - HS Studentendorf	2,692	2,809
Universitätsstraße - HS Mensa	2,809	2,955
Universitätsstraße - Kreuzung Nautilusweg	2,955	3,032
Nautilusweg - Einfahrt Universität Ost	3,032	3,089
Parkplatz Uni Ost - HS Universität	3,089	3,119
Parkplatz Uni Ost - Ausfahrt Universität Ost	3,119	3,205
Nautilusweg - Kreuzung Kranzmayerstraße	3,205	3,468
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Spitz	3,468	3,523
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Park	3,523	3,763

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Aufbauend auf dem in der Berichtsperiode (26.08.2024–26.02.2025) etablierten Regelbetrieb mit drei Shuttles lag der Schwerpunkt dieser Berichtsperiode auf der technischen Erprobung der Fahrzeuge unter realen Bedingungen sowie auf der Evaluierung der Interaktion mit der vernetzten Verkehrsinfrastruktur (V2X/C-ITS).

Aufgrund der großräumigen Baustelle Brückensanierung an der Paternionerbrücke (Villacher Straße) wurden die Testfahrten in diesem Zeitraum größtenteils ohne Fahrgäste durchgeführt; in diesem Bereich musste das Fahrzeug häufig manuell übernommen werden. Der Fokus lag daher auf der technischen Erprobung des Systems und der gemeinsam mit dem Hersteller vorangetriebenen Optimierungen.

Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Erprobung der C-ITS/V2X-Kommunikation über die On-Board Units (OBUs) der Shuttles. Neu getestet wurden zudem digitale Verkehrsinformationstafeln entlang der Strecke: Sobald ein Shuttle an den Displays vorbeifuhr, wechselte die Anzeige automatisch auf „Achtung! Langsames Fahrzeug“, um die Aufmerksamkeit anderer Verkehrsteilnehmer:innen zu erhöhen.

Trotz der eingeschränkten Testfahrten konnten wertvolle Erkenntnisse zur Systemstabilität, zur V2X-Kommunikation und zur Integration digitaler Informationsmedien gewonnen werden. Diese Ergebnisse fließen in die weitere Systementwicklung ein und bilden die Grundlage für künftige Testphasen.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Der automatisierte Betrieb in Klagenfurt, der im Sommer 2024 mit drei Shuttles im Regelbetrieb aufgenommen worden war, wurde in dieser Periode mit zwei Fahrzeugen fortgeführt. Im Gegensatz zum Vorjahr lag der Schwerpunkt auf der technischen Erprobung und dem System-Monitoring statt auf dem regulären Fahrgastbetrieb; die dabei erzielten Fortschritte bei der zusätzlichen Fernüberwachung (Remote Monitoring) sollen zukünftig auch für die Weiterentwicklung der Fernüberwachung genutzt werden.

Die wichtigsten getesteten Szenarien

- **Flottenbetrieb:** Zwei Shuttles waren auf teilweise überlappenden öffentlichen Strecken im Einsatz. Der Schwerpunkt lag auf der technischen Erprobung des gleichzeitigen Betriebs beider Fahrzeuge, insbesondere auf der Stabilität der Systeme, der Kommunikation mit der Leitstelle und der Reaktion auf unterschiedliche Infrastrukturanforderungen entlang der Strecke.
- **Interaktion mit Lichtsignalanlagen:** Sechs Lichtsignalanlagen waren mit C-ITS-V2X-Kommunikation ausgestattet, sodass die Shuttles in Echtzeit Signale empfangen und ihre Fahrweise anpassen konnten. Getestet wurde die Zuverlässigkeit dieser Kommunikation. Besonders anspruchsvoll war die Kreuzung Villacher Straße/Einfahrt Bahnhof West, an der die Shuttles links abbiegen und gleichzeitig die Fußgängerquerung berücksichtigen mussten.
- **Digitale Verkehrsinformationstafeln:** Neu getestet wurden V2X-gestützte Verkehrsinformationstafeln entlang der Strecke, die bei Vorbeifahrt eines Shuttles automatisch auf „Achtung! Langsames Fahrzeug“ wechselten. Damit wurde die Wirksamkeit der V2X-Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur bewertet.
- **Manuelle Übernahme:** Besonders wertvoll war die Erprobung des fließenden Übergangs zwischen automatischem und manuellem Fahren. Die Baustelle an der Paternio-nerbrücke führte zu unterschiedlichen Bedingungen in jeder Runde (geänderte Sperren, blockierte Spuren, parkende oder haltende LKW), wodurch Erkenntnisse für die künftige autonome Bewältigung solcher Situationen gewonnen werden konnten.

- **Monitoring:** Im Zentrum der Testfahrten stand das aktive Monitoring der Fahrzeuge über ein zentrales Tool durch den/die Field Operator:in. Untersucht wurde, welche Echtzeitdaten (u. a. Position, Geschwindigkeit, Statusmeldungen, V2X-Kommunikation) für eine effektive Fernüberwachung notwendig sind.
- **Kreuzungssituationen:** Es wurden sowohl ampelgeregelter als auch mit Stoppschildern geregelter Kreuzungen getestet, mit Schwerpunkt auf sicherem Anhalten, Anfahren und korrektem Warten auf eine freie Fahrbahn.
- **Fahren auf hochrangigen Straßen:** Fahren auf stark befahrenen, mehrspurigen Straßen mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h (Südring und Villacher Straße). Das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer:innen, insbesondere Überholmanöver, wurde genau beobachtet.
- **Navigieren im gemischten Verkehr:** Im Lakeside Park bewegten sich die Shuttles durch eine Fußgängerzone (10 km/h) mit engen Kurven und Begegnungen mit Fußgänger:innen und Radfahrer:innen. Auf der Universitätsstraße mussten dicht geparkte Fahrzeuge und hohe Verkehrsbelastung sowie intensiver Busverkehr an der Haltestelle Universität bewältigt werden.
- **Kreisverkehr:** Die Shuttles durchquerten selbstständig einen Kreisverkehr, ohne vorprogrammierte Haltepunkte oder manuelle Eingriffe.

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

Die eingesetzten Fahrzeuge (Autonom Shuttle Navya Arma DL4) verfügen unverändert über das im Bericht (26.08.2024–26.02.2025) ausführlich beschriebene Sensor- und Lokalisierungssystem: GNSS/RTK-Positionierung (bis auf ca. 1 cm genau), zwei 360°-Multi-Layer-LiDAR-Sensoren (Velodyne VLP-16) sowie sechs 180°-Mono-Layer-LiDAR-Sensoren zur Hindernis- und Abstandserkennung, ergänzt durch Odometrie, eine Trägheitsmesseinheit (IMU), Stereovision-Kameras in beide Fahrtrichtungen sowie eine 360°-Innenraumkamera. Die Fahrspur wird vorab mittels hochauflösendem LiDAR-Mapping (Velodyne VLP-32E) erfasst. In dieser Berichtsperiode wurde die Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (V2X, On-Board Units) gezielt weiterentwickelt und mit den neuen digitalen Verkehrsinformationstafeln erprobt.

4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Es wurden keine weiteren Tests durchgeführt.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Es wurden keine weiteren Tests durchgeführt.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Wie im Unterpunkt 3. beschrieben, folgt das Fahrzeug einer vorab per Mapping erfassten Fahrspur und benötigt daher keine Linienmarkierungen. Die Straßen der Teststrecke sind durchgehend asphaltiert und mindestens 5,5 m breit (ausgenommen Einbahnstraßen); sicherheitsrelevante Fahrbahnschäden bestehen keine. Die Zufahrt zur Garage ist geschottert, wird jedoch nicht für den Fahrgastbetrieb genutzt.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden? Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Für den Testbetrieb wurden zusätzliche Orientierungspunkte entlang der Strecke zwischen Neckheimgasse und Kranzmayerstraße auf der Höhe der Ackerfläche aufgrund der sich stark ändernden Vegetation (aktuell Maisfeld) implementiert. Weiters wurden vor und nach der Teststrecke Hinweisschilder montiert, welche auf den Testbetrieb und das automatisierte Fahrzeug hinweisen. Für Route 3 wurde zusätzlich der Einsatz von C-ITS-Infrastruktur auf den Ampelkreuzungen Sürding/Universitätsstraße, Südring/Villacher

Straße und Villacher Straße/P+R Bahnhof Klagenfurt West zur Ampel-Shuttle Kommunikation implementiert. Zusätzlich wurde auf der Kreuzung Villacher Straße/P+R Bahnhof Klagenfurt West eine C-ITS Aware-AI zum Schutz von verletzlichen Verkehrsteilnehmer:innen installiert.

Für den Testbetrieb wurden zusätzliche Orientierungspunkte entlang der Strecke zwischen Neckheimgasse und Kranzmayerstraße auf der Höhe der Ackerfläche aufgrund der sich stark ändernden Vegetation (aktuell Maisfeld) implementiert. Weiters wurden vor und nach der Teststrecke Hinweisschilder montiert, welche auf den Testbetrieb und das automatisierte Fahrzeug hinweisen. Für Route 3 wurde zusätzlich der Einsatz von C-ITS-Infrastruktur auf den Ampelkreuzungen Sürding/Universitätsstraße, Sürding/Villacher Straße und Villacher Straße/P+R Bahnhof Klagenfurt West zur Ampel-Shuttle Kommunikation implementiert. Zusätzlich wurde auf der Kreuzung Villacher Straße/P+R Bahnhof Klagenfurt West eine C-ITS Aware-AI zum Schutz von verletzlichen Verkehrsteilnehmer:innen installiert.

Die bisherigen statischen Verkehrstafeln wurden durch drei digitale V2X-gesteuerte Tafeln ersetzt, die am Sürding und entlang der Villacher Straße installiert sind. Sobald das Shuttle vorbeifuhr, änderte sich die Anzeige automatisch auf „Achtung! Langsames Fahrzeug“. Damit konnte die Interaktion zwischen Fahrzeug und Infrastruktur aktiv getestet werden, und die Wirksamkeit der V2X-Kommunikation für die Aufmerksamkeit anderer Verkehrsteilnehmer:innen überprüft werden.

Die Technologie für den Testbetrieb ist am Shuttle bereits vorhanden, zum Einsatz kommen Sensoren, Lidar, Kameras etc.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Wünschenswert wäre eine verbesserte Kommunikation Mensch-Maschine-Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen, beispielsweise für den Fall, dass diese auf ihren Vorrang verzichten.

Eine V2X (Vehicle-to-Everything)-Technologie für die direkte Interaktion zwischen den automatisierten Fahrzeugen und andern Verkehrsteilnehmer:innen könnte dazu beitragen, das Fahrverhalten in komplexen Verkehrssituationen besser zu koordinieren und die Sicherheit zu erhöhen.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Die Tests dieser Periode lieferten wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung automatisierter Shuttles, auch wenn keine regulären Fahrgäste an Bord waren. Durch die aktive Erprobung unter realen Bedingungen konnten die technische Stabilität, die Kommunikation mit der Infrastruktur (V2X) und das Remote Monitoring verbessert werden. Damit wird der Grundstein für die zukünftige automatisierte und vernetzte Mobilität gelegt; die Tests tragen zur Förderung einer nachhaltigeren und sichereren Verkehrsinfrastruktur bei und können langfristig zu einer effizienteren Nutzung des Verkehrsraums beitragen.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Die Testfahrten waren für andere Verkehrsteilnehmer:innen durch verschiedene Maßnahmen gut erkennbar: entlang kritischer Straßenabschnitte (Südring, Villacher Straße) die neuen digitalen V2X-Tafeln, ergänzt durch klassische Hinweisschilder sowie Informationspanels an den Shuttle-Haltestellen. Wie bereits in der ersten Berichtsperiode beobachtet, führte die geringe Geschwindigkeit der Shuttles (max. 20 km/h) anfänglich zu Skepsis bei anderen Verkehrsteilnehmer:innen, die sich jedoch mit zunehmender Betriebsdauer und kontinuierlicher Information in eine überwiegend akzeptierende Haltung wandelte.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

Durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs mit elektrisch betriebenen automatisierten Fahrzeugen wird der Personentransport klimaneutraler, sicherer, effizienter und nachhaltiger gestaltet. Die getesteten Systeme tragen auf mehrere Weise zur CO₂-Reduktion bei.

Zum einen kann die niedrigere Geschwindigkeit der Shuttles den Verkehrsfluss verlangsamen und somit gleichmäßiger gestalten. Andererseits kann eine großflächige Einführung automatisierter Shuttles den Individualverkehr reduzieren, da mehr Menschen auf gemeinsam genutzte, effiziente Verkehrsmittel umsteigen.

Auf dem Streckenabschnitt Südring - Villacher Straße bewegt sich das Shuttle mit einer Geschwindigkeitsdifferenz von über 30 km/h gegenüber den anderen Verkehrsteilnehmer:innen. Hier wurde auf die Sichtbarkeit des Shuttles geachtet, um die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer:innen zu gewährleisten.

Die Tests der manuellen Übernahmen zeigten, welche Maßnahmen und Systemfunktionen notwendig sind, damit Shuttles auch unter wechselnden Bedingungen (Sperrungen, parkende LKWs, geänderte Spuren) sicher agieren können. Die Beobachtungen aus diesen Szenarien liefern wertvolle Hinweise, um zukünftige Fahrzeuge autonom und zuverlässig handeln zu lassen.

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Durch den Einsatz von V2X-Displays und Hinweisschildern konnten andere Verkehrsteilnehmer:innen frühzeitig auf die Shuttles aufmerksam gemacht werden. Dies erleichtert die Gewöhnung an die Fahrzeuge und fördert ein positives Sicherheitsgefühl.

Stakeholder:innen und Vertreter:innen, die bei einzelnen Fahrten mitgefahren sind, konnten direkt beobachten, wie das System auf unterschiedliche Situationen reagiert, z. B. Baustellen, manuelle Übernahmen oder wechselnde Straßenbedingungen. Diese direkten Erfahrungen erhöhen das Vertrauen in die Technologie.

Auch ohne durchgehenden Fahrgastbetrieb, anders als 2024, liefern die Ergebnisse eine Grundlage dafür, dass automatisierte Shuttles zukünftig verlässlich, effizient und sicher in den urbanen Verkehr integriert werden können. Dadurch wird das Vertrauen der Öffentlichkeit gestärkt, was eine höhere Akzeptanz bei späterem Einsatz im regulären Betrieb unterstützt.

Insgesamt tragen die Tests dazu bei, Skepsis abzubauen, Vertrauen zu schaffen und die Akzeptanz für automatisiertes Fahren zu erhöhen, indem die Funktionalität und Sicherheit der Systeme transparent demonstriert werden.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

Während der Testfahrten traten mehrere technische und infrastrukturelle Herausforderungen auf, die wichtige Erkenntnisse für den sicheren Betrieb automatisierter Shuttles lieferten:

- **Ampelerkennung:** Die Kommunikation mit den Lichtsignalanlagen funktionierte im Berichtszeitraum überwiegend zuverlässig. Vereinzelt kam es zu kurzzeitigen Verzögerungen bei der Signalerkennung, die im Rahmen der laufenden Systemoptimierung gemeinsam mit dem Hersteller analysiert wurden.
- **GNSS-/Lokalisierung:** In einigen Streckenabschnitten kam es zu Stopps, bedingt durch temporäre Ausfälle. Nach mehreren Software-Updates traten diese Stopps nicht mehr auf.
- **Geschwindigkeitsdifferenzen:** Auf stark befahrenen Straßen mussten Shuttles aufgrund der niedrigen Fahrgeschwindigkeit gelegentlich die Geschwindigkeit reduzieren, um Sicherheitsabstände zu gewährleisten.
- **Baustelle:** Besonders herausfordernd war die Brückensanierung an der Villacher Straße, bei der Streckenänderungen und geänderte Fahrspuren manuelles Eingreifen erforderlich machten. Da Baustellenbereiche, blockierte Spuren und parkende LKW die Fahrbedingungen ständig veränderten, bot dies die Möglichkeit, den Übergang zwischen automatischem und manuellem Fahren zu testen

Wie wurden diese bewältigt?

- **Manuelle Übernahmen:** Operator:innen griffen gezielt ein, insbesondere im Baustellenbereich der Villacher Straße oder bei komplexen Kreuzungen, wodurch wichtige Erkenntnisse für die künftige autonome Bewältigung solcher Situationen gewonnen wurden.
- **Software-Updates und Optimierungen:** GNSS-bedingte Stopps sowie kleinere Verzögerungen bei der Ampelerkennung wurden durch gezielte Updates des Herstellers behoben.
- **Unterschiedliche Geschwindigkeiten im Mischverkehr:** Für den Südring und die Villacher Straße wurden zusätzlich Warntafeln mit Lichtsignalen bzw. digitale V2X-Displays aufgestellt, um auf die Präsenz des Shuttles aufmerksam zu machen.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

Der Verkehr auf stark befahrenen Straßen, der Kreisverkehr sowie die Baustelle an der Villacher Straße waren grundsätzlich erwartbar und konnten entsprechend vorbereitet werden. Auch die punktuellen GNSS-Ausfälle in bestimmten Streckenabschnitten waren bekannt, weshalb gezielte Testfahrten zu ihrer Behebung durchgeführt wurden.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Aufbauend auf den Tests dieser Periode liegt der Fokus der kommenden Aktivitäten u.a. auf dem Aufbau eines Remote-Monitoring-Systems: einer Leitstelle, die sowohl den Status der Shuttles als auch relevante Informationen der Straßeninfrastruktur (Ampeln, Baustellen, digitale C-ITS-Displays) in Echtzeit überwachen kann. Im ersten Schritt wird diese Leitstelle unter Aufsicht eines Operators getestet, um die notwendigen Abläufe, Schnittstellen und Funktionen praktisch zu validieren. Langfristig soll dies eine stabile Grundlage für den späteren automatisierten Betrieb ohne ständige manuelle Eingriffe schaffen und die Sicherheit sowie Effizienz des Systems weiter erhöhen.

5 pdcp GmbH 2025/26 (KW 35)

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: 2024 0.528.515

Datum der Ausstellung: 26.08.2024

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: pdcp GmbH

Anschrift: Wulfengasse 16, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Ansprechpartner:in: Mag. Walter Reinhard Prutej, MBA

Kontaktdaten (E-Mail, Telefonnummer): office@pdcg.at, +43 664 25 28 230

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution

pdcp GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 27.08.2025 bis 26.02.2026

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde): KW 35

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: Prototyp Fahrzeug "Autonom® Shuttle" Navya Arma DL4 (Serien Nr. # P124)

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisierter Kleinbus gem. § 7 (1) bis (8)

Testszenario

Einsatz von automatisiert fahrenden Fahrzeugen auf der ersten/letzten Meile im Rahmen von angewandten F&E-Use Cases/Pilotbetrieben mit unterschiedlichen Anspruchsgruppen (Stakeholder und Nutzer:innen) und Testszenarien (u.a. DRT (demand responsive transport), MaaS (Mobility as a Service) und LaaS (Logistics as a Service)). Das Testgebiet eignet sich aufgrund der geographischen Lage, räumlichen Beschaffenheit, Struktur und Ausrichtung sehr gut als Teststrecke. Die angewandten F&E-Use Cases/Pilotbetriebe sollen zur Akzeptanz und Bewusstseinsbildung beitragen und wichtige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des automatisierten Fahrens liefern und helfen die gestellten Forschungsfragen, unterstützt durch qualitative und quantitative Methoden, (u.a.

Interview, Diskussion, Beobachtung, Experiment, Fallstudie, Befragung) im Rahmen des Testbetriebes zu beantworten.

Tabelle 11 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	0	0	0	0	0
Im Ortsgebiet	2,17	0	27,83	0	0
Auf Privatgelände	0	0	0	0	0
In der Simulation	0	0	0	0	0

Tabelle 12 genaue Teststrecke - Betriebsgelände und Bahnhof

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Lakeside - HS Lakeside Park	0,000	0,213
Lakeside - HS Lakeside B10	0,213	0,394
Lakeside - Lakeside B01	0,394	0,492
Lakeside - Kreuzung Südring	0,492	0,619
Südring - HS Klagenfurt Europapark	0,619	1,006
Südring - Kreuzung Villacher Straße	1,006	1,256
Villacher Straße - Kreuzung P&R Minimundus	1,256	1,478
Parkplatz P&R Minimundus - HS Bahnhof West	1,478	1,632
Parkplatz P&R Minimundus - HS P+R Bahnhof West	1,632	1,742
Parkplatz P&R Minimundus - Kreuzung Villacher Straße	1,742	1,800
Villacher Straße - HS Minimundus	1,800	1,949
Villacher Straße - HS Neckheimgasse	1,949	2,235
Villacher Straße - Kreuzung Lilienthalstraße	2,235	2,377
Lilienthalstraße - HS Lilienthalstraße	2,377	2,582
Universtitätsstraße - HS Jugendgästehaus	2,582	2,692

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Universitätsstraße - HS Studentendorf	2,692	2,809
Universitätsstraße - HS Mensa	2,809	2,955
Universitätsstraße - Kreuzung Nautilusweg	2,955	3,032
Nautilusweg - Einfahrt Universität Ost	3,032	3,089
Parkplatz Uni Ost - HS Universität	3,089	3,119
Parkplatz Uni Ost - Ausfahrt Universität Ost	3,119	3,205
Nautilusweg - Kreuzung Kranzmayerstraße	3,205	3,468
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Spitz	3,468	3,523
Aufschließungsstraße - HS Lakeside Park	3,523	3,763

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Die Testfahrten in diesem Berichtszeitraum wurden in stark eingeschränktem Umfang durchgeführt. Aufbauend auf der technischen Erprobung der vorangegangenen Berichtsperiode (27.02.2025–26.08.2025) war eine einwöchige Testphase von Ende August bis Anfang September 2025 zur Überprüfung der Infrastrukturanbindung vorgesehen, in der gezielte technische Testfahrten ohne Fahrgäste stattfinden sollten. Ziel war es, spezifische Beobachtungen aus dem vorangegangenen Fahrbetrieb systematisch zu analysieren und darauf aufbauend gezielte Optimierungsmaßnahmen abzuleiten, mit besonderem Fokus auf die Weiterentwicklung des Fahrverhaltens und die Stabilität der C-ITS/V2X-Kommunikation.

Die Teststrecke befindet sich in einem urban geprägten Umfeld mit hoher Verkehrsdichte und umfasst u. a. ampelgeregelter Kreuzungen, einen Kreisverkehr, mehrspurige Straßen sowie Bereiche mit gemischtem Verkehr.

Am 27.08.2025 wurden die Testfahrten planmäßig durchgeführt; dabei traten keine Auffälligkeiten auf, und die Kommunikation zwischen Shuttle und Verkehrsinfrastruktur funktionierte ordnungsgemäß. Am 28.08.2025 kam es im Rahmen der fortgesetzten Testfahrten zu dem unter „Herausforderungen“ beschriebenen Störung an der Kreuzung Südring/Universitätsstraße. In dessen Folge wurde der automatisierte Testbetrieb umgehend gestoppt; die für die restliche Woche geplanten Testfahrten fanden nicht mehr statt.

Die V2X-Kommunikation erwies sich am ersten Testtag als funktionsfähig, am 28. August 2025 kam es bei dem automatisierten Shuttle an der Lichtsignalanlage Universitätsstraße zu einer Störung. Dritte waren davon nicht betroffen. Die technische Analyse durch den Fahrzeughersteller bestätigte die ordnungsgemäße und sichere Funktion des Fahrzeugs. Als Ursache wurde eine nicht mehr übereinstimmende Zuordnung der von der Lichtsignalanlage übermittelten Signalgruppe zur Fahrtrichtung des Shuttles festgestellt. Die aktuelle Signalgruppenzuordnung wurde überprüft und abgestimmt und die Ursache damit behoben. Die Ergebnisse dieser Störung fließen direkt in die weitere Systementwicklung ein und bilden eine wichtige Grundlage für künftige Testphasen.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Ursprünglich war in dieser Testperiode eine einwöchige technische Testphase ohne Fahrgastbetrieb vorgesehen. Die Testfahrten wurden jedoch tatsächlich nur am 27.08.2025 sowie am Vormittag des 28.08.2025 durchgeführt. Danach wurde der Testbetrieb infolge des unter „Herausforderungen“ beschriebenen Störung gestoppt und in dieser Berichtsperiode nicht wieder aufgenommen. Der Fokus der durchgeführten Fahrten lag auf gezielten Systemtests und nicht auf dem regulären Betrieb.

Die wichtigsten getesteten Szenarien umfassten:

- V2X-Kommunikation mit Lichtsignalanlagen: Die Kommunikation zwischen Shuttle und Ampelinfrastruktur wurde gezielt analysiert und weiterentwickelt. Dabei lag der Fokus auf der Stabilität der Signalübertragung und der Reaktionsfähigkeit des Systems in Echtzeit.
- Fahrverhalten in urbanen Verkehrssituationen: Das Verhalten des Shuttles wurde in verschiedenen Situationen gezielt optimiert, insbesondere:
 - bei Fußgängerüberwegen (Erkennung und Reaktion auf querende Personen).
 - im Kreisverkehr (Antizipation und Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen)
 - sowie bei Bremsmanövern (Reduktion ruckartiger Bewegungen zur Verbesserung des Fahrkomforts).
- Iteratives Testen ohne Fahrgastbetrieb: Durch das iterative Testen ohne Fahrgastbetrieb konnten einzelne Szenarien mehrfach wiederholt und gezielt angepasst werden. Dies ermöglichte eine systematische Validierung der Optimierungsmaßnahmen unter realen Bedingungen.
- Monitoring und Systemanalyse: Die Testfahrten wurden durchgehend überwacht, um relevante Systemdaten zu erfassen und auszuwerten. Dies diente insbesondere der Identifikation von Optimierungspotenzialen im Zusammenspiel von Fahrzeug, Infrastruktur und Kommunikationssystemen.

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

Die Lokalisierung des elektrisch betriebenen Fahrzeuges erfolgt mittels GNSS (Globale Navigations-Satellitensysteme) in Kombination mit RTK (Echtzeitkinematik). Mindestens vier Satelliten der Standards GPS (US), Galileo (EU), Glonass (RU) und Baidou (CN) kommunizieren mit dem mobilen Empfänger auf dem Dach des Autonom® Shuttle und erlauben eine auf einen Meter genaue Positionierung.

Zur Erhöhung der Genauigkeit der Standortdaten mittels RTK ist das Fahrzeug mit einer 4G Breitband Antenne und einem industriellen Radio Modem mit hoher Reichweite

ausgestattet, die den Empfang von Korrekturdaten über das 4G/LTE Netz ermöglichen, womit die Positionsgenauigkeit des Fahrzeuges auf einen Zentimeter erhöht wird.

Die genaue Shuttle Position bestimmen auch die beiden 360° Multi-Layer LiDAR (3D) Sensoren Velodyne VLP-16, die permanent rund um das Fahrzeug dreidimensionale Bilder (Bildpunkte, eigentlich Vektoren) der Umgebung generieren, welche im Abgleich mit den entsprechenden gespeicherten Daten dieses Bereiches eine exakte Orientierung und Positionierung des Shuttles ermöglichen. Bei schwacher und lückenhafter Satellitenabdeckung - etwa im Schatten von Gebäuden und großer Bäume oder wetterbedingt - kommt diesem System eine besondere Bedeutung zu.

Zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung stehen außerdem sechs 180° Mono-Layer LiDAR (2D) Sensoren zur Verfügung, die unbekannte und unerwartet auftretende Hindernisse erkennen und dadurch im Fahrbetrieb automatisierte Manöver wie inkrementelles Abbremsen, bis zum abrupten Bremsen bei unerwarteter Gefahr, ermöglichen. Insbesondere verfügt das Shuttle über ein so genanntes Vektoring, das den Fahrtzustand überholender Fahrzeuge berechnet und das Verhalten des Shuttles daran anpasst.

Diese sensorischen Kernelemente für das automatisierte Fahren werden durch Odometrie an allen Antriebsrädern und einer Trägheitsmesseinheit (IMU) zur Unterstützung der Navigationssysteme ergänzt.

Je eine Stereovision Kamera in beiden Fahrtrichtungen und eine 360° Kamera im Fahrgastraum decken Aspekte der Sicherheit ab und ermöglichen gegebenenfalls auch die Dokumentation kritischer Situationen.

Vor Aufnahme des Testbetriebes wird die Strecke mit relevanten Bezugspunkten und Hindernissen aufgenommen und eine entsprechende Fahrspur festgelegt. Das sogenannte Mapping erfolgt durch Abfahren der Teststrecke mit einem Personenkraftwagen als Träger einer am Dach montierten Box ("MMS"-Box) mit einem hochauflösenden 360° Multi-Layer LiDAR (3D) Sensor Velodyne VLP-32E und dazugehörigem Aufnahme- und Übertragungszubehör.

4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Es wurden keine weiteren Tests durchgeführt.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Es wurden keine weiteren Tests durchgeführt.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Die Straßen der Teststrecke sind asphaltiert und ausreichend breit. Da das Shuttle auf Basis einer zuvor erstellten digitalen Karte fährt, sind Linienmarkierungen für den Betrieb nicht erforderlich. Die Zufahrt zur Garage erfolgt über einen geschotterten Abschnitt. Dieser wird jedoch nicht für den Fahrgastbetrieb genutzt.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden? Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Für den Testbetrieb wurden zusätzliche Orientierungspunkte entlang der Strecke zwischen Neckheimgasse und Kranzmayerstraße auf der Höhe der Ackerfläche aufgrund der sich stark ändernden Vegetation (aktuell Maisfeld) implementiert. Weiters wurden vor und nach der Teststrecke Hinweisschilder montiert, welche auf den Testbetrieb und das automatisierte Fahrzeug hinweisen. Zusätzlich wurde der Einsatz von C-ITS-Infrastruktur auf den Ampelkreuzungen Sürding/Universitätsstraße, Sürding/Villacher Straße und Villacher Straße/P+R Bahnhof Klagenfurt West zur Ampel-Shuttle Kommunikation

implementiert. Auf der Kreuzung Villacher Straße/P+R Bahnhof Klagenfurt West wurde eine C-ITS Aware-AI zum Schutz von verletzlichen Verkehrsteilnehmer:innen installiert.

Die bisherigen statischen Verkehrstafeln wurden durch drei digitale V2X-gesteuerte Tafeln ersetzt, die am Südring und entlang der Villacher Straße installiert sind. Sobald das Shuttle vorbeifuhr, änderte sich die Anzeige automatisch auf „Achtung, langsames Fahrzeug“. Damit konnte die Interaktion zwischen Fahrzeug und Infrastruktur aktiv getestet werden, und die Wirksamkeit der V2X-Kommunikation für die Aufmerksamkeit anderer Verkehrsteilnehmer:innen überprüft werden.

Außerdem wurden vier Verkehrstafeln mit dem Hinweis „Achtung langsames Fahrzeug“ auf der Strecke angebracht. Sie wurden am Südring auf Höhe der Einfahrt zum Lakeside Park und der Kreuzung Universitätsstraße aufgestellt. Die übrigen Tafeln befinden sich entlang der Villacher Straße, auf Höhe Minimundus und im Bereich der Kreuzung Kohldorfer Straße. Die Technologie für den Testbetrieb ist am Shuttle bereits vorhanden, zum Einsatz kommen Sensoren, Lidar, Kameras etc.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Wünschenswert wäre eine verbesserte Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen, beispielsweise für den Fall, dass diese auf ihren Vorrang verzichten. Eine V2X Technologie für die direkte Interaktion zwischen den automatisierten Fahrzeugen und andern Verkehrsteilnehmer:innen könnte dazu beitragen, das Fahrverhalten in komplexen Verkehrssituationen besser zu koordinieren und die Sicherheit zu erhöhen.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Die Tests tragen zur Entwicklung sicherer, effizienter und nachhaltiger Verkehrssysteme bei. Langfristig können elektrisch betriebene Shuttles zur Reduktion von Emissionen und zur Entlastung des Individualverkehrs beitragen. Im Bereich der Verkehrssicherheit zeigt sich, dass automatisierte Systeme kontinuierlich und reproduzierbar auf ihre Umgebung

reagieren. Gleichzeitig gibt es Herausforderungen im Mischverkehr, insbesondere durch Geschwindigkeitsunterschiede. Die Tests leisten somit einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung dieser Technologie und zu ihrer zukünftigen Integration in den urbanen Verkehr.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Die Testfahrten waren für andere Verkehrsteilnehmer:innen durch entsprechende Beschilderung und digitale Anzeigen klar erkennbar. Da die Testphase ohne regulären Fahrgastbetrieb durchgeführt wurde, konnten nur eingeschränkt Aussagen zur Akzeptanz der Nutzer:innen getroffen werden. Dennoch zeigen Erfahrungen aus früheren Phasen, dass durch kontinuierliche Information und Sichtbarkeit eine steigende Akzeptanz erreicht werden kann.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

Die getesteten Systeme zeigen sowohl positive Effekte als auch bestehende Herausforderungen im Hinblick auf Verkehrssicherheit und Nachhaltigkeit. Durch den Einsatz elektrisch betriebener, automatisierter Fahrzeuge kann der öffentliche Verkehr langfristig umweltfreundlicher gestaltet werden. Insbesondere die Reduktion lokaler Emissionen und die potenzielle Verlagerung vom Individualverkehr zu geteilten Mobilitätslösungen bringen nachhaltige Vorteile mit sich.

Im Bereich der Verkehrssicherheit ermöglichen automatisierte Systeme eine kontinuierliche Wahrnehmung der Umgebung sowie eine schnelle Reaktion auf potenzielle Gefahrensituationen. Dies trägt grundsätzlich zur Erhöhung der Sicherheit bei.

Gleichzeitig zeigen sich im Mischverkehr weiterhin Herausforderungen, insbesondere durch Geschwindigkeitsunterschiede zwischen dem Shuttle und anderen Verkehrsteilnehmer:innen sowie durch noch nicht vollständig optimierte Interaktionen mit der Infrastruktur.

Insgesamt überwiegen die positiven Effekte, wobei weiteres Optimierungspotenzial insbesondere im Bereich der Systemintegration und der Interaktion mit dem Umfeld besteht.

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Da die Testphase ohne regulären Fahrgastbetrieb durchgeführt wurde, konnten im aktuellen Berichtszeitraum nur eingeschränkt direkte Rückmeldungen zur Akzeptanz der Nutzer:innen erhoben werden. Die gewonnenen Ergebnisse tragen jedoch indirekt zur Steigerung der Akzeptanz bei, da sie die Weiterentwicklung und Stabilisierung der Systeme unterstützen. Eine höhere technische Zuverlässigkeit, ein verbessertes Fahrverhalten und eine robustere Interaktion mit der Infrastruktur sind wesentliche Voraussetzungen, um das Vertrauen der Öffentlichkeit in automatisierte Mobilität zu gewinnen. Erfahrungen aus früheren Testphasen zeigen zudem, dass eine transparente Kommunikation, Sichtbarkeit im Straßenraum und die Möglichkeit zur direkten Nutzung sich positiv auf die Wahrnehmung und Akzeptanz auswirken. Die aktuellen Tests leisten somit einen wichtigen Beitrag zur Vorbereitung zukünftiger Anwendungen im realen Fahrgastbetrieb und schaffen die Grundlage für eine steigende Akzeptanz automatisierter Verkehrssysteme.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

Am 28. August 2025 kam es beim automatisierten Shuttle an der Lichtsignalanlage Universitätsstraße in Klagenfurt West zu einer Störung. Dritte waren davon nicht betroffen. Die technische Analyse durch den Fahrzeughersteller bestätigte die ordnungsgemäße und sichere Funktion des Fahrzeugs. Als Ursache wurde eine nicht mehr übereinstimmende Zuordnung der von der Lichtsignalanlage übermittelten Signalgruppe zur Fahrtrichtung des Shuttles festgestellt. Die aktuelle Signalgruppenzuordnung wurde überprüft und abgestimmt und die Ursache damit behoben. Der automatisierte Testbetrieb wurde anschließend sofort ausgesetzt und die Störung durch den Fahrzeughersteller analysiert.

Wie wurden diese bewältigt?

Die aktuelle Signalgruppenzuordnung wurde überprüft und abgestimmt und die Ursache damit behoben. Zur Vermeidung vergleichbarer Störungen werden Änderungen an den Lichtsignalanlagen regelmäßig beim Infrastrukturbetreiber abgefragt.

Weiters:

- Software-Optimierung: Updates und Anpassungen führen zu einer stabileren Systemleistung.
- Manuelle Eingriffe: In komplexen Situationen wird durch Operator:innen eingegriffen, um die Sicherheit zu gewährleisten
- Schulungen und Prozesse: SURAAA hat diese Störung intern aufgearbeitet und Erkenntnisse in Schulungen, Arbeitsprozesse und -verhalten mitaufgenommen.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

Die grundsätzlichen Herausforderungen bei der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur waren bekannt und Gegenstand der Testaktivitäten. Die konkrete Störung zeigte jedoch, dass Änderungen an der Infrastruktur oder deren Konfiguration Auswirkungen auf die Fahrzeugkommunikation haben können. Daraus wurde die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Abstimmung mit dem Infrastrukturbetreiber abgeleitet.

Ein Großteil der Herausforderungen war erwartbar, insbesondere im Bereich Mischverkehr und bei der Interaktion mit der Infrastruktur.

Die Optimierungspotenziale der V2X-Kommunikation zeigten sich erst im Detail im realen Testbetrieb und liefern wichtige Erkenntnisse für zukünftige Entwicklungen.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Aufbauend auf den diesjährigen Tests liegt der Fokus der kommenden Aktivitäten auf der Entwicklung eines Remote Monitoring-Systems. Ziel ist es, eine Leitstelle zu schaffen, die

sowohl den Status der Shuttles als auch relevante Informationen der Straßeninfrastruktur, wie Ampeln, Baustellen oder digitale C-ITS-Displays, in Echtzeit überwachen kann. Im ersten Schritt wird diese Leitstelle unter Aufsicht eines Operators getestet, um die notwendigen Abläufe, Schnittstellen und Funktionen praktisch zu validieren. Während bisher vor allem ermittelt wurde, welche Komponenten und Systeme für ein robustes Monitoring erforderlich sind, soll mit der neuen Leitstelle nun eine praktische Umsetzung dieser Erkenntnisse erfolgen. Langfristig soll dies eine stabile Grundlage für den späteren automatisierten Betrieb, im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten, ohne ständige manuelle Eingriffe schaffen und die Sicherheit sowie Effizienz des Systems weiter erhöhen.

6 Virtual Vehicle Research GmbH (Puntigam)

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: GZ. 2025-0.186.961

Datum der Ausstellung: 12.03.2025

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: Virtual Vehicle Research GmbH

Anschrift: Inffeldgasse 21a, 8010 Graz

Ansprechpartner:in: Karl Diengsleder-Lambauer

Kontaktdaten (E-Mail, Telefonnummer): karl.lambauer@v2c2.at, 0316-873-9642

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution

Virtual Vehicle Research GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 18.03.2025 – 31.12.2025

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde):

Testfahrten bzw. Entwicklungsfahrten waren über den gesamten Berichtszeitraum verteilt.

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: M1

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisiertes Fahrzeug zur Personenbeförderung gem § 7a

Testszenario

Geplantes Szenario: Automatisierte Fahrten zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet.

Tabelle 13 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Bahnhof Wörgl und nahegelegenes Industriegebiet

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	0	0	0	0	0
Im Ortsgebiet	45	0	0	45	0
Auf Privatgelände	0	0	0	0	0
In der Simulation	0	0	0	Ca. 3000	0

Tabelle 14 genaue Teststrecke - Bahnhof Wörgl und nahegelegenes Industriegebiet

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Straßenzüge laut Antrag zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet	0	0

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Die Hauptmotivation in dieser Periode war die weitere Verbesserung der Fahrfunktionen hinsichtlich der Robustheit bei schlechten Wetterbedingungen. Es konnten weitere Fortschritte in der Sensordatenverarbeitung erzielt werden, welche das Fahren bei schlechtem Wetter ermöglichen.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Getestete Szenarien im automatisierten Modus, SAE Level 4:

- Fahrten im Stadtverkehr mit erhöhter Verkehrsteilnehmeranzahl
- Queren von Fußgängerübergängen
- Entlangfahren einer Industriestraße
- Durchfahrt durch einen längeren engen Tunnel
- Stehenbleiben, Aufnehmen von Passagieren und Weiterfahrt
- Durchfahren eines Kreisverkehrs.

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

Die Lokalisierung des Fahrzeugs wurde primär über Lidar-Sensoren in Kombination mit hochgenauen Karten bewerkstelligt. Mit diesem Setup wurden die automatisierten Fahralgorithmen getestet, in dem die Planung der vorausberechneten Trajektorie innerhalb eines festgelegten Fahrschlauches (linker und rechter Rand) in regelmäßigem Takt durchgeführt wurde.

4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im

virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Die automatisierten Fahralgorithmen im Fahrzeug wurden in der Simulation getestet, in dem sie 1:1 übernommen in einem Simulator auf einem Rechner in derselben Umgebung (HD-Karte) getestet wurden (Autoware Simulator). Simulationen bezüglich Gräser und Sträucher, welche in den rechten oder linken Rand der festgelegten Fahrbahn ragen können und somit das Verhalten des automatisierten Fahrzeugs beeinträchtigen könnten, wurden noch nicht in der Simulation berücksichtigt.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Die Erkenntnisse der Simulation bestätigen prinzipiell die Funktion der Fahralgorithmen. Zusätzlich konnten in der Simulation auch höhere Geschwindigkeiten simuliert werden, was aber auf die realen Tests keine Auswirkung hat. Die Simulationen selbst brachten für höhere Geschwindigkeiten keine weiteren nennenswerten Erkenntnisse.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Die Straßen auf denen getestet wurde, wiesen eine sehr gute Qualität auf.

Linienmarkierungen spielten keine Rolle, da das automatisierte Fahrzeug diese nicht zur Lokalisierung benötigte.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden? Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Es wurden weiterhin Infrastruktursensoren eingebunden. Die bereits in den vorigen Perioden installierte intelligente Kamera mit Sicht auf das Busterminal, kommuniziert automatisch die freie Busbuchten an das automatisierte Fahrzeug. Damit ist eine Hilfestellung beim Durchfahren gewährleistet. Zusätzlich wird ein Ampelsignal zum Überqueren der Straßenbahnschienen an das Fahrzeug per C-ITS kommuniziert.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Es sind keine weiteren Infrastrukturkomponenten wünschenswert.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Die durchgeführten Tests dienen zur Verbesserung bzw. Weiterentwicklungen der autonomen Fahrfunktionen und tragen wesentlich dazu bei, früher eine marktreife Lösung dieser Technologie zu ermöglichen.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Es konnten auch in dieser Periode verschiedene Reaktionen von unterschiedlichen Gruppen von Verkehrsteilnehmern wahrgenommen werden. Von Fußgängern/Pendlern, welche im Bereich der Haltestelle in Puntigam unterwegs waren, kam durchwegs positives Feedback. Die Leute waren sehr interessiert an der Technologie und es wurde durchwegs bestätigt, dass ein solcher Service genutzt werden würde, sobald die Sicherheit mindestens gleich hoch oder höher einem manuell betriebenen Fahrzeug ist. Von Taxi bzw. Busfahrern gab es eher skeptisches Feedback, da man die Technologie teilweise als Risiko für die zukünftige Jobsicherheit sieht.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

Durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs durch elektrisch betriebene automatisierte Fahrzeuge wird der Personentransport klimaneutraler und nachhaltiger gestaltet.

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Je zuverlässiger die Technologie wird, desto schneller findet die Akzeptanz in der Gesellschaft statt, dies konnte dem Feedback der befragten Personen entnommen werden.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

In dieser Periode traten keine besonderen Herausforderungen auf.

Wie wurden diese bewältigt?

Frage wurde nicht beantwortet.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

Frage wurde nicht beantwortet.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Ja, die Tests sollen im Jahr 2026 weitergeführt werden.

Folgeaktivitäten sind die Weiterentwicklung des für die automatisierten Fahrten verwendeten Softwarestacks, bzw. der Sensortechnologie hinsichtlich der Robustheit bei Regen und Schnee.

Weiters gibt es neue Forschungsprojekte wie z.B. iEXODDUS, welches darauf abzielt, die Präzision mit welcher sich das autonome Fahrzeug in diversen Bereichen wie beispielsweise Tunneln, Stadtgebiet usw. lokalisieren kann, zu ermitteln bzw. zu verbessern. Darüber hinaus ist geplant, Sensorsysteme wie bildgebende RADAR-Sensoren

in das bestehende System zu integrieren, um die Sicherheit durch zusätzliche redundante Daten weiter zu erhöhen.

7 Virtual Vehicle Research GmbH (Wörgl)

Allgemeine Informationen zum Testbericht

Angaben zur Testbescheinigung

Geschäftszahl gemäß Bescheinigung: GZ. 2024 0.520.810

Datum der Ausstellung: 26.08.2024

Unternehmensspezifische Daten der testenden Einrichtung

Name der Institution: Virtual Vehicle Research GmbH

Anschrift: Inffeldgasse 21a, 8010 Graz

Ansprechpartner:in: Karl Diengsleder-Lambauer

Kontaktdaten (E-Mail, Telefonnummer): karl.lambauer@v2c2.at, 0316-873-9642

Teil 1: Basisdaten

Name der Institution

Virtual Vehicle Research GmbH

Berichtszeitraum / Testzeitraum

Berichtszeitraum: 26.08.2024 – 31.07.2025

Konkreter Testzeitraum (Kalenderwochen, in denen tatsächlich getestet wurde):

Testfahrten bzw. Entwicklungsfahrten waren über den gesamten Berichtszeitraum verteilt.

Haben Tests stattgefunden?

Ja

Testfahrzeuge

Anzahl der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: 1

Fahrzeugklasse(n) der tatsächlich genutzten Fahrzeuge: M1

Gegenstand der Tests

Getesteter Anwendungsfall lt. AutomatFahrV: Automatisiertes Fahrzeug zur Personenbeförderung gem § 7a

Testszenario

Geplantes Szenario: Automatisierte Fahrten zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet.

Tabelle 15 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Straßenzüge laut Antrag zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet

	SAE 1	SAE 2	SAE 3	SAE 4	SAE 5
Autobahnen & Schnellstraßen	0	0	0	0	0
Außerhalb des Ortsgebietes	0	0	0	0	0
Im Ortsgebiet	Ca. 30	0	0	Ca. 30	0
Auf Privatgelände	0	0	0	0	0
In der Simulation	0	0	0	Ca. 1000	0

Tabelle 16 genaue Teststrecke - Straßenzüge laut Antrag zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet

Straßenbezeichnung / -nummer	km von	km bis
Straßenzüge laut Antrag zwischen Nahverkehrsknoten Puntigam und Shopping Center West in Graz (ohne Bezeichnung)	0	0

Teil 2: Textteil

Bitte beantworten Sie die Fragen mit ausführlichen und für Dritte nachvollziehbare Erläuterungen. Stichworte und Aufzählungen sind nicht ausreichend.

1. Motivation und Ergebnis der Testfahrten

Welche Forschungsfragen waren Gegenstand der Tests und welche Antworten konnten aufgrund der Tests gefunden werden?

Die Hauptmotivation in dieser Periode war die weitere Verbesserung der Fahrfunktionen hinsichtlich der Robustheit bei schlechten Wetterbedingungen, speziell bei Regen und

Schnee. Es konnten weitere Fortschritte in der Sensordatenverarbeitung erzielt werden, welche das Fahren bei schlechtem Wetter ermöglichen.

2. Getestete Anwendungen und Szenarien

Welche Anwendungen wurden in welchen Szenarien getestet (z. B.: Kreuzung, Tunnel, Spurwechsel, Überholen, Automatisierung von Kolonnenfahrten)?

Getestete Szenarien im automatisierten Modus, SAE Level 4:

- Durchfahrt durch Busterminal in allen verfügbaren Busbuchten
- Queren von Straßenbahntrassen
- Entlangfahren einer Busstraße
- Durchfahrt durch Tunnel
- Stehenbleiben, Aufnehmen von Passagieren und Weiterfahrt.

3. Automatisierungstechnik und -sensorik

Bitte beschreiben Sie, welche technischen Komponenten (Sensorik, Hardware, ...) für die getesteten Szenarien und Anwendungen fahrzeugseitig eingesetzt und getestet wurden, sowie ihren Einsatzzweck.

regelmäßigem Takt durchgeführt wurde. Zusätzlich wurden weiterhin Infrastruktursensoren am Busbahnhof involviert, welche „freie Busbuchten“ bzw. „Ampelsignale“ an das Fahrzeug kommunizieren.

4. Weitere Testmodalitäten

Wurden darüberhinausgehende, ergänzende Tests durchgeführt, welche für die Durchführung der Realfahrten auf Straßen mit öffentlichem Verkehr erforderlich waren oder diese in der Durchführung unterstützten (z. B. in der Simulation, im

virtuellen Raum, auf dem Prüfstand, auf Testumgebungen oder auf privaten Straßen)?

Die automatisierten Fahralgorithmen im Fahrzeug wurden in der Simulation getestet, in dem sie 1:1 übernommen in einem Simulator auf einem Rechner in derselben Umgebung (HD-Karte) getestet wurden (Autoware Simulator). Simulationen bezüglich Gräser und Sträucher, welche in den rechten oder linken Rand der festgelegten Fahrbahn ragen können und somit das Verhalten des automatisierten Fahrzeugs beeinträchtigen könnten, wurden noch nicht in der Simulation berücksichtigt.

Welche Erkenntnisse konnten aus diesen Tests geschlossen werden und welche Relevanz bzw. welcher Zusammenhang bestand für das Testen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr?

Die Erkenntnisse der Simulation bestätigen prinzipiell die Funktion der Fahralgorithmen. Zusätzlich konnten in der Simulation auch höhere Geschwindigkeiten simuliert werden, was aber auf die realen Tests keine Auswirkung hat. Die Simulationen selbst brachten für höhere Geschwindigkeiten keine weiteren nennenswerten Erkenntnisse.

5. Information zur Testinfrastruktur

Bitte geben Sie Information zur Qualität der Straßen auf denen getestet wurde, z. B.: Linienmarkierung, etc. sowie die Auswirkungen dieser auf die Testdurchführung.

Es wurden keine Infrastruktursensoren eingebunden.

Wurde eine spezielle Infrastruktur (physische / digitale) in die Tests eingebunden? Wie fand die Einbindung und Interaktion mit dem Testfahrzeug statt?

Es wurden weiterhin Infrastruktursensoren eingebunden. Die bereits in den vorigen Perioden installierte intelligente Kamera mit Sicht auf das Busterminal, kommuniziert automatisch die freie Busbuchten an das automatisierte Fahrzeug. Damit ist eine Hilfestellung beim Durchfahren gewährleistet. Zusätzlich wird ein Ampelsignal zum Überqueren der Straßenbahnschienen an das Fahrzeug per C-ITS kommuniziert.

Gibt es zusätzliche Infrastruktur-Komponenten, welche für weitere Tests wünschenswert wären und welchen Zweck würden diese erfüllen?

Es sind keine weiteren Infrastrukturkomponenten wünschenswert.

6. Auswirkungen der getesteten Systeme auf die Gesellschaft

Welchen Mehrwert haben die durchgeführten Tests und wie profitiert die Gesellschaft davon?

Die durchgeführten Tests dienen zur Verbesserung bzw. Weiterentwicklungen der autonomen Fahrfunktionen und tragen wesentlich dazu bei, früher eine marktreife Lösung dieser Technologie zu ermöglichen.

Waren die Testfahrten für andere Verkehrsteilnehmer:innen ersichtlich und welche Reaktionen konnten beobachtet werden? Konnten Unterschiede in der Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer:innen beobachtet werden, sofern unterschiedliche Funktionalitäten/Szenarien getestet wurden?

Es konnten verschiedene Reaktionen von verschiedenen Gruppen von Verkehrsteilnehmern wahrgenommen werden. Von Fußgängern, welche im Bereich der Innenstadt unterwegs waren, kam durchwegs positives Feedback. Die Leute waren sehr interessiert an der Technologie und es wurde durchwegs bestätigt, dass ein solcher Service genutzt werden würde, sobald die Sicherheit mindestens gleich hoch oder höher einem manuell betriebenen Fahrzeug ist.

Welche Veränderungen (Verbesserungen oder Verschlechterungen) ergeben sich durch die getesteten Systeme hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder Nachhaltigkeit?

In der letzten Periode konnten wesentliche Verbesserungen an der Robustheit der Fahrfunktionen hinsichtlich schlechterer Wetterbedingungen erzielt werden. Es konnte gezeigt werden, dass auch bei starkem Regen zuverlässig die autonomen Fahrten durchgeführt werden können. Speziell bei den ersten öffentlichen Tests in Wörgl gab es strömenden Regen, wo gezeigt werden konnte, dass auch unter solchen Bedingungen ohne größere Probleme mit unserem System gefahren werden kann.

Wie beeinflussen die erlangten Ergebnisse die Akzeptanz von automatisiertem Fahren durch die Öffentlichkeit?

Je zuverlässiger die Technologie wird, desto schneller findet die Akzeptanz in der Gesellschaft statt, dies konnte dem Feedback der befragten Personen entnommen werden.

7. Herausforderungen

Welche technischen, rechtlichen oder organisatorischen Herausforderungen gab es während der Tests? (Bitte um ausführliche Beschreibung.)

In dieser Periode traten keine besonderen Herausforderungen auf.

Wie wurden diese bewältigt?

Frage wurde nicht beantwortet.

Waren die Herausforderungen vorhersehbar?

Frage wurde nicht beantwortet.

8. Angedachte Folgeaktivitäten

Sind, aufbauend auf die erfolgten Tests, weitere (Test-)Aktivitäten geplant? Wenn ja, welche?

Ja, die beschriebenen Tests sollen auch im Jahr 2026 weitergeführt werden.

Folgeaktivitäten sind die Weiterentwicklung des für die automatisierten Fahrten verwendeten Softwarestacks, bzw. der Sensortechnologie hinsichtlich der Robustheit bei Regen und Schnee.

Weiters gibt es neue Forschungsprojekte wie z.B. iEXODDUS, welches darauf abzielt, die Präzision mit welcher sich das autonome Fahrzeug in diversen Bereichen wie beispielsweise Tunneln, Stadtgebiet usw. lokalisieren kann, zu ermitteln bzw. zu verbessern.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Asten und St. Florian.....	8
Tabelle 2 genaue Teststrecke - Asten und St. Florian	8
Tabelle 3 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet – Betriebsgelände und Bahnhof	28
Tabelle 4 genaue Teststrecke - Betriebsgelände und Bahnhof.....	28
Tabelle 5 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Betriebsgelände und Bahnhof	42
Tabelle 6 genaue Teststrecke - Betriebsgelände und Bahnhof.....	42
Tabelle 7 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet – Betriebsgelände und Bahnhof	56
Tabelle 8 genaue Teststrecke Linie 1	56
Tabelle 9 genaue Teststrecke Linie 2	57
Tabelle 10 genaue Teststrecke Linie 3	58
Tabelle 11 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet	70
Tabelle 12 genaue Teststrecke - Betriebsgelände und Bahnhof.....	70
Tabelle 13 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Bahnhof Wörgl und nahegelegenes Industriegebiet.....	83
Tabelle 14 genaue Teststrecke - Bahnhof Wörgl und nahegelegenes Industriegebiet	83
Tabelle 15 Anzahl gefahrene Testkilometer und Testgebiet - Straßenzüge laut Antrag zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet	91
Tabelle 16 genaue Teststrecke - Straßenzüge laut Antrag zwischen Bahnhof Wörgl und nahegelegenen Industriegebiet	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Luftaufnahme Teststrecke zwischen Asten und St. Florian	13
Abbildung 2 Balkendiagramm, welches die Entwicklung der automatisiert, manuell und insgesamt gefahrenen Strecke in km pro Tag an 22 Tagen zwischen 04.04.2025 und 13.05.2025 gefahrenen Strecke in km pro Tag anzeigt.	14
Abbildung 3 Foto automatisierter Kleinbus	16

